

# **Evaluación de cuatro años de monitoreo de mariposas en la finca agroecológica de Zamorano, Honduras**

**María Alejandra Calderón Vásquez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO  
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Evaluación de cuatro años de monitoreo de mariposas en la finca agroecológica de Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**María Alejandra Calderón Vásquez**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2020

## **Evaluación de cuatro años de monitoreo de mariposas en la finca agroecológica de Zamorano, Honduras**

**María Alejandra Calderón Vásquez**

**Resumen.** El presente estudio se realizó en la Finca Agroecológica de Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras con el objetivo de estudiar la diversidad de mariposas asociadas a la fragmentación del paisaje. Para estudiar los efectos del cambio de uso de suelos sobre la diversidad de mariposas se hizo uso de monitoreos mensuales de mariposas durante el proceso de creación de la finca agroecológica en un terreno tras 25 años de inhabilitación. El estudio se enfocó en las familias Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae con 150 especies identificados y 21,382 mariposas capturadas durante 4 años de monitoreo mensual. Se documentaron cambios estacionales relacionados con lluvia. Aunque los cambios de uso de suelo fueron mínimos, hay una notable reducción en la diversidad de mariposas durante los 4 años del estudio, habiendo cambios significativos ( $P < 0.05$ ). Todavía no se manifiesta claramente la desaparición total de especies individuales, pero hay cambios de dominancia: En años sucesivos se requirió de muestras mucho mayores para encontrar el mismo número de especies del primer año.

**Palabras clave:** Biodiversidad, bosque secundario, cobertura boscosa, Lepidóptera, riqueza de especies.

**Abstract.** This study was carried out in the Zamorano agroecological farm, a plot that lay fallow for 25 years in the department of Francisco Morazán, Honduras with the aim of studying how butterfly diversity relates to landscape fragmentation. The study focused on the Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae Families with 150 identified species and 21,382 captured butterflies over 4 years of monthly monitoring. Seasonal changes related to rainfall were documented, even if land use changes were modest, there is a noticeable reduction in butterfly diversity during the four years of the study, with significant reduction ( $P < 0.05$ ). The total disappearance of individual species is not yet clearly manifested, but there are changes of relative abundance and diversity: It took much larger samples to find the same number of species in the subsequent years compared to the first one.

**Key words:** Biodiversity, forest coverage, Lepidoptera, secondary forest, species richness.

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| Portadilla .....                          | i         |
| Página de Firmas .....                    | ii        |
| Resumen.....                              | iii       |
| Índice General.....                       | iv        |
| Índice de Cuadros, Figuras y Anexos ..... | v         |
| <br>                                      |           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>              | <b>1</b>  |
| <b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>       | <b>3</b>  |
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>     | <b>5</b>  |
| <b>4. CONCLUSIONES.....</b>               | <b>15</b> |
| <b>5. RECOMENDACIONES .....</b>           | <b>16</b> |
| <b>6. LITERATURA CITADA.....</b>          | <b>17</b> |
| <b>7. ANEXOS.....</b>                     | <b>19</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

### Cuadros Página

|  |   |
|--|---|
| 1. Análisis de la abundancia en época lluviosa y época seca mediante U De Mann Whitney                             | 6 |
| 2. Análisis de riqueza en época lluviosa y época seca mediante U De Mann Whitney.                                  | 6 |
| 3. Análisis de la riqueza en cuanto la hora de muestreo mediante la prueba no paramétrica. U De Mann Whitney. .... | 7 |
| 4. Análisis de abundancia en cuanto a horario de muestreo mediante U De Mann Whitney.                              | 7 |
| 5. Correlación de Spearman de especies y abundancia total.....   | 7 |
| 6. Análisis no paramétrico Kruskall – Wallis de abundancia en los 4 años de monitoreo....                          | 8 |
| 7. Análisis Kruskall – Wallis De Riqueza En Los 4 Años De Monitoreo. ....  | 8 |
| 8. Cobertura Del 2016 – 2019 Finca Agroecológica .....   | 9 |
| 9. Cobertura En Las 20 Ha De Monitoreo .....   | 9 |

### Figuras Página

|  |    |
|--|----|
| 1. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2016. .... | 10 |
| 2. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2017. .... | 11 |
| 3. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2018. .... | 11 |
| 4. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2019. .... | 12 |
| 5. Curva de acumulación de especies en los 4 años de monitoreo.....    | 12 |
| 6. Curva de acumulación de especies normalizada.....                   | 12 |

### Anexos Página

|  |    |
|--|----|
| 1. Tabulación de especies de mariposas en Finca Agroecológica Zamorano. .... | 19 |
| 2. Sección del manual de mariposas de Zamorano. ....                         | 23 |
| 3. Estudiantes en labor de captura. ....                                     | 23 |
| 4. <i>Biblis Hyperia</i> montada.....  | 24 |

# 1. INTRODUCCIÓN

La transformación gradual de bosques a tierras agrícolas y pastizales ha tenido gran impacto ecológico en la región centroamericana. Este proceso reduce la disponibilidad de hábitats y alimentos para fauna y flora, interrumpiendo la conectividad del paisaje y reduciendo o eliminando servicios ecosistémicos (Harvey et al., 2008). La alteración de los ecosistemas no siempre es total; a veces deja como resultado un mosaico de remanentes aislados del hábitat original en medio de ambientes antropogénicos donde aún persisten especies propias de áreas conservadas (Bonebrake, Pinisio, Boggs y Ehrlich, 2010). Muchos paisajes agropecuarios aún mantienen alguna cobertura arbórea, la cual sirve como refugio, y alberga una muestra de la biodiversidad original (Maes, Hernández y Harvey, 2003). Se asume que los paisajes agrícolas tienen poco valor de conservación, pero estudios recientes indican que una porción considerable de la biodiversidad original puede resistir si estos retienen cobertura arbórea y el paisaje mantiene conectividad (Harvey et al., 2008).

Las principales amenazas para la biodiversidad mundial y a nivel de Honduras son el cambio climático y el deterioro del hábitat por cambios en uso de suelo (Dirección General de Biodiversidad [DiBio], 2017). En las últimas décadas, Honduras, al igual que todos los países de la región, ha perdido gran cantidad de hábitat, particularmente bosques y humedales, alcanzando una tasa de deforestación de mangle entre 20 a 40 km<sup>2</sup> por año (de Lacerda, 2002). Durante el período 2000 – 2010 hubo una disminución en 12.8% de la superficie de bosque presente al inicio del análisis. (Flores, 2015). Los cambios en el uso de la tierra implican la conversión de bosques, humedales y otros hábitats a campos agrícolas e infraestructura (DiBio, 2017). Así también, la introducción de especies no nativas, especialmente plantas, que cambia la disponibilidad de nutrientes y la riqueza de especies (Aquino, 2015). Por ello, evaluar el estado de conservación de la biodiversidad es importante para la toma de decisiones dado que no todas las especies poseen la misma capacidad de adaptación, ocasionando pérdidas selectivas (Isasi-Catalá, 2011).

La salud de un ecosistema depende de la biodiversidad, la cual puede ser medida a través de algunas especies, que pueden servir como indicadores. Las actividades humanas afectan a los ecosistemas, modificando con ello la funcionalidad de estos en diferentes escalas (Badii, R. Garza, Garza y Landeros, 2005). Para aumentar la producción de alimentos, el hombre ha recurrido cada vez más al uso de agroquímicos para controlar las plagas y malezas conforme la creciente demanda mundial (Badii et al., 2005). El uso de estas sustancias de manera indiscriminada e irresponsable impacta la biodiversidad (Brown y Hutchings, 1997). Por ello surgen prácticas agrícolas sostenibles que buscan garantizar el futuro de la fauna y flora, generando resiliencia en el ecosistema (Altieri, 2009). Este interés deriva del hecho de que la mayor amenaza para especies en peligro es la transformación de bosques a sistemas agrícolas. Se ha reportado que el aumento del 20% del rendimiento de los cultivos se asocia con una disminución del 9% de la biodiversidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012). Se ha manifestado que los bosques de donde se extrae leña y otros recursos son más resistentes a la intensificación de su explotación que las tierras de cultivo (FAO, 2012).

Las mariposas son de gran importancia en el ecosistema, por sus servicios ecosistémicos roles ecológicos (herbívoros y polinización) y porque son sensibles a cambios en la cobertura vegetativa (Janzen, 1986). Muchas especies de mariposas son afectadas negativamente por la reducción y

aislamiento de fragmentos de bosque y por el uso de pesticidas en los campos agrícolas circundantes (De Vries, 1987). Las mariposas también son sensibles a los cambios de temperatura, humedad y nivel de luminosidad debido al cambio de vegetación (Stefanescu, 2004). Estos cambios se ven reflejados en la fenología y la abundancia de las especies de mariposas, que, al ser poiquilotermos son susceptibles a los cambios en el ambiente, y también son afectados directamente por la cobertura boscosa (Andrade, Henao y Triviño, 2003). Con el monitoreo sistematizado de mariposas es posible trazar abundancia, diversidad y variación de cada especie durante el año. Esto es de particular interés en regiones tropicales, donde hay poca información sistemática a largo plazo (Gaviria-Ortíz y Henao-Bañol, 2011). El estudio se enfoca en tres familias (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae) porque son identificables en campo, encontrándose en el corredor seco centroamericano. En Costa Rica se realizó un estudio enfocado en estas tres familias a través de monitoreos contantes por medio de red entomológicas encontrando aproximadamente más de 200 especies (De Vries, 1987).

