

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.
ESCUELA DE BIOLOGIA.**



**“DIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS EN UN GRADIENTE
ALTITUDINAL DEL PARQUE NACIONAL MONTECRISTO,
METAPAN, SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

Trabajo de Graduación presentado por:

Ivania Vanessa García Bustillo.

Para optar al grado de:

Licenciada en Biología.

Ciudad Universitaria, mayo de 2018.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.
ESCUELA DE BIOLOGIA.**



**“DIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS EN UN GRADIENTE
ALTITUDINAL DEL PARQUE NACIONAL MONTECRISTO,
METAPAN, SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

Trabajo de Graduación presentado por:

Ivania Vanessa García Bustillo.

Para optar al grado de:

Licenciada en Biología.

Docente Asesor de investigación.

M.Sc. René Fuentes Morán. _____

Ciudad Universitaria, mayo de 2018.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA.
ESCUELA DE BIOLOGIA.**



**“DIVERSIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS EN UN GRADIENTE
ALTITUDINAL DEL PARQUE NACIONAL MONTECRISTO,
METAPAN, SANTA ANA, EL SALVADOR”.**

Trabajo de Graduación presentado por:

Ivania Vanessa García Bustillo.

Para optar al grado de:

Licenciada en Biología.

Tribunal calificador.

MES. Osmín Pocasangre.

Lic. José David Pablo Cea.

Ciudad Universitaria, mayo de 2018.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR.

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO.

SECRETARIA GENERAL

DRA. LETICIA ZAVALA DE MAYA.

FISCAL.

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN.

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO.

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO.

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA.

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN.

Ciudad Universitaria, mayo de 2018.

DEDICATORIA.

*Para mi Maruquita linda, de todas las cosas que soñabas verme lograr, solo esta nos hizo
falta celebrar juntas, ¡Lo logré! Te amo hasta el cielo.*

AGRADECIMIENTOS.

- A **Dios** todo poderoso, por darme fortaleza en cada etapa de este trabajo, por ser mi consuelo en los momentos de angustia y por siempre protegerme de todo peligro, a la **Virgen María** y a **La Divina Providencia** por cuidarme e interceder por mí siempre.

-A mis amados padres: **Brenda Carolina Bustillo** por ser el pilar más grande e importante en mi vida, mi mayor ejemplo, por siempre darme sus palabras de apoyo y por creer en mí siempre, incluso más que yo misma. **Jesús Ricardo García** por no dejarme caer nunca, por ser luz en mi camino y principalmente por ser un papá ejemplar y luchador, los amo con mi corazón entero.

-Al hermano más increíble que pueda existir en la tierra, **Ricardo Omar García Bustillo**, por ser mi respaldo, mi amigo y nunca dejarme perder y apoyarme en cada irreverencia que se pasa por mi cabeza.

- A los mejores tíos: **Mirna Elizabeth García**, por confiar siempre en mí y creer firmemente que lograría culminar exitosamente esta etapa y sobre todo por ser incondicional, **Omar Iván Bustillo**, porque incluso a la distancia sentí sus buenos deseos, amor y todo su apoyo, sé que este logró te hace sentir orgulloso, **Samara Concepción Bustillo**, por ser como una madre para mí y cuidarme desde que nací, por ser mi apoyo cada día y aceptar mis decisiones siempre, **Lily Judith Linares** porque a la lejanía pude sentir su cariño y apoyo incondicional.

-A mis abuelos **Jesús Alfredo Bustillo Canjura**, por ser una persona incondicional y por siempre preocuparse por mí y estar al pendiente de cada etapa de mi vida, gracias por recogerme del kínder en el camión, era lo mejor y **Vitecindo Sánchez** (Q.D.D.G) que desde el cielo cuida de mí.

- A mi familia, tíos y primos, porque de cualquier manera me hicieron llegar sus buenas vibras, palabras de aliento y por ponerme en sus oraciones.

- A mi asesor **M.Sc. René Fuentes Morán**, por compartir conmigo sus conocimientos, por guiarme en la ejecución de esta investigación, por ser paciente y por estar al pendiente de cada etapa del proyecto.

- A la Universidad de El Salvador y mis maestros de la carrera y del colegio por formarme, principalmente a la **Licda. Delfina Herrera de Benítez** (Q.D.D.G) por inspirarme desde el

principio de mis estudios universitarios, siempre la recordaré, pues sus palabras me motivaron a perseverar siempre y a la **Licda. Virginia Guerrero** por sus palabras de aliento y apoyo incondicional.