La Finca Agroecológica Zamorano fue creada el 6 de diciembre del 2014 a partir de un convenio con la Agencia Suiza para el Desarrollo, con la finalidad de establecer un Centro Zamorano de Enseñanza en Agroecología (CZEA). El propósito del centro es producir de manera sostenible, en un agroecosistema que conserve la biodiversidad local (Holguín, 2015). El principio central de la agroecología es crear un sistema productivo que debe replicar el funcionamiento del ecosistema natural, su ciclo de nutrientes, su estructura y a la vez mantener la biodiversidad (Castañeda, 2004). La Finca Agroecológica de Zamorano provee a los alumnos un espacio para poner en práctica los fundamentos de la agroecología a través de un módulo de Aprender Haciendo impartido a los estudiantes de segundo y cuarto año. Una de las actividades realizadas es el monitoreo de biodiversidad.

Las actividades de monitoreo se ven afectas por factores como la estacionalidad del año, dado que hay más especies e individuos en temporadas de lluvia (Llorente, Pozo, Martínez, Salas y Vargas, 2005). También es importante trabajar con métodos estandarizados al realizar los monitoreos, para generar información comparable (Stefanescu, 2004). La importancia de estos monitoreos surge dado que las mariposas brindan aumento en biodiversidad al ecosistema y funcionan como indicadores para determinar la salud de este (Llorente et al., 2005).

La Estrategia Nacional de Biodiversidad de Honduras establece la importancia de disponer fondos para la realización constante de monitoreo de biodiversidad a propietarios de fincas (DiBio, 2017). Actualmente existe una base de datos realizada en la finca agroecológica. Esta abarca de febrero de 2016 a noviembre de 2019, realizados mensualmente por los estudiantes de segundo año. Esta base permite analizar la distribución de las especies conforme el tiempo y cambio de uso de suelo. Analizando el monitoreo de la biodiversidad ya realizada se podrá determinar el impacto de las prácticas agrícolas en la finca. Por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la estacionalidad de especies y abundancia de mariposas.
- Comparar la temporalidad de especies y abundancia de mariposas en la mañana y en la tarde.
- Mapear cambios en el uso de suelo de la Finca Agroecológica y compararlo con el cambio en la diversidad de mariposas tras cada año de monitoreo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Sitio de estudio**

La captura de mariposas se realizó en la Finca Agroecológica de Zamorano, ubicada en el municipio San Antonio de Oriente 13°59'16.18"N y 86°58'43.86"O, con una elevación de 775 m.s.n.m. y con un área total de aproximadamente 40.3 ha. La actividad consistió en capturar especies de Lepidópteras en un área neta de aproximadamente 20 ha, centrada en la casa de la finca. La finca cuenta con 210 especies de flora en el lugar que pertenecen a 53 familias de las cuales, las más comunes son Asteraceae, Fabaceae y Malvaceae. El 86% de las especies registradas en el lugar son nativas, y en su mayoría existen hierbas y árboles de importancia económica para los humanos.

### **Procedimiento en campo**

La recolección de muestras se realizó con grupos de estudiantes de segundo año a través de módulos de Aprender-Haciendo a partir del año 2016. Los grupos de módulo fueron conformados de 10 a 13 estudiantes. Todas las muestras desde un principio fueron realizadas por estudiantes sin previa experiencia y cada grupo participó en una sola ocasión. El único papel del instructor era de confirmar identificaciones y apuntar todas las capturas en el mismo punto central. La labor de captura de mariposas se realizó por medio de redes entomológicas de fabricación casera con un diámetro de 40 y 80 cm de fondo. Estas fueron elaboradas con una malla de cortina con forma cilíndrica en horas del Aprender Haciendo del módulo de agroecología para estudiantes de segundo año. El Aprender Haciendo se realiza en dos horarios, una jornada es en la mañana de 6:30 a 10:00 am y otra se da en la tarde de 12:30 a 4:00 pm en campo. La actividad se lleva a cabo una vez por rotación de módulo como promedio cada 3 semanas.

El día de la práctica, la primera media hora ya sea en la jornada de la mañana o de la tarde, se utiliza para el traslado al sitio y dar una charla introductoria de la actividad. Durante ese tiempo se brinda una red entomológica a cada estudiante para realizar la actividad de captura. Los estudiantes no poseen conocimiento previo de especies y se les da como instrucciones capturar cada mariposa que encuentren. Durante el primer año y medio las instrucciones eran de capturar todo lo que podían. Esto dio como resultado que algunos alumnos se esforzaran, mientras que otros no. Al año y medio a mediados de 2017 como motivador para la nota del día a los estudiantes se les asignó cumplir la meta individual de 50 mariposas por estudiante. Aquellas que eran de la misma especie se podían repetir un sin número de veces teniendo un valor de uno, mientras que al encontrar especies raras o de difícil captura valían por dos. Esto se realizó, para incentivar la captura de más especies raras y no solamente las más comunes y de fácil captura. Las especies a veces tenían eclosiones puntuales, dejando de considerarse raras luego de la quinta captura, siendo registradas igual a cualquier otra especie común.

Los estudiantes podían buscar mariposas en cualquier lugar de la finca agroecológica, pero al capturar una mariposa tenían que regresar a la parte central de reunión, para la revisión e identificación de la especie. Estaba permitido también capturar y acumular más de un individuo en la red, pero al acumular varias en una red las mariposas podrían salir maltratadas y ya no contarían. Después de revisar cada individuo se procedió a soltarlas en el punto central, con excepción de individuos de especial interés (por ser nuevos registros o tener algunas características poco



comunes). Estos se retenían para la colección de la universidad y/o posterior confirmación de la identidad de la especie. Para la identificación de las especies se tomó como referencia el manual de mariposas creado por el Ph.D. Eric van den Berghe, el cual contiene fotos y nombres de especies que se han encontrado en terrenos de la universidad. Los datos tomados durante el monitoreo fueron: hora, día, mes año, especie/familia y el número de individuos. Además, se registró la precipitación promedio por mes.

### **Tabulación de información**

Desde el 2016 los datos diarios fueron registrados por el Ph.D. Eric van den Berghe en una hoja de campo y al final del día se trasladaron a una base de datos en “Microsoft Excel” versión 2018. Cada muestreo, contaba con un listado de especies, número de individuos, y el registro de fecha y hora.

### **Comparación entre épocas del año**

Se evaluó la abundancia y diversidad de especies por la época del año. El estudio tuvo como variables dependientes la riqueza (especies) y la abundancia (individuos) y las variables independientes fueron época seca y lluviosa. Honduras posee dos estaciones, la estación lluviosa y seca. La estación lluviosa se extiende de mayo a octubre y la estación seca de noviembre hasta abril afectando a casi todo el país (Cahuaza, 2016). El análisis estadístico para evaluar estación seca versus húmeda se realizó por medio la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. Para el análisis de los datos se utilizó el “software Infostat” (versión 2020).

### **Comparación entre jornadas de monitoreo**

Se evaluó la variación que tiene la captura en la mañana o en la tarde. El estudio tuvo como variables dependientes la riqueza (especies) y la abundancia (individuos) y variables independientes hora de muestreo. El análisis estadístico para evaluar las jornadas matutinas versus la vespertina se realizó por medio la prueba no paramétrica Mann Whitney. Para el análisis de los datos se utilizó el “software Infostat” (versión 2020).

### **Análisis de correlación**

Se realizó una correlación de Spearman para evaluar la riqueza y abundancia en relación con la temperatura y precipitación en los años de monitoreo. Los datos de temperatura y precipitación fueron obtenidos por la estación meteorológica de Zamorano, utilizando los promedios mensuales de cada mes desde el 2016 al 2019. Los datos de riqueza y abundancia fueron tabulados por mes para poder ser analizados con la temperatura y precipitación mensual. Para el análisis de los datos se utilizó el “software Infostat” (versión 2020).

### **Curvas de acumulación**

Los datos utilizados fueron riqueza y abundancia y estos se tabularon en “Microsoft Excel” en una hoja contabilizando el número de veces que se encontró una especie en un mes, este procedimiento se realizó con todas las especies en cada año de monitoreo, luego se guardó el archivo en formato de texto. Este análisis se realizó por medio del programa “EstimateS” (versión 9.1), configurando el programa para analizar la base de datos con especies en las filas y los individuos en las columnas.

Posteriormente se calcularon las estadísticas de diversidad. Los datos generados por “EstimateS” se insertaron en “Microsoft Excel”, donde se generaron los gráficos de las curvas de acumulación.

### **Cuantificación de usos y coberturas**

La cuantificación de cobertura se realizó por medio de imágenes en el tiempo, provenientes de “Google Earth”, calculando porcentajes de cambio de uso del suelo para cada año. Para la delimitación de los usos y coberturas se agruparon en ciertos grupos que son:

- Área agrícola incluye agricultura de mándalas, agrosilvopastoril, barrera viva, compostera, cítricos, enredaderas, establo de ganado, granos básicos, hidrante, huerto familiar, plátano y yuca.
- El Bosque secundario que incluye bosque riverense, bosque secundario de guásimo, bosque secundario de carbón, bosque secundario maduro y bosque secundario mixto.
- El Camino solamente incluye la delimitación del camino principal de la Finca Agroecológica.
- La Plantación de teca está conformada por dos plantaciones de esta especie con 17 años de establecimiento en el lugar.

Al tener la conformación de los grupos principales de evaluación en la Finca Agroecológica, se cuantifico el área de cada grupo en hectáreas y se obtuvo un porcentaje final de ocupación de terreno por año de cada grupo, en cuanto al área total de la finca. Luego los mapas fueron elaborados por medio del programa “QGIS” (versión 3.12.3).

El estudio se enfocó en los grupos de Pieridae, Papilionidae y Nymphalidae, siendo estos los más identificables en campo. Se registraron también Hesperidae, Riodinidae y Lycaenidae, a nivel de familias debido a que estos son más complicados de identificar. El manual cuenta aún con actualizaciones taxonómicas de Glassberg (2017) y en la base de datos de “Microsoft Excel” se permitió que se actualizara la taxonomía. Al encontrar una especie que no estuviera en el manual, se procedía a retener el espécimen para una examinación más detallada. En general se subieron imágenes a la plataforma de “iNaturalist” para documentar las especies.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparando abundancia en época seca y época lluviosa se puede observar que la misma no varía significativamente ( $P > 0.05$ ), en la prueba no paramétrica U de Mann Whitney (Cuadro 1). En el análisis la mediana de abundancia de época lluviosa fue 475 y en época seca 451. Esta similitud es un sesgo de la metodología de muestreo con un meta de capturas por estudiante, de manera que, en momentos de abundancia cumplieron más rápido la meta. En Colombia realizaron un estudio evaluando la riqueza y abundancia en cuanto a la precipitación del lugar dando como resultado una mayor abundancia y riqueza en los meses de lluvia, los meses de menor valor en estos parámetros fueron aquellos con sequía en el lugar (Agudelo-Martínez, Gómez-Tapia y Pérez-Buitrago, 2018).

Cuadro 1. Análisis de la abundancia en época lluviosa y época seca mediante U de Mann Whitney.

| Clasificación | Variable   | Mediana época lluviosa | Mediana época seca | Estadístico U de Mann Whitney | Probabilidad |
|---------------|------------|------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|
| Época         | Abundancia | 475                    | 451                | 375                           | 0.2030       |

La riqueza encontrada en época seca y lluviosa reportó medianas de 43.50 y 19 especies respectivamente (Cuadro 2). Esto no deja dudas de un cambio dramático estacional, con una diferencia significativa ( $P < 0.0001$ ). Los resultados indican que cualquier estudio debe incluir en lo posible ambas estaciones, o al menos la estación lluviosa, al presentar mayor diversidad. Según un monitoreo realizado en México se reportó la existencia de mayor diversidad en la estación lluviosa, viéndose influenciada por la cobertura vegetal densa y las condiciones climáticas favorables para las especies (Llorente et al., 2005).

Cuadro 2. Análisis de riqueza en época lluviosa y época seca mediante U de Mann Whitney.

| Clasificación | Variable | Mediana época lluviosa | Mediana época seca | Estadístico U de Mann Whitney | Probabilidad |
|---------------|----------|------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|
| Época         | Riqueza  | 43.50                  | 19.00              | 236.50                        | < 0.0001     |

La hora de muestreo fue analizada en bloques de 3 horas cada jornada (a.m. y p.m.) resultó no significativa ( $P > 0.05$ ) y reportó medianas de 27 y 26 especies para las horas de mañana y tarde respectivamente. Un análisis a escala más fina dejaría en claro si existe un patrón que indique la existencia de menos especies en las primeras horas de la mañana y las últimas, por la tarde. Esto no fue estudiado, dado que el propósito fue simplemente determinar si existe un sesgo entre grupos de muestreo en bloque matinal y vespertino. Por lo general, la actividad a las 7 a.m. era baja e iba aumentando la riqueza para las 10 a.m. mientras por la tarde, se registraba la máxima actividad a la 1 p.m. para luego disminuir (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de la riqueza en cuanto a la hora de muestreo mediante la prueba no paramétrica U de Mann Whitney.

| Clasificación | Variable | Mediana           | Mediana           | Estadístico<br>U de Mann<br>Whitney | Probabilidad |
|---------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------|
|               |          | monitoreo<br>a.m. | monitoreo<br>p.m. |                                     |              |
| Tiempo        | Riqueza  | 27.00             | 26.50             | 1524.00                             | 0.5259       |

El número de individuos capturados no varió significativamente ( $P > 0.05$ ), esto puede deberse porque la metodología, con un máximo de 50 individuos por estudiante limita la parte superior de la distribución (Cuadro 4). La temperatura puede tener un efecto casi nulo en el monitoreo, esto dada la termorregulación que poseen las mariposas de manera natural. A pesar de ello, valores mayores a 35 °C pueden ocasionar efectos negativos en la riqueza y la abundancia de mariposas, ya que pueden causar estrés fisiológico, restringiendo los periodos de actividad (Agudelo-Martínez et al., 2018). En cuanto al impacto de la temperatura, se debe tomar en cuenta que Zamorano tiene una temperatura promedio de 22.5 °C, llegando a alcanzar hasta los 30 °C, y en ciertas ocasiones valores superiores a 35 °C. Por ello, para este estudio esas variaciones de temperatura no tuvieron un efecto en la distribución de las especies del día. La temperatura ambiente puede ser también un factor limitante en la distribución de muchas especies de mariposas (Stefanescu, 2004).

Cuadro 4. Análisis de abundancia en cuanto a horario de muestreo mediante U de Mann Whitney.

| Clasificación | Variable   | Mediana          | Mediana          | Estadístico<br>U de Mann<br>Whitney | Probabilidad |
|---------------|------------|------------------|------------------|-------------------------------------|--------------|
|               |            | muestreo<br>a.m. | muestreo<br>p.m. |                                     |              |
| Tiempo        | Abundancia | 255.00           | 226.00           | 1527.50                             | 0.5028       |

En la correlación de Spearman se evaluó la riqueza y abundancia de los 4 años de muestreo, además de temperatura y precipitación. En cuanto a la riqueza y precipitación reflejó una diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). El factor correlación entre precipitación y riqueza ( $r = 0.37$ ) confirma que hay un incremento significativo en especies durante la estación lluviosa (Cuadro 5). Un estudio realizado en Colombia midió las temperaturas en los días de muestreo, reflejando un efecto negativo en las tasas de captura (Agudelo-Martínez et al., 2018)

Cuadro 5. Correlación de Spearman de especies y abundancia total.

| Factores                    | Probabilidad | Correlación |
|-----------------------------|--------------|-------------|
| Riqueza – Abundancia        | 0.0007       | 0.49        |
| Riqueza – Temperatura       | 0.43         | 0.12        |
| Riqueza – Precipitación     | 0.01         | 0.37        |
| Abundancia – Temperatura    | 0.22         | 0.19        |
| Abundancia – Precipitación  | 0.67         | 0.07        |
| Temperatura – Precipitación | 0.01         | 0.40        |

Para el análisis de varianza no paramétrica Kruskal- Wallis (Cuadro 6) se avaló la abundancia total en los 4 años de monitoreo dando como resultado una diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). Al evaluar la riqueza total en los 4 años de monitoreo (Cuadro 7), no se obtuvo una diferencia estadística en los datos ( $P < 0.05$ ). Esta diferencia en la abundancia se deriva del hecho que, desde mediados de 2017 se comenzó a implementar una meta por estudiante como herramienta para medir su desempeño durante la actividad. Con este incentivo adicional las capturas aumentaron drásticamente y se han mantenido desde entonces. Por ende, la diferencia significativa no se debe a un incremento poblacional de mariposas sino a un cambio en la metodología utilizada.

Cuadro 6. Análisis no paramétrico Kruskal – Wallis de abundancia en los 4 años de monitoreo.

| <b>Variable</b> | <b>Año</b> | <b>Medias</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>Medianas</b> | <b>Estadístico H de Kruskal Wallis</b> | <b>Probabilidad</b> |
|-----------------|------------|---------------|----------------------------|-----------------|--|---------------------|
| Abundancia      | 2016       | 194.30        | 182.52                     | 120.50          | 22.46                                  | 0.0001              |
| Abundancia      | 2017       | 317.73        | 178.64                     | 309.00          |  |                     |
| Abundancia      | 2018       | 555.64        | 169.96                     | 504.00          |  |                     |
| Abundancia      | 2019       | 607.82        | 147.99                     | 603.00          |  |                     |

Al evaluar el número de especies total en los 4 años de monitoreo (Cuadro 7), no existió diferencia significativa en los datos obtenidos. Se puede observar que ha existido una disminución leve de especies pero estadísticamente no representa diferencia significativa.