- A mi jurado evaluador **MES. Osmín Pocasangre** y **Lic. José David Pablo Cea** por sus aportes y orientación en la investigación.

- A mis amigos: **Iliana Barías** por darme su apoyo y cariño incondicional, por su lealtad, por compartir alegrías y tristezas, nunca pensé encontrar una amiga así y todo comenzó con “grupo”, **Abizai Chinchilla**, gracias por ser un gran compañero y amigo, por siempre estar dispuesto a ayudar, he aprendido mucho de vos, **Gilma Guerra**, por ponerme en sus oraciones, por siempre tener palabras de aliento y por acompañarme a los muestreos, **Eduardo Leiva**, por ser un buen amigo, por acompañarme a los muestreos y por haber sido mi compañero en los trabajos de la carrera, **Ronald Torres**, por darme palabras de apoyo y convertirse en un gran amigo, **Raquel Alvarado** por su apoyo en la elaboración de mapa y a **Idalia Cornejo**, por ser mi pareja en los trabajos de la universidad y por ser mi primera amiga de la carrera, los quiero mucho a todos.

-A mis amigas de toda la vida: **Milena Arévalo, Grecia Guzmán, Melissa Carranza y Jennifer Benavides**, por siempre ser incondicionales y compartir grandes momentos, porque pese a la distancia sé que están ahí con palabras de aliento y consejos, por darme su apoyo y sus mejores vibras durante la ejecución de esta investigación, siempre juntas, las amo.

- Al personal del Parque Nacional Montecristo: **Licda. Nohemí Guerra**, por la logística dentro del parque y por acompañarme en los muestreos, a los guardarecursos: **Reinaldo, Don Alejandro, Aníbal, Don Víctor, Guillermo** por siempre estar en la disposición de apoyarme en campo y acompañarme en las caminatas y sobre todo por brindarme su amistad.

- A la **Niña Blanquita** y su familia, por alimentarme durante toda la fase de campo y principalmente por hacerme sentir como en casa.

- Al **Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)** por otorgarme los permisos de recolecta científica que fueron fundamentales en esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

Contenido

ABREVIATURAS O SIMBOLOGÍA.....	13
RESUMEN.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo General.....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
III. MARCO TEORICO.....	19
3.1 Antecedentes.....	19
3.2 Origen del orden y generalidades.....	21
3.3 Anatomía externa de las mariposas.....	22
3.4 Ecología de los lepidópteros diurnos.....	23
3.4.1 Alimentación.....	23
3.4.2 Reproducción.....	24
3.4.2.1 Ciclo de vida.....	24
3.5 Taxonomía.....	26
3.5.1 Características taxonómicas para clasificación.....	26
3.5.1.1 Principales familias y subfamilias de El Salvador.....	27
3.6 Importancia de los lepidópteros diurnos.....	32
3.7 Patrones ambientales.....	32
3.7.1 Gradiente altitudinal.....	32
3.7.2 El gradiente altitudinal y las poblaciones.....	33
IV. METODOLOGÍA.....	35
4.1 Descripción del área de estudio.....	35
4.2 Flora.....	36
4.3 Suelo.....	37
4.4 Hidrografía.....	37
4.5 Diseño de muestreo.....	37
4.5.1 Número de muestreos.....	37
4.5.2 Sitios de muestreo.....	37
4.5.3 Tipos de atrayente.....	40
4.5.3.1 Descripción de atrayentes utilizados.....	41