Cuadro 7. Análisis Kruskal – Wallis de riqueza en los 4 años de monitoreo.

| <b>Variable</b> | <b>Año</b> | <b>Medias</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>Medianas</b> | <b>Estadístico H de Kruskal Wallis</b> | <b>Probabilidad</b> |
|-----------------|------------|---------------|----------------------------|-----------------|--|---------------------|
| Riqueza         | 2016       | 27.80         | 17.11                      | 28.50           | 1.58                                   | 0.6634              |
| Riqueza         | 2017       | 33.00         | 16.72                      | 38.00           |  |                     |
| Riqueza         | 2018       | 36.73         | 11.62                      | 40.00           |  |                     |
| Riqueza         | 2019       | 32.55         | 12.80                      | 36.00           |  |                     |

El bosque seco en el primer año ocupó un 86.95% y, al integrar la agricultura llegó a ocupar un 79.23% en el año 2019 (Cuadro 8), representando un cambio de aproximadamente 5% del terreno de la finca. Para el cálculo de este porcentaje, se tomó como punto inicial el área total de 40.3 ha. En la finca se empezó a implementar áreas agrícolas a partir del año 2017, creciendo este porcentaje año tras año, llegando a ocupar 7.62% del área total para el 2019. La cobertura de plantación de teca joven y el camino principal de la finca se mantuvo constante durante los cuatro años del monitoreo.

Cuadro 8. Cobertura del 2016 – 2019 finca agroecológica.

| <b>Cobertura</b>  | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Área agrícola     | 0.0%        | 2.11%       | 6.97%       | 7.62%       |
| Bosque secundario | 86.85%      | 84.74%      | 79.88%      | 79.23%      |
| Camino            | 1.48%       | 1.48%       | 1.48%       | 1.48%       |
| Plantación teca   | 11.67%      | 11.67%      | 11.67%      | 11.67%      |
| <b>Total</b>      | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> |

Otro factor importante es el hecho que los estudiantes no se movilizan en todas las 40.3 ha, sino que se mantienen en un radio de 400 metros de la casa que es el punto central. En el (Cuadro 9) se puede observar el cambio de cobertura que han presentado las 20 ha en donde se enfoca el monitoreo, ya que se encuentra en los alrededores de la casa central de la finca, donde los estudiantes enfocan su búsqueda por la facilidad de acceso. Para el 2019 se puede observar que el bosque disminuyó aproximadamente un 38% en comparación con el 2016, esto a consecuencia del crecimiento del área agrícola en la parte central de la finca, destinando un 38.1% para áreas de cultivo en el 2019.

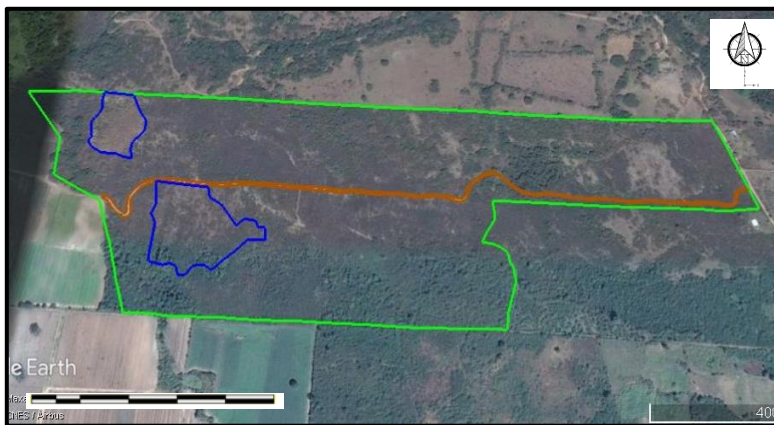
Los estudiantes tenían libertad de buscar mariposas en cualquier lugar de la finca incluyendo el matorral denso y espinudo, el cual es de difícil acceso. Los estudiantes desde un principio se enfocaron en el camino marcado en el mapa, es por ello, que si hay más senderos, esto puede favorecer el muestreo. Además, desde un principio las especies que capturaban no se encontraban en medio del denso matorral, sino en los bordes y, a medida que había más bordes, no era tan complicada la captura de estas. Dado el crecimiento de los campos abiertos, especies de pradera y cultivos, estas áreas son más accesibles, esperando un incremento. Con el estudio se comprobó lo sensible que es el número de especies en cuanto al cambio de uso de suelo, dado que son parches relativamente limitadas y representan un porcentaje reducido de terreno.

Cuadro 9. Cobertura en las 20 ha de monitoreo

| <b>Cobertura</b>                  | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Área agrícola y Agrosilvopastoril | 0%          | 10.55%      | 34.85%      | 38.10%      |
| Bosque secundario                 | 98%         | 87.45%      | 63.15%      | 59.90%      |
| Camino                            | 2%          | 2%          | 2%          | 2%          |
| Plantación teca                   | 0%          | 0%          | 0%          | 0%          |
| <b>Total</b>                      | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> | <b>100%</b> |

En los mapas de la Finca Agroecológica (Figuras 1, 2, 3 y 4) se puede observar que al inicio del monitoreo existía en el lugar pastizales por el ganado de la zona, pero su principal uso y cobertura era el bosque secundario y matorrales. A partir del año 2017 se empezó a ver cambios en uso y coberturas del lugar al implementar áreas de cultivo. El año 2019 fue el que se ocupó mayor área de cultivo durante el tiempo de monitoreo, aunque su principal cobertura seguía siendo bosque secundario. La plantación de teca joven tiene 17 años de estar en la Finca Agroecológica.

Es importante mencionar que la finca tampoco es un ecosistema primario con toda su diversidad, sino uno que ya fue intervenido en el pasado y llevaba 25 años de recuperación. A pesar de este tiempo, aún tenía un amplio trecho por delante para recuperar toda la diversidad propia de un ecosistema de bosque seco tropical. Como era de esperarse la finca posee especies de un ecosistema intervenido y adaptadas a cierto nivel. Se pudo notar cuán sensible es el sistema a cambios sutiles que han venido sumándose a lo largo del tiempo



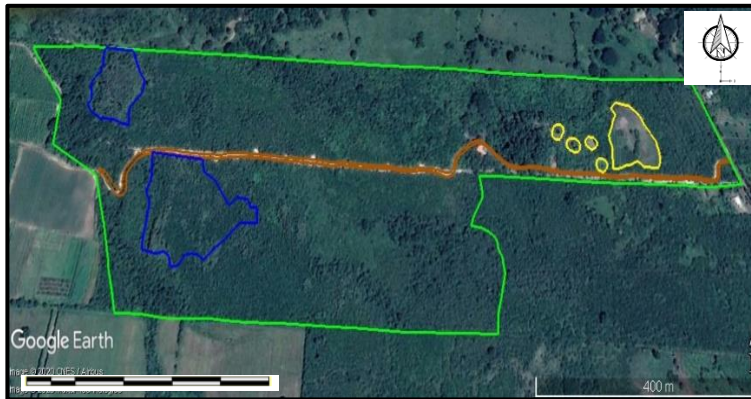
**Finca Agroecológica,  
Zamorano 2016**

| Leyenda  |   |
|----------|---|
| Teca     | ● |
| Camino   | ● |
| Bosque   | ● |
| Cultivos | ● |

Proyección: UTM, 16N  
Datum: WGS 1984  
Elaborado: María Calderón.

Figura 1. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2016.

**Finca Agroecológica,  
Zamorano 2017**

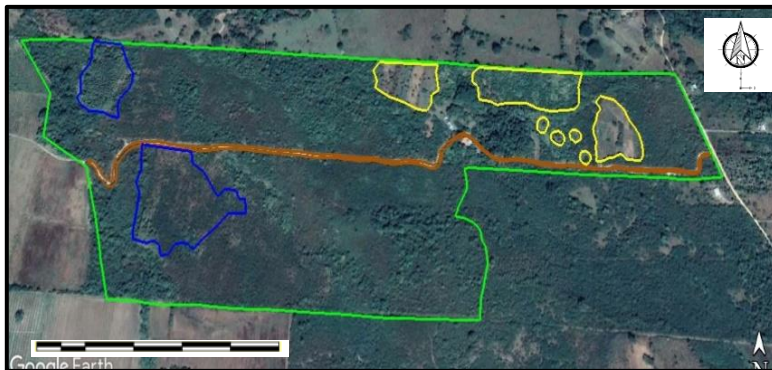


| Leyenda  |   |
|----------|---|
| Teca     | ● |
| Camino   | ● |
| Bosque   | ● |
| Cultivos | ● |

Proyección: UTM, 16N  
Datum: WGS 1984  
Elaborado por: María Calderón

Figura 2. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2017.