4.5.4 Tipos de trampas	42
4.5.4.1 Descripción de trampas utilizadas.....	42
4.5.5 Transecto.....	44
4.5.6 Tiempo de acción y revisión de las trampas.....	44
4.5.7 Identificación In Situ.....	45
4.6 Metodología de laboratorio.....	47
4.6.1 Montaje de colección.....	47
4.6.2 Identificación taxonómica.....	48
4.7 Análisis de datos.....	49
V. RESULTADOS.....	54
5.1 Riqueza de especies por familia.....	56
5.2 Abundancia de especies por familia.....	56
5.3 Comparación de los sitios de muestreo en estudio.....	57
5.3.1. Comparación de riqueza.....	57
5.3.2. Comparación de abundancia.....	58
5.3.3. Curva de acumulación de especies.....	58
5.4 Especies exclusivas.....	59
5.5 Análisis por punto de muestreo.....	61
5.5.1 Punto uno: “El Cobano” 700 msnm.....	61
5.5.2 Punto dos: “Majaditas” 1187 msnm.....	64
5.5.3 Punto tres: “Cárcava 3” 1668 msnm.....	67
5.5.4 Punto cuatro: “Los Planes” 1878 msnm.....	69
5.6 Diversidad Alfa.....	72
5.6.1 Estimador de riqueza de Chao 1.....	72
5.6.2 Estimador de riqueza ACE (Abundance Coverage Estimator).....	72
5.6.3 Riqueza específica de Margalef.....	73
5.6.4 Índice de dominancia de Simpson.....	73
5.6.5 Índice de Shannon-Wiener.....	74
5.7 Diversidad beta.....	74
5.7.1 Coeficiente de similitud de Sorenson.....	74
5.7.1 Coeficiente de similitud de Jaccard.....	75
5.8 Prueba de normalidad para los puntos de muestreo.....	76
5.9 Relación altura – abundancia y altura - riqueza.....	79
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81

VII. CONCLUSIONES.....	90
VIII. RECOMENDACIONES.	92
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	94
X. ANEXOS.....	100
Anexo 1. Hoja de recolecta de datos para el registro de individuos por estrato altitudinal.	100
Anexo 2. Matriz para el registro de abundancia de lepidópteros diurnos por muestreos y por estrato altitudinal.	101
Anexo 3. Matriz final para el registro de abundancias de lepidópteros diurnos en todos los estratos altitudinales.	102
Anexo 4. Asambleas de mariposas del género <i>Smicropus laeta</i> en cuerpo de agua presente en Cárcava 3.....	103
Anexo 5. Especies de lepidópteros diurnos reportados.....	104

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Registro de abundancias de lepidópteros diurnos en todos los estratos altitudinales.	54
Tabla 2. Especies y número de individuos por familia colectada.	56
Tabla 3. Especies exclusivas en cada punto de muestreo.	59
Tabla 4. Porcentaje del inventario alcanzado en los puntos de muestreo.	72
Tabla 5. Valores del estimador de riqueza ACE (Abundance Coverage Estimator).	73
Tabla 6. Valores del índice de riqueza específica de Margalef.	73
Tabla 7. Valores del índice de dominancia de Simpson.	74
Tabla 8. Valores del índice de Shannon-Wiener	74
Tabla 9. Coeficiente de similitud de Sorenson.	75
Tabla 10. Coeficiente de similitud de Jaccard.	75
Tabla 11. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el punto El Cobano.....	77
Tabla 12. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para el punto Majaditas.....	77
Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para el punto Cárcava 3.	77
Tabla 14. Prueba de normalidad de ShapiroWilk para el punto Los Planes.	77
Tabla 15. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para todo el ecosistema.	77
Tabla 16. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (altura-abundancia).	79
Tabla 17. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (altura-riqueza).	80