**Finca Agroecológica,  
Zamorano 2018**

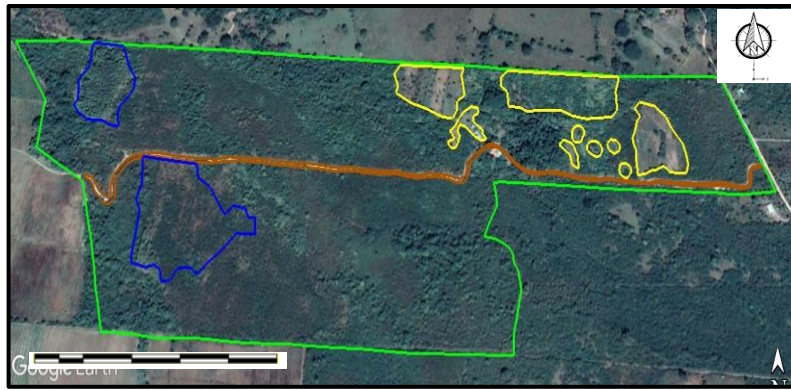


| Leyenda  |   |
|----------|---|
| Teca     | ● |
| Camino   | ● |
| Bosque   | ● |
| Cultivos | ● |

Proyección: UTM, 16N  
Datum: WGS 1984  
Elaborado por: María Calderón

Figura 3. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2018.




**Finca Agroecológica,  
 Zamorano 2019**
**Leyenda**

- Teca ●
- Camino ●
- Bosque ●
- Cultivos ●

Proyección: UTM, 16N  
 Datum: WGS 1984  
 Elaborado por: María  
 Calderón.

Figura 4. Usos y coberturas de suelo en la Finca Agroecológica año 2019.

En la Figura 5 se observa que año tras año hay una disminución de especies representadas por la misma cantidad de muestras. Para llegar a un número de especies comparables, se requiere de una mayor cantidad de capturas. Las muestras son cada año menos diversas a medida que la finca va incorporando nuevos cultivos y expandiendo esta área para darle un uso productivo al terreno abandonado durante 25 años.

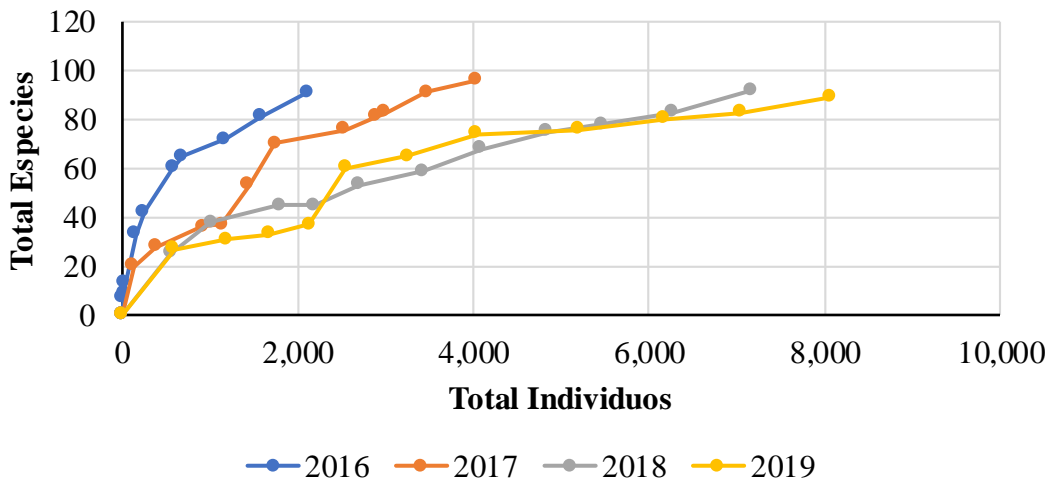


Figura 5. Curva de Acumulación de Especies en los 4 años de monitoreo.

La Figura 6 es una curva de acumulación elaborada por medio de “EstimateS” (versión 9.1), evaluando la riqueza y abundancia en los 4 años de monitoreo, y en donde cada curva representa un año con su respectiva confiabilidad del 95%. Las curvas del año 2016, 2017 y 2018 son estadísticamente diferentes, mientras que las curvas del año 2018 y 2019 son estadísticamente iguales. Cada año se visualiza una leve disminución de especies, pero con una mayor abundancia.

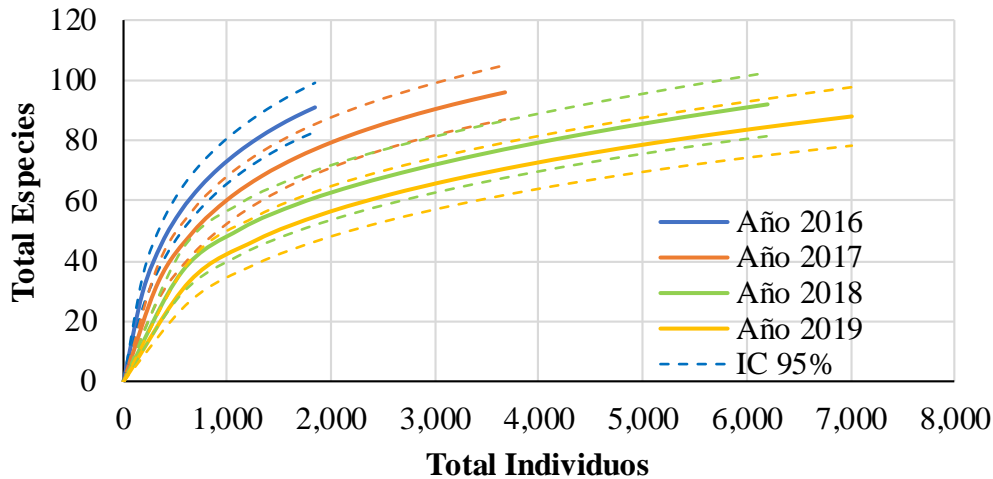


Figura 6. Curva de Acumulación de especies normalizada.

El resultado de la pérdida sistemática de diversidad (Figura 6) fue evidente, ya que la expectativa era que la diversidad no se vería impactada. Esto debido a que el porcentaje del terreno con cambio de uso de la tierra no era de gran tamaño, ni distintos de claros naturales en extensión, ni el hábitat estaba visiblemente fragmentada. Además, tampoco se utilizó herbicidas ni insecticidas. Las curvas de acumulación demuestran un patrón muy claro y marcado de pérdida de biodiversidad de mariposas conforme se ha incrementado el área agrícola en la finca agroecológica. Este patrón es preocupante porque implica que en países con pérdida de 1 o 2% de cobertura boscosa anual el impacto sobre la biodiversidad puede ser mucho mayor de lo que se supone. Especialmente, son inesperados estos efectos en ausencia de agroquímicos y fragmentación en la finca.

Existen estudios que, usando metaanálisis de literatura, indican que la transformación de bosques en usos agrícolas implica una pérdida de biodiversidad en una amplia gama de taxones (Mikel y Lozano, 2006). Por su parte, escasean estudios longitudinales en los trópicos que demuestren esta relación. Con la creación de una finca agroecológica se pretendió demostrar que basado en mantener la funcionalidad biológica se puede conservar la biodiversidad en un sistema agroecológico. El manejo de la finca fue realizado según principios agroecológicos por individuos especializados en esta área, a la vez que, se tuvo la oportunidad de monitorear la diversidad de manera continua desde un inicio

En algunas ocasiones se da la presencia de un elemento de estocasticidad, como los días soleados que arrojan una mayor cantidad de especies que un día lluvioso (Masciocchi, 2013). Por ellos, en algunos meses el día de muestreo soleado o nublado puede dar resultados por encima o debajo de

las normas, pero las tendencias promedio son muy claras. Estas, cada año arrojan una curva de diversidad más baja. También se puede notar que, con un muestreo con alto esfuerzo de captura, se logra sumar casi el mismo número de especies para finales del año. El análisis arroja un incremento significativo en la abundancia, pero esto se deriva de un cambio en la metodología utilizada. Esto consistió en ya no solicitarle a los estudiantes capturar únicamente los individuos que pudiera, sino el establecimiento de una meta con incentivo en su calificación. Este cambio fue realizado a mediados de 2017 y el objetivo consistía en capturar e inventariar al menos 50 individuos por estudiante, utilizando ese sistema hasta la actualidad. Para evitar el enfoque en las especies comunes se propuso reconocer especies inusuales o poco reportadas con doble puntaje, incentivando así tanto la diversidad como la cantidad de individuos identificados.

El plan actual consiste en seguir monitoreando, aplicando la presente metodología, ya que no requiere de la presencia de un especialista en el sitio. El estudio demuestra la necesidad de seguir realizando el monitoreo a largo plazo para medir con precisión la riqueza y diversidad de especies en las comunidades de bosques (De Vries, 1987). El desarrollo de la finca agroecológica era independiente del monitoreo, siendo el propósito de esta actividad demostrar cómo la producción agroecológica diseñada por técnicos puede ser sostenible y compatible con la diversidad. La magnitud del presente resultado fue una sorpresa. A nivel mundial el problema de pérdida de diversidad puede ser aún más importante de lo que se puede notar. Por ello, en esta situación la idea era no alterar la biodiversidad, al no utilizar químicos, y manteniendo conectividad y además considerando que el punto de partida no era un ecosistema bien conservado, sino uno ya intervenido con especies adaptadas a ecosistemas intervenidos.