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Anatomía externa los organismos del orden Lepidoptera (Bar 2009).	23
Figura 2. Ciclo de vida de lepidópteros diurnos, estadios huevo, larva, pupa o crisálida y adulto o imago, tomada de (Baquero et al. 2011).	24
Figura 3. Venaciones y estructuras importantes en la identificación taxonómica de lepidópteros (Mortera 2007). ..	27
Figura 4. Mapa de la ubicación geográfica del Parque Nacional Montecristo (Elaborado por: Raquel Alvarado 2015). ..	36
Figura 5. Punto de muestreo, El Cobano.	38
Figura 6. Punto de muestreo, Majaditas.	39
Figura 7. Punto de muestreo, Cárcava 3.	40
Figura 8. Punto de muestreo, Los Planes.	40
Figura 9. Preparación de atrayente de guineo fermentado.	41
Figura 10. Preparación de atrayente de pescado.	42
Figura 11. A Trampa Van Someren-Rydon, para la captura de lepidópteros diurnos, B Instalación de trampas Van Someren-Rydon (Álvarez et al. 2006), C Red entomológica.	43
Figura 12. A. Soporte colocado en bases de trampas Van Someren-Rydon para evitar pérdida de datos por caída o movimiento de la misma, B. Trampa Van Someren-Rydon instalada y activada.	43
Figura 13. A. Captura de lepidópteros diurnos por medio de red entomológica, B. Manipulación de lepidópteros diurnos capturados con red entomológica.	43
Figura 14. A. Manipulación de recipiente con atrayente, B. Colocación de atrayente de pescado en descomposición, C. Colocación de atrayente de guineo fermentado, D. Esquema de ubicación y de aplicación de atrayentes en trampas Van Someren-Rydon.	44
Figura 15. A. Trampas en actividad con lepidópteros diurnos, B. Revisión de trampas Van Someren-Rydon.	45
Figura 16. Fotografía de <i>Heliconius hecale zuleika</i> captada en proceso de alimentación sobre flor de <i>Lantana cámara</i> , en alrededores de trampa Van Someren-Rydon, utilizada para identificación InSitu.	45
Figura 17. Técnica para manipulación y almacenamiento de especímenes de lepidópteros (Álvarez et al. 2006). ..	46
Figura 18. Sobre triangular para el almacenamiento de ejemplares de lepidópteros diurnos recolectados en campo (Ivania García 2015).	46
Figura 19. Extensor de alas de lepidópteros diurnos (Márquez 2005).	47
Figura 20. Montaje de lepidópteros diurnos.	48
Figura 21. Identificación de lepidópteros diurnos en museo de entomología de la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador.	48
Figura 22. Etiquetas a colocar en los ejemplares montados, con información referente a la localidad de la recolecta, nombre científico (Ivania García 2015).	49
Figura 23. Cajas entomológicas con diferentes especies de lepidópteros diurnos.	49
Figura 24. Porcentaje de especies en cada una de las familias estudiadas.	56
Figura 25. Porcentaje de individuos en cada una de las familias estudiadas.	57
Figura 26. Número de especies por zona de muestreo.	57
Figura 27. Abundancia por punto de muestreo.	58
Figura 28. Curva de acumulación de especies.	58
Figura 29. Comparación del número de especies registradas y número de especies exclusivas en cada punto de muestreo.	60
Figura 30. Porcentaje de exclusividad de las especies en todo el inventario.	60
Figura 31. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto uno “El Cobano”. ..	61
Figura 32. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto uno “El Cobano”.	62
Figura 33. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “El Cobano”. ...	62
Figura 34. Curva de rango- abundancia, punto “El Cobano”.	63

Figura 35. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto dos, “Majaditas”	64
Figura 36. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto dos “Majaditas”	65
Figura 37. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Majaditas”	66
Figura 38. Curva de rango- abundancia, punto “Majaditas”	66
Figura 39. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto tres, “Cárcava 3” ..	67
Figura 40. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto 3, “Cárcava 3”	68
Figura 41. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Cárcava 3”	68
Figura 42. Curva de rango- abundancia, punto “Cárcava 3”	69
Figura 43. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto cuatro, “Los Planes”	70
Figura 44. Número de especies e individuos por familia, registrados en el punto cuatro, “Los Planes”	70
Figura 45. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Los Planes” ..	71
Figura 46. Curva de rango- abundancia, punto “Los Planes”	71
Figura 47. Comparación de la riqueza estimada y esperada en los puntos de muestreo.....	72
Figura 48. Dendograma del coeficiente de similitud de Sorenson.	75
Figura 49. Dendograma del coeficiente de similitud de Jaccard.	76
Figura 50. Gráfico de normalidad para punto El Cobano	78
Figura 51. Gráfico de normalidad para punto Majaditas.	78
Figura 52. Gráfico de normalidad para punto Cárcava 3.....	78
Figura 53. Gráfico de normalidad para punto Los Planes.	78
Figura 54. Gráfico de normalidad para todo el ecosistema.	78
Figura 55. Correlación de rangos de Spearman Altura-Abundancia	79
Figura 56. Abundancia reportada en los diferentes estratos altitudinales	79
Figura 57. Correlación de rangos de Spearman Altura-Riqueza.	80
Figura 58. Riqueza reportada en los diferentes estratos altitudinales.	80

ABREVIATURAS O SIMBOLOGÍA.

- **ACE:** Abundance Coverage Estimator.
- **MARN:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- **msnm:** Metros Sobre el Nivel del Mar.
- **PNM:** Parque Nacional Montecristo.

RESUMEN.

En la presente investigación se establecieron cuatro estratos altitudinales a 700 msnm (El Cobano), 1187 msnm (Majaditas), 1668 msnm (Cárcava 3) y 1878 msnm (Los Planes). En cada punto de muestreo se instalaron 4 trampas del tipo Van Someren-Rydon en las cuales se agregó atrayente elaborado con guineo fermentado y pescado en descomposición de manera intercalada, se activaron durante un periodo de 48 horas y se revisaban cada 24 horas con el fin de verificar que estas estuvieran activas, además se hizo uso de la red entomológica para capturar especies que sobrevolaran los alrededores de las trampas. Se encontraron 101 especies y 930 individuos, logrando un 70.63% del inventario para todos los puntos muestreados y un porcentaje de exclusividad de especies del 31.06% en El Cobano, 11.88% en Majaditas, 9% en la Cárcava 3 y 7% en Los Planes.

Las especies registradas pertenecen a ocho familias: Nymphalidae, Pieridae, Hesperidae, Papilionidae, Riodinidae, Erebidae, Lycaenidae y Geometridae. La familia que presentó mayor riqueza con un total de 60 especies fue la Nymphalidae y las familias con menor riqueza fueron Lycaenidae y Geometridae con dos y una especie respectivamente, de igual forma la familia más abundante fue la Nymphalidae con 589 individuos, seguida de Pieridae con 147 individuos. De las 101 especies reportadas, 66 se encontraron en la zona baja (El Cobano), seguida de Majaditas que presentó un total de 45 especies, en los puntos Cárcava 3 y Los Planes que están ubicados a mayor altura fue donde hubo un registro de 22 y 20 especies respectivamente. En cuanto a la abundancia se pudo observar una tendencia similar, registrando los mayores niveles en zonas bajas. En El Cobano (zona baja) y Majaditas (zona media) hubo 442 y 182 individuos respectivamente y en Cárcava 3 (zona alta) y Los Planes (zona muy alta) con menores registros de 177 y 129 para cada zona, al analizar estos resultados se puede afirmar que a mayor altitud existe menor registro de riqueza y abundancia y se puede comprobar con el coeficiente de correlación de rangos de Spearman el cual presentó un total de -1 indicando que existe una relación inversa entre las variables estudiadas. En cuanto a la riqueza específica las comunidades de El Cobano y Majaditas presentan un índice de Margalef de 10.67 y 8.455 respectivamente lo cual indica que son zonas de mayor diversidad, en cambio las comunidades de zonas altas Cárcava 3 y Los Planes presentaron valores de 4.057 y 3.91 respectivamente indicando que son zonas

menos diversas. El índice de Simpson indica que en los puntos El Cobano, Majaditas y Cárcava 3 existe alta dominancia de especies. El índice de Shannon-Wiener muestra que El Cobano y Majaditas tiene valores de 3.392 y 3.292 respectivamente indicando que las zonas se distribuyen de forma más homogénea y los puntos Cárcava 3 y Los Planes obtuvo datos de 1.869 y 2.639.

I. INTRODUCCIÓN.

Se establecieron cuatro estratos altitudinales dentro del PNM, cuya selección se realizó mediante el conocimiento de datos bibliográficos sobre los requerimientos ambientales que poseen las mariposas. Para la captura de especies de lepidópteros diurnos se empleó trampas del tipo Van Someren-Rydon a la que se le adiciono atrayente de pescado en descomposición y guineo fermentado y red entomológica para la captura de especies que se acercaban a los alrededores de la trampa atraídas por el aroma pero que no ingresaban a ella.

Se reportaron 101 especies de las cuales 66 se encontraron en la zona de El Cobano, siendo esta la zona con mayor riqueza y abundancia seguida de Majaditas que presentó un total de 45 especies, en la Cárcava 3 y Los Planes que son zonas de mayor altitud fue donde hubo un registro de 22 y 20 especies respectivamente, en cuanto a la abundancia se pudo observar resultados similares indicando que a mayor altura existe un descenso en la abundancia. En cuanto a la riqueza específica las comunidades de El Cobano y Majaditas presentan un índice de Margalef de 10.67 y 8.455 respectivamente lo cual indica que son zonas de mayor diversidad, en cambio las comunidades de zonas altas Cárcava 3 y Los Planes presentaron valores de 4.057 y 3.91 respectivamente indicando que son zonas menos diversas.

Con dichos datos se puede dar a conocer que el comportamiento de las poblaciones de Lepidópteros en un gradiente altitudinal varía de la siguiente forma, en zonas de baja altitud se pueden encontrar mayor biodiversidad, mayor riqueza y abundancia debido a las condiciones propicias que hay en la zona, tales como buena incidencia lumínica, presencia de plantas con flor y una temperatura óptima para la termorregulación de las especies de Lepidópteros. En zonas de mayor altitud la biodiversidad es menor fenómeno ocasionado por las bajas temperaturas, poca disponibilidad de espacio y ausencia de plantas con flor.