En cada año de estudio no se capturaron todas las especies presentes en el sitio. Mediante los 4 años de monitoreo, solo se identificaron 150 especies distintas en las tres familias, pero ningún año sobrepasó las 100 especies. A pesar de que ciertas especies son poco comunes o rara vez capturadas, como las especies del dosel cuya captura es más evidente mediante trampas con cebo. También algunas especies nocturnas suelen ser escasas mediante este monitoreo, por el horario de la actividad. El motivo del estudio no era registrar cada especie que se encontraba en la finca, sino usar una metodología replicable a la cual se pueda dar continuidad sin contar con la presencia de un experto. De hecho, el Ph.D. Eric van den Berghe ha observado especies presentes que aún no están registradas mediante el monitoreo. Por ende, es difícil determinar si especies con pocos registros han desaparecido por completo o simplemente no se registraron en un determinado año; esta información solo se manifestará con un monitoreo a futuro. El problema surge en la dificultad de comprobar la ausencia o extinción de una especie que, como en muchos casos sucede, ha desapareció antes de que se le reconozca oficialmente como desaparecida.

Un factor externo que puede causar efectos negativos en la abundancia y riqueza de especies de mariposas son las temperaturas extremas mayores a 35 °C, causando estrés fisiológico y restringiendo los períodos de actividad, al afectar negativamente el sistema inmunológico. Esto se da porque las mariposas son poiquilotermas, en donde la temperatura incide en sus periodos y actividades diarias de forrajeo, búsqueda de pareja, postura de huevos y reducción del riesgo de depredación. En los meses de época seca existe una pérdida de follaje en la cobertura en comparación con la época lluviosa ocasionando mayor incidencia de la radiación solar sobre la superficie del suelo, incrementando las temperaturas del lugar y disminuyendo la actividad de muchas mariposas diurnas (Agudelo-Martínez et al., 2018).

## 4. CONCLUSIONES

- Existe mayor riqueza de mariposas durante la época lluviosa en comparación con la época seca, debido a la precipitación, el crecimiento vegetal asociado y la disponibilidad de hábitat y alimento.
- Los muestreos realizados durante la mañana son estadísticamente iguales a los muestreos realizados por la tarde. Sin embargo, en este caso, los resultados de los muestreos están sesgados por las metodologías implementadas durante la recolección.
- Cambios de uso que reducen la cobertura boscosa, aun en fracciones pequeñas del área total, pueden estar asociados a la reducción medible en la biodiversidad de lepidópteros tras cada año de monitoreo.

## 5. RECOMENDACIONES

- Continuar con los monitoreos a largo plazo, para evaluar constantemente el impacto de la expansión del área agrícola u otros factores que puedan influir en la diversidad de Lepidópteros.
- Implementar un monitoreo diario de variables climáticas (temperatura y precipitación) *in situ*.
- Compartir información sobre resultados del presente estudio en la clase de Ecología de primer año para fomentar el interés en esta actividad. Analizar la biodiversidad de la finca agroecológica por medio de especies indicadoras claves del lugar.
- Implementar a la metodología la parte de identificación de individuos en el ala, con el fin de evitar la recaptura de individuos durante el monitoreo.
- Determinar el límite mínimo de riqueza para un agroecosistema como el de la finca agroecológica para que la disminución de especies sea considerada como un efecto negativo poniendo en riesgo la sostenibilidad y sustentabilidad del ecosistema.
- Evaluar el hábito alimenticio de las especies indicadoras e implementar áreas de acuerdo con esos hábitos, contribuyendo a la disponibilidad de alimento.

## 6. LITERATURA CITADA

- Agudelo-Martínez, J., Gómez-Tapia, E. y Pérez-Buitrago, N. (2018). Dinámica temporal de la riqueza de especies y la abundancia de mariposas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) en la sabana inundable del municipio de Arauca (Colombia). *Revista académica colombiana*, 42(164), 246-254.
- Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*, 77, 69-90.
- Andrade, G., Henao, E. y Triviño, P. (2003). Técnicas y procesamiento para la recolección de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea - Papilionoidea). *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 37(144), 311-325. doi:<https://doi.org/10.18257/raccefyn.12>
- Aquino, A. (2015). *Explotación ganadera extensiva. Índice de conservación de pastizales naturales*. Paraguari: Consultoría ambiental.
- Badii, M., Garza, R., Garza, V. y Landeros, J. (2005). Los indicadores Biológicos en la evaluación de la contaminación por agroquímicos en ecosistemas acuáticos y asociados. *Cultura científica y tecnológica*, 2(6), 1-17.
- Bonebrake, T. C., Pinisio, L. C., Boggs, C. L. y Ehrlich, P. R. (2010). More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological conservation* 143(8), 1831-1841.
- Brown, K. y Hutchings, R. (1997). Disturbance, fragmentation, and the dynamic of diversity in Amazonian forest butterflies. *Tropical forest remnants*, 7, 91-110.
- Cahuaza, J. (2016). Comparación de dos métodos para medir precipitación horizontal en el bosque nublado de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Castañeda, C. (2004). *Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques (INAB).
- de Lacerda, L. (2002). *Mangrove Ecosystems: Functions and Management*. Nueva York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- De Vries, P. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Costa Rica: Princeton University Press
- Dirección General de Biodiversidad. (2017). *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y Plan de Acción 2018-2022*. Tegucigalpa, Honduras: Dirección General de Biodiversidad (Mi Ambiente). Obtenido de: Secretaría de energía, recursos naturales, ambiente y minas.
- Flores, J. (2015). *Cuentas por cobrar: la valoración del sector forestal de Honduras*. Tegucigalpa: CLIFOR.
- Gaviria-Ortíz, F. y Henao-Bañol, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-papilionidae) del parque natural regional del vínculo (Buga-Valle del Cauca). *Boletín científico Museo de Historia Natural*, 15(1), 115-133.

- Glassberg, J. (2017). *A swift guide to butterflies of Mexico and Central America*. (2ª ed). Oxford: Princeton University Press.
- Harvey, C. A., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B. G., Finegan, B., Griffith, D. M., . . . Wishnie, M. (2008). Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation biology*, 22(1), 8-15. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>
- Holguín, J. (2015). Aplicación de proceso de diseño ecológico al módulo de manejo integrado de cultivos y cambio climático (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Isasi-Catalá, E. (2011). *Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación*. Caracas: Asociación Interciencia.
- Janzen, D. (1986). Insect diversity of a Costa Rican dry forest: why keep it, and how? *Biological Journal of the Linnean Society*, 30(4), 343-356.
- Llorente, J., Pozo, C., Martínez, L., Salas, N. y Vargas, I. (2005). Reflexiones acerca de los métodos de muestreo para mariposas en las comparaciones biogeográficas. En Llorente, J., y Morrone, J. (2005). Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y Tópicos Afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (pp. 203-215) México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maes, J.-M., Hernández, B. y Harvey, C. (2003). Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*. 10(39-40), 93-101.
- Masciocchi, M. (2013). *Dinámica de la dispersión y actividad de la avispa exótica Vespula germanica F. (Hymenoptera: Vespidae) en Argentina*. Bariloche, Argentina. Universidad Nacional del Comahue.
- Mikel, S. y Lozano, P. (2006). Efecto de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía*, (16), 35-54. doi: <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i16.410>
- Morera, C., Pintó, J. y Romero, M. (2007). Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: Aproximación conceptual. En Chassot, O., & Morera, C. (2007). *Corredores biológicos: acercamiento conceptual y experiencias en América* (pp. 11-47) San José: Imprenta Nacional.
- Stefanescu, C. (2004). Las mariposas diurnas; bellos indicadores de la calidad ambiental de nuestro entorno. *Revista Método*, (41). Disponible en: [metode.es/revistas-metode/article-revistas/las-mariposas-diurnas-bellos-indicadores-de-la-calidad-ambiental-de-nuestro-entorno.html](http://metode.es/revistas-metode/article-revistas/las-mariposas-diurnas-bellos-indicadores-de-la-calidad-ambiental-de-nuestro-entorno.html)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Los riesgos emergentes relacionados con el medio ambiente y las nuevas tecnologías*. Roma: Secretaría mixta FAO/OMS.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Tabulación de especies de mariposas en Finca Agroecológica Zamorano.