Las mariposas pertenecen al orden Lepidoptera y constituye un grupo de insectos ampliamente distribuido que posee un gran potencial bioindicador de calidad de los ecosistemas (López y Florez 2009), son parte de la dieta de muchas especies de aves, además son polinizadoras de gran cantidad de especies de plantas (Pereira 2008). Una característica de los lepidópteros diurnos es que son muy sensible a variaciones climáticas y ecológicas (Camero y Calderón 2007).

Las mariposas están estratificadas en cuanto a gradientes (Camero y Calderón 2007) ya que muestran una estrecha asociación entre cambios altitudinales y cambios en la composición y diversidad de especies (Muñoz y Amarillo 2010). Una modificación del clima podría generar cambios en el periodo reproductivo, también la puesta de huevos se podría adelantar o retrasar, se puede dar el desplazamiento de mariposas a zonas que presentan las características idóneas para la supervivencia de estas (UICN 2008).

Un rasgo importante de los lepidópteros es que pueden ofrecer información acerca de un fenómeno tan importante como es el cambio climático y el calentamiento global, ya que estos sucesos están teniendo un efecto importante en la diversidad de mariposas.

No todos los gradientes influyen en un organismo o ecosistema del mismo modo (Cardoza 2011), por tal motivo fue muy importante realizar este estudio de diversidad de lepidópteros diurnos en un gradiente altitudinal y verificar que efecto tiene este factor sobre las poblaciones de mariposas y comprobar si la riqueza y abundancia tiende a disminuir a mayor altitud. El estudio de la fauna de lepidópteros a lo largo de un perfil altitudinal permitió tipificar ecosistemas (Camero 2003), y se aportó información sobre la composición y estructura de la fauna de mariposas diurnas en diferentes estratos altitudinales (Tobar et al. 2002).

Al conocer las diferentes variaciones altitudinales y de hábitats del Parque Nacional Montecristo, fue fundamental elaborar y desarrollar este trabajo, ya que permitió conocer la composición y estructura de las poblaciones de mariposas en los diferentes estratos altitudinales, además reconocer especies exclusivas de cada uno, las cuales poseen un mayor potencial bioindicador por estar restringidas a zonas específicas, al generar este conocimiento se brindó una herramienta importante para la toma de decisiones en los procesos de planificación en el manejo del área, ya que se produjo un listado de especies para cada estrato altitudinal, esta investigación constituye un aporte importante para el área y para futuras investigaciones ecológicas.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General.

Estudiar la diversidad de lepidópteros diurnos en un gradiente altitudinal, del Parque Nacional Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador.

2.2 Objetivos Específicos.

- ✓ Estimar la riqueza y abundancia de lepidópteros diurnos en los cuatro estratos altitudinales.
- ✓ Evaluar el efecto que el nivel altitudinal tiene sobre la diversidad y riqueza de especies de lepidópteros diurnos.
- ✓ Calcular el porcentaje de exclusividad de especies de lepidópteros diurnos en cada estrato altitudinal.
- ✓ Comparar la biodiversidad de lepidópteros diurnos entre los cuatro estratos altitudinales.

III. MARCO TEORICO.

3.1 Antecedentes.

En el Parque Nacional Montecristo el 40% del ámbito de alturas oscila entre 500 y 1199 msnm; 50% entre 1200 y 1799 msnm y 10% entre 1800 y 2099 msnm, debido a la variación altitudinal, el 40% es bosque mediano perennifolio, 33% son pinares y robledales, 13% son plantaciones forestales, 8% son bosques subcaducifolios, 3% son bosques nebulosos y el 3% restante lo constituyen chaparrales, matorrales y arbustos deciduos y además posee la mayor riqueza de especies de flora y fauna endémica y/o restringida en el país (MARN 2006). En el Parque Nacional Montecristo la Clase Insecta es probablemente el taxón más diverso (Komar et al. 2006), además las mariposas poseen amplitud de ocupación de hábitats, rango geográfico, algunas especies están especializadas a ciertos hábitats y presentan patrones biológicos correlacionados con otros taxones (Andrade 1998).

Serrano (1972) realizó un aporte muy grande al área de la entomología, básicamente elaboro una guía taxonómica de mariposas de la familia Papilionidae de El Salvador, el principal objetivo fue la elaboración de la guía, pero complementó su estudio con algunas notas biológicas generales e ilustraciones de todas las especies descritas y un resumen del trabajo hasta ahora realizado este grupo en el país, mencionando que se habían reportado hasta el año 1972 aproximadamente 348 especies de mariposas en El Salvador. De éstas, 24 pertenecen a la familia Papilionidae. A la vez esta investigación representa el inicio de un esfuerzo por describir en esta misma forma en el futuro inmediato todas las mariposas (Papilionoidea) de El Salvador

López (2008) realizó un inventario rápido de mariposas diurnas en la playa El Icacal y registró un total de 1856 individuos pertenecientes a 84 especies.

Carrillo et al (2010) presentó un estudio sobre la diversidad, composición y estratificación de mariposas de la Familia Nymphalidae y otras familias en el Área Natural Protegida Plan de Amayo. Identificaron nueve familias, las cuales fueron: Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae, Lycaeniidae, Hesperidae, Riodinidae, Sematuridae, Arctiidae y Uraniidae y 99 especies. El grado de estratificación de las mariposas reflejó que, de las 99 especies recolectadas en campo, 63 especies no presentan estratificación, mientras que 36

especies si la presentaron, de estas, 11 especies se encontraron tanto en la parte alta como en la baja y elaboraron una guía ilustrada con información morfológica, de distribución y hábitos, para la captura de lepidópteros emplearon trampas Van Someren – Rydon con cebo de guineo fermentado.

Otro aporte al área lepidopterológica fue un estudio de diversidad y composición de mariposas de la familia Nymphalidae, en el Área Natural Protegida La Joya, en el cual registraron 70 especies de fruteras de la Familia Nymphalidae, un aporte muy significativo ya que en este trabajo fue el primer registro en el país de la especie *Evenus ganymedes* perteneciente a la familia Lycaenidae (Gamez 2010).

Castillo y Estrada (2011) estudiaron la diversidad y estratificación de la comunidad de mariposas Nymphalidae fruteras en las épocas lluviosa, seca y sus transiciones, utilizando trampas Van Someren Rydon registrando un total de 1003 individuos de 8 subfamilias, 29 géneros y 51 especies de la familia Nymphalidae fruteras distribuidas en el dosel y sotobosque. Además, capturaron 1195 individuos pertenecientes a 6 familias con 19 subfamilias y 167 especies de mariposas diurnas también, se reportan 25 individuos de 6 familias con 11 subfamilias de 19 especies de mariposas nocturnas. Ambos grupos de mariposas fueron capturados con red batidora o de mano. Sumando un total de 2,223 individuos de 208 especies de Lepidoptera.

Sorto (2013a) publicó un estudio de mariposas diurnas de la Reserva de la Biosfera, Sierra Apaneca – Lamatepec, cuyo principal objetivo fue conocer la riqueza y abundancia de lepidópteros, donde los principales factores las dos épocas del año (lluviosa y seca) y diferentes tipos de ecosistema, registrando 1968 individuos, pertenecientes a 286 especies de mariposas.

Todos estos estudios se han basado en la composición, estructura y diversidad de mariposas en diferentes sitios, pero ninguna ha evaluado estos aspectos en un gradiente altitudinal. Como es el caso del estudio de diversidad de mariposas de la superfamilia Papilionoidea y Hesperoioidea del Parque Nacional Walter Thilo Deininger, en un gradiente altitudinal comprendido entre los 5 y los 297 msnm. Además de tener como principal finalidad generar un listado, los autores detallaron la distribución local y estacional de mariposas en el área, tomando en cuenta factores como el clima, la vegetación, entre otros,

un aporte importante de esta investigación fue el registro de 8 especies pertenecientes a la familia Hesperiidae, que constituyeron nuevos registros para el país (López y Sermeño 2009).

En El Parque Nacional Montecristo López et al (2010), realizó un estudio sobre mariposas frugívoras, dicho estudio únicamente fue efectuado en el antiguo casco de la hacienda Montecristo a una altura de 820 msnm, el autor empleo trampas Van Someron – Rydon cebadas con ron, cerveza y fruta fermentada y capturó 38 especies de lepidópteros frugívoros de la Familia Nymphalidae.