| Número | Nombre                         | 2016 | 2017 | 2018  | 2019  | Total |
|--------|--------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| 1      | <i>Actinote anteus</i>         | 3    | 0    | 0     | 0     | 3     |
| 2      | <i>Actinote thalia</i>         | 0    | 1    | 0     | 0     | 1     |
| 3      | <i>Adelpha basiloides</i>      | 6    | 6    | 27    | 30    | 88    |
| 4      | <i>Adelpha iphiclus</i>        | 5    | 0    | 0     | 0     | 5     |
| 5      | <i>Adelpha naxia</i>           | 13   | 23   | 24    | 26    | 96    |
| 6      | <i>Adelpha sp</i>              | 0    | 0    | 0     | 1     | 1     |
| 7      | <i>Agraulis vanillae</i>       | 4    | 27   | 32    | 12    | 78    |
| 8      | <i>Anartia fatima</i>          | 120  | 226  | 453   | 473   | 1,418 |
| 9      | <i>Anartia jatrophae</i>       | 69   | 34   | 49    | 2     | 154   |
| 11     | <i>Anteos maerula</i>          | 0    | 2    | 0     | 0     | 2     |
| 12     | <i>Anthanassa phoetosa</i>     | 0    | 0    | 1     | 0     | 1     |
| 13     | <i>Anthanassa ptolyca</i>      | 1    | 1    | 0     | 1     | 3     |
| 14     | <i>Anthanassa sp</i>           | 1    | 0    | 2     | 14    | 19    |
| 15     | <i>Anthanassa texana</i>       | 0    | 0    | 4     | 5     | 9     |
| 16     | <i>Anthanassa tulcis</i>       | 3    | 3    | 1     | 0     | 7     |
| 17     | <i>Appias drusilla</i>         | 1    | 9    | 7     | 1     | 18    |
| 18     | <i>Archaeoprepona demaphon</i> | 1    | 0    | 0     | 0     | 1     |
| 19     | <i>Ascia monuste</i>           | 3    | 0    | 0     | 0     | 3     |
| 20     | <i>Ascia sp</i>                | 0    | 7    | 84    | 24    | 132   |
| 21     | <i>Ataballia aemophile</i>     | 2    | 0    | 0     | 0     | 2     |
| 22     | <i>Battus polydamas</i>        | 11   | 27   | 26    | 20    | 85    |
| 23     | <i>Biblis hyperia</i>          | 52   | 131  | 95    | 116   | 438   |
| 24     | <i>Chlosyne erodyle</i>        | 0    | 2    | 15    | 1     | 18    |
| 25     | <i>Chlosyne janais</i>         | 4    | 19   | 5     | 4     | 32    |
| 26     | <i>Chlosyne lacinia</i>        | 13   | 12   | 29    | 17    | 73    |
| 27     | <i>Cissia similis</i>          | 243  | 654  | 1,310 | 1,632 | 4,377 |
| 28     | <i>Cissia sp</i>               | 6    | 0    | 0     | 0     | 6     |
| 29     | <i>Colias cessionia</i>        | 20   | 0    | 1     | 1     | 22    |
| 30     | <i>Colobura dirce</i>          | 1    | 0    | 5     | 6     | 12    |
| 31     | <i>Cyclograma pandama</i>      | 0    | 1    | 0     | 0     | 1     |
| 32     | <i>Danaus eresimus</i>         | 12   | 9    | 4     | 7     | 32    |
| 33     | <i>Danaus gilippus</i>         | 0    | 10   | 16    | 6     | 34    |



**Continuación Anexo 1.**

| <b>Número</b> | <b>Nombre</b>                | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>Total</b> |
|---------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 34            | <i>Danaus plexippus</i>      | 0           | 3           | 0           | 2           | 5            |
| 35            | <i>Diaethra anna</i>         | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 36            | <i>Diaethria astala</i>      | 0           | 2           | 11          | 0           | 13           |
| 37            | <i>Diatheria catalana</i>    | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 38            | <i>Dione juno</i>            | 1           | 15          | 3           | 3           | 23           |
| 39            | <i>Dione moneta</i>          | 0           | 1           | 7           | 23          | 31           |
| 40            | <i>Dircenna chiriquensis</i> | 3           | 4           | 4           | 0           | 15           |
| 41            | <i>Dismorphia amphiona</i>   | 1           | 0           | 2           | 0           | 3            |
| 42            | <i>Doxocopa callianaria</i>  | 4           | 1           | 0           | 2           | 8            |
| 43            | <i>Doxocopa laure</i>        | 0           | 0           | 1           | 1           | 2            |
| 44            | <i>Dryadula phaetusa</i>     | 19          | 26          | 51          | 43          | 140          |
| 45            | <i>Dryas iulia</i>           | 62          | 71          | 78          | 68          | 285          |
| 46            | <i>Dynamine diones</i>       | 2           | 3           | 0           | 0           | 5            |
| 47            | <i>Dynamine dyonis</i>       | 4           | 0           | 49          | 2           | 55           |
| 48            | <i>Dynamine glauce</i>       | 0           | 3           | 1           | 1           | 5            |
| 49            | <i>Dynamine postuerta</i>    | 2           | 9           | 13          | 13          | 39           |
| 50            | <i>Dynamine theseus</i>      | 20          | 21          | 35          | 16          | 95           |
| 51            | <i>Emesis tenedia</i>        | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 52            | <i>Epiphele adrastra</i>     | 5           | 4           | 12          | 4           | 25           |
| 53            | <i>Eresia ithomioides</i>    | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            |
| 54            | <i>Eueides isabella</i>      | 0           | 2           | 0           | 1           | 3            |
| 55            | <i>Eunica monima</i>         | 3           | 2           | 170         | 81          | 265          |
| 56            | <i>Euptoieta hegesia</i>     | 61          | 19          | 12          | 120         | 228          |
| 57            | <i>Euptoieta monimus</i>     | 0           | 0           | 0           | 3           | 3            |
| 58            | <i>Euptychia cylopsis</i>    | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 59            | <i>Eurema albula</i>         | 9           | 3           | 1           | 1           | 14           |
| 60            | <i>Eurema daira</i>          | 288         | 759         | 1,293       | 1,413       | 4,352        |
| 61            | <i>Eurema dina</i>           | 29          | 123         | 311         | 260         | 874          |
| 62            | <i>Eurema lisa</i>           | 0           | 0           | 4           | 0           | 4            |
| 63            | <i>Eurema mexicana</i>       | 1           | 0           | 0           | 1           | 2            |
| 64            | <i>Eurema nise</i>           | 123         | 169         | 197         | 350         | 953          |
| 65            | <i>Eurema proterpia</i>      | 106         | 41          | 240         | 245         | 645          |
| 66            | <i>Eurema salome</i>         | 18          | 12          | 45          | 12          | 92           |
| 67            | <i>Eurema sp</i>             | 12          | 1           | 0           | 0           | 13           |
| 68            | <i>Euridites philolaus</i>   | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 69            | <i>Euselecia mystica</i>     | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 70            | <i>Fountaineria aidea</i>    | 6           | 0           | 2           | 0           | 8            |

**Continuación Anexo 1.**

| <b>Número</b> | <b>Nombre</b>                  | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>Total</b> |
|---------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 71            | <i>Ganyra josepha</i>          | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 72            | <i>Greta andromeda</i>         | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 73            | <i>Greta anettae</i>           | 4           | 1           | 0           | 0           | 5            |
| 74            | <i>Greta otto</i>              | 2           | 37          | 28          | 17          | 84           |
| 75            | <i>Greta sp</i>                | 3           | 0           | 0           | 0           | 3            |
| 76            | <i>Hamadryas atlantis</i>      | 15          | 7           | 5           | 21          | 48           |
| 77            | <i>Hamadryas februa</i>        | 76          | 65          | 56          | 85          | 309          |
| 78            | <i>Hamadryas glauconome</i>    | 20          | 10          | 4           | 13          | 47           |
| 79            | <i>Hamadryas guatemalena</i>   | 16          | 16          | 12          | 25          | 69           |
| 81            | <i>Heliconius charithonia</i>  | 140         | 134         | 158         | 185         | 638          |
| 82            | <i>Heliconius erato</i>        | 2           | 3           | 6           | 0           | 11           |
| 83            | <i>Heliconius hecale</i>       | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 84            | <i>Heliconius sp</i>           | 1           | 0           | 3           | 0           | 4            |
| 85            | <i>Heopendae</i>               | 0           | 0           | 5           | 0           | 5            |
| 86            | <i>Hesperiidae</i>             | 1           | 324         | 586         | 975         | 2,111        |
| 87            | <i>Hypanartia lethe</i>        | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 88            | <i>Itabillia demophile</i>     | 0           | 1           | 1           | 0           | 2            |
| 89            | <i>Itabillia josephae</i>      | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 90            | <i>Junonia evarete</i>         | 19          | 9           | 69          | 96          | 214          |
| 91            | <i>Leptophobia aripa</i>       | 6           | 0           | 0           | 0           | 6            |
| 92            | <i>Leptophobis argante</i>     | 0           | 0           | 2           | 0           | 2            |
| 93            | <i>Lerene cesonia</i>          | 0           | 8           | 0           | 0           | 8            |
| 94            | <i>Lybetheana carinenta</i>    | 0           | 1           | 0           | 3           | 4            |
| 95            | <i>Lycaenidae</i>              | 1           | 20          | 422         | 503         | 1,258        |
| 96            | <i>Lycorea cleobaea</i>        | 2           | 10          | 1           | 1           | 14           |
| 97            | <i>Magneuptychia libye</i>     | 2           | 20          | 34          | 55          | 132          |
| 98            | <i>Magneuptychia metaleuca</i> | 0           | 2           | 2           | 0           | 4            |
| 99            | <i>Manataria hercyna</i>       | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            |
| 100           | <i>Manataria maculata</i>      | 0           | 0           | 3           | 6           | 9            |
| 101           | <i>Marpesia petreus</i>        | 4           | 1           | 1           | 2           | 8            |
| 102           | <i>Mechanitis polymnia</i>     | 98          | 168         | 112         | 129         | 531          |
| 103           | <i>Melete lycimnia</i>         | 31          | 31          | 75          | 90          | 384          |
| 104           | <i>Melite sp</i>               | 0           | 1           | 0           | 1           | 2            |
| 105           | <i>Mestra dorcas</i>           | 51          | 132         | 230         | 154         | 615          |
| 106           | <i>Microtia elva</i>           | 3           | 8           | 0           | 1           | 12           |
| 107           | <i>Nathalis iole</i>           | 0           | 4           | 2           | 9           | 15           |

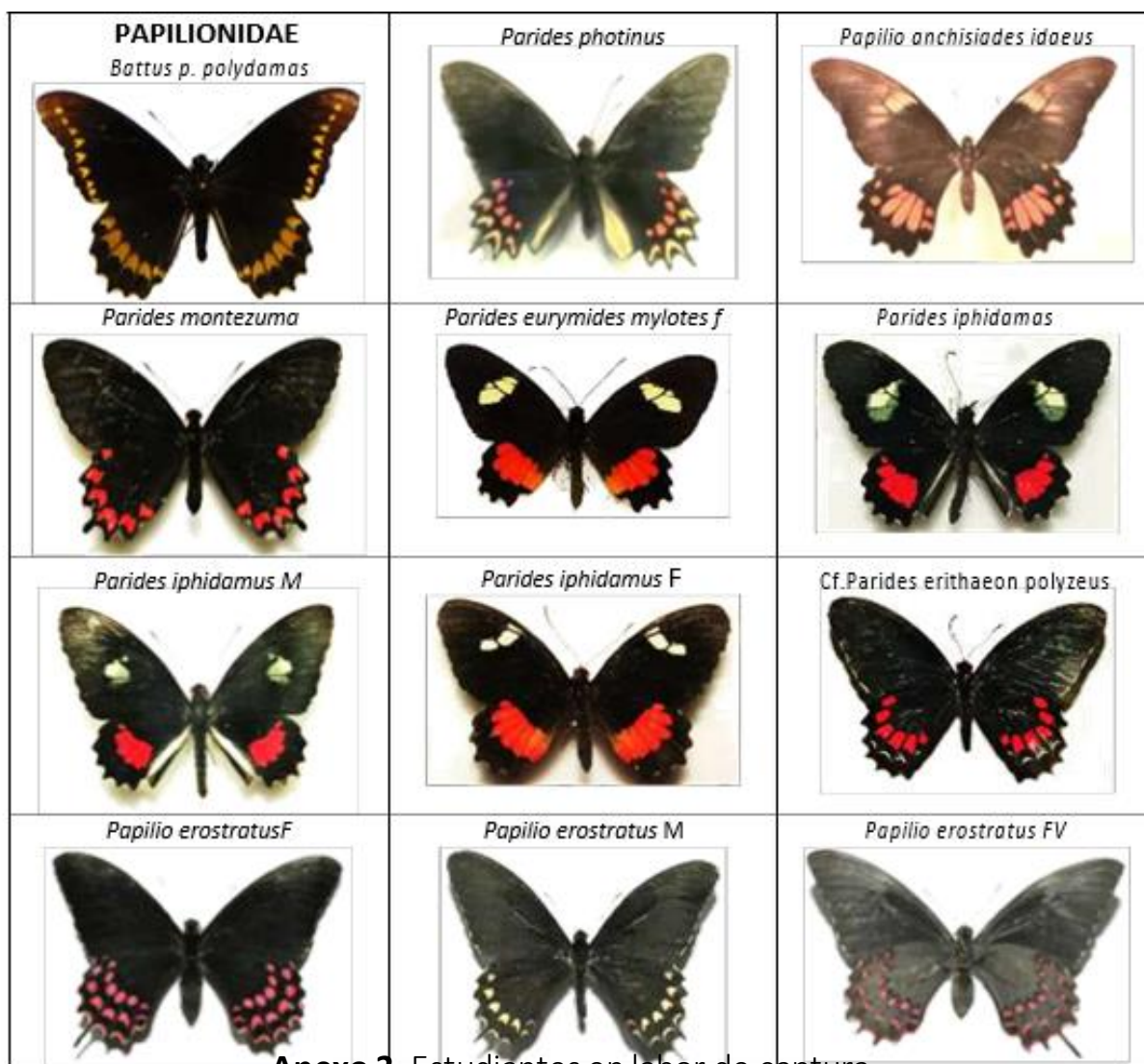
**Continuación Anexo 1.**

| <b>Número</b> | <b>Nombre</b>                                    | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>Total</b> |
|---------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 108           | <i>Nica flavilla</i>                             | 1           | 0           | 1           | 6           | 9            |
| 109           | <i>Papilio anchisiades</i>                       | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 110           | <i>Papilio erithaleon</i>                        | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            |
| 111           | <i>Papilio erostratus</i>                        | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 112           | <i>Papilio pilumnus</i>                          | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 113           | <i>Papilio thoas</i>                             | 5           | 22          | 11          | 15          | 53           |
| 114           | <i>Pareuptychia metaluca</i>                     | 1           | 3           | 1           | 0           | 9            |
| 115           | <i>Pareuptychia ocirrhoe</i>                     | 1           | 59          | 77          | 18          | 172          |
| 116           | <i>Parides</i>                                   | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 117           | <i>Parides erithaleon</i>                        | 3           | 1           | 0           | 1           | 5            |
| 118           | <i>Parides eurimedes</i>                         | 3           | 16          | 2           | 1           | 22           |
| 119           | <i>Parides iphidamas</i>                         | 2           | 8           | 0           | 0           | 10           |
| 120           | <i>Parides montezuma</i>                         | 28          | 35          | 0           | 21          | 86           |
| 121           | <i>Parides photinus</i>                          | 4           | 10          | 1           | 1           | 16           |
| 122           | <i>Phoebis argante</i>                           | 37          | 42          | 19          | 46          | 145          |
| 123           | <i>Phoebis philea</i>                            | 0           | 1           | 0           | 0           | 1            |
| 124           | <i>Phoebis rutina</i>                            | 1           | 1           | 0           | 0           | 2            |
| 125           | <i>Phoebis sennae</i>                            | 23          | 7           | 16          | 11          | 57           |
| 126           | <i>Phoebis sp</i>                                | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            |
| 127           | <i>Pieridae sp</i>                               | 1           | 0           | 0           | 1           | 2            |
| 128           | <i>Protographium epidaus</i>                     | 3           | 9           | 4           | 0           | 16           |
| 129           | <i>Protographium philolaus</i>                   | 2           | 0           | 0           | 9           | 11           |
| 130           | <i>Pyristia nise</i>                             | 0           | 0           | 9           | 0           | 9            |
| 131           | <i>Riodinidae</i>                                | 0           | 139         | 308         | 237         | 846          |
| 132           | <i>Riodinidae sp</i>                             | 2           | 0           | 0           | 0           | 2            |
| 133           | <i>Siderone marthesia</i>                        | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 134           | <i>Simyrna blomfildia</i>                        | 0           | 1           | 0           | 1           | 2            |
| 135           | <i>Siproeta biplagiata</i>                       | 0           | 3           | 0           | 0           | 3            |
| 136           | <i>Siproeta eparphus</i>                         | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 137           | <i>Siproeta stelenes</i>                         | 82          | 101         | 83          | 177         | 448          |
| 138           | <i>Smyrna blomfildia</i>                         | 2           | 0           | 0           | 1           | 3            |
| 139           | <i>Sp1 sin identificar</i>                       | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            |
| 140           | <i>Sp2 sin identificar</i>                       | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            |
| 141           | <i>Taygetis rufomarginata</i>                    | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            |
| 142           | <i>Taygetis uzza</i>                             | 27          | 34          | 38          | 49          | 162          |
| 143           | <i>Taygetis virgilia</i><br><i>rufomarginata</i> | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            |
| 144           | <i>Tegosa anieta</i>                             | 0           | 19          | 43          | 13          | 99           |

**Continuación Anexo 1.**

| Número       | Nombre                 | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | Total  |
|--------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 145          | <i>Temasis lata</i>    | 0     | 0     | 1     | 0     | 1      |
| 146          | <i>Temenis laotheo</i> | 1     | 7     | 6     | 5     | 21     |
| 147          | <i>Tessalania sp</i>   | 0     | 2     | 1     | 5     | 9      |
| 148          | <i>Unknown</i>         | 0     | 2     | 0     | 0     | 2      |
| 149          | <i>Vanessa cardui</i>  | 0     | 0     | 0     | 0     | 1      |
| 150          | <i>Zerene cesonia</i>  | 0     | 0     | 2     | 0     | 2      |
| <b>Total</b> |                        | 2,104 | 4,040 | 7,179 | 8,059 | 21,382 |

**Anexo 2.** Sección del Manual de Mariposas de Zamorano.



**Anexo 3.** Estudiantes en labor de captura.



**Anexo 4.** *Biblis hyperia* montada.