Zepeda y Estrada (2011) realizaron un inventario de mariposas en el Área Natural Protegida El Espino – Bosque Los Pericos entre los meses de mayo y noviembre del 2011, siendo el primer inventario de Entomofauna en esta Área Natural, los muestreos se efectuaron en el principal hábitat de la zona: plantación de café bajo sombra, en donde se ha encontrado a la fecha un total de 1,859 individuos de mariposas, con un total de 117 géneros y 184 especies pertenecientes a 27 subfamilias y 6 familias.

Otros estudios cuya base fundamental no es la diversidad de mariposas, pero que constituyen un aporte importante al área lepidopterológica es el estudio de mariposas diurnas como indicadores de conectividad del corredor biológico: El Imposible, Sierra Apaneca-Lamatepec, donde se analizó la preferencia de hábitat y patrones de movimiento de las mariposas en los diferentes sitios de muestreo, demostrando que los corredores biológicos pueden funcionar como sitios de movimiento de mariposas generalistas y como hábitat para mariposas especialistas (Sorto 2013b) y el estudio referente a la cría en laboratorio de dos especies *Evenus regalis* y *E. batesii*, ambas pertenecientes a la familia Lycaenidae, el principal propósito de este documento fue, presentar el primer registro de cría de *E. batesii* y también el primer hallazgo de esta especie en El Salvador, además de comparar y contrastar los estados inmaduros de *E. batesii* con los de *E. regalis* (Sermeño et al. 2013).

3.2 Origen del orden y generalidades.

El fósil de Lepidoptera más antiguo que se ha encontrado proviene del período Jurásico hace unos 190-195 millones de años (Chacón y Montero 2007). Evolutivamente las mariposas están muy cerca de los individuos del orden Trichoptera, debido a las similitudes en las alas y en su aparato bucal (Díaz y Ávila 2002).

Los lepidópteros son considerados como uno de los grupos de insectos más modernos evolutivamente hablando. La separación entre lepidópteros y tricópteros ocurrió al principio del Mesozoico. Su radiación ha sido relativamente rápida, paralela a la de las angiospermas, y las ramas mayores evolucionaron hace 140–90 millones de años. Los cambios morfológicos adaptativos en el proceso evolutivo de los lepidópteros afectan fundamentalmente a sus hábitos tróficos, modo de ovoposición, estructura alar, y locomoción del estadio larvario (Baquero et al. 2011).

La mayor diversidad y abundancia de lepidópteros se encuentra en las zonas tropicales, pero su distribución abarca desde las regiones desérticas a las altas montañas, incluso hasta el ártico (Baquero et al. 2011).

3.3 Anatomía externa de las mariposas.

Los lepidópteros, como el resto de los insectos presentan un cuerpo dividido en tres secciones: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1); pero poseen una característica básica que las diferencia del resto, que es la presencia de escamas sobre sus cuatro alas membranosas, estas escamas imbricadas se disponen como las tejas de un tejado, y son las responsables del colorido tan variado de sus alas (Mortera 2007).

En la cabeza: destacan, por su gran tamaño relativo, presentan dos ojos compuestos, cada uno de los cuales está formado por cientos de omatidios; también aparecen dos antenas con funciones sensoriales (Figura 1). Las piezas bucales están muy modificadas, de modo que forman un tubo chupador, compuesto por las maxilas que están acanaladas en la cara interior y ensambladas, y que recibe el nombre de probóscide o espiritrompa; la mariposa absorbe el néctar de las flores y otros alimentos líquidos por este tubo, que queda enrollado cuando el insecto no lo emplea (Mortera 2007).

El tórax: está compuesto primariamente por tres segmentos: protórax, de donde parten las patas anteriores; mesotórax, de donde arrancan las patas medias y las alas anteriores, y metatórax, que sostiene las patas posteriores y las alas posteriores (Figura 1). En algunas familias, las patas anteriores están muy reducidas, de modo que no son útiles para la marcha. Las cuatro alas siempre están bien desarrolladas, y tienen una venación que por lo general no es visible al estar oculta bajo las escamas; sobre las alas se disponen las escamas, que en realidad son pelos modificados que han adoptado esta compleja estructura imbricada,

y que dan lugar a los colores de las alas de las mariposas. Un caso específico de escamas transformadas es el de los androconios, que son unas áreas del ala de los machos de algunas especies en que las escamas han adquirido una función de atracción química sobre las hembras (Mortera 2007).

El abdomen: consta de diez segmentos, donde se localizan los órganos digestivos, reproductores y la mayor parte del sistema circulatorio y nervioso (Mortera 2007).

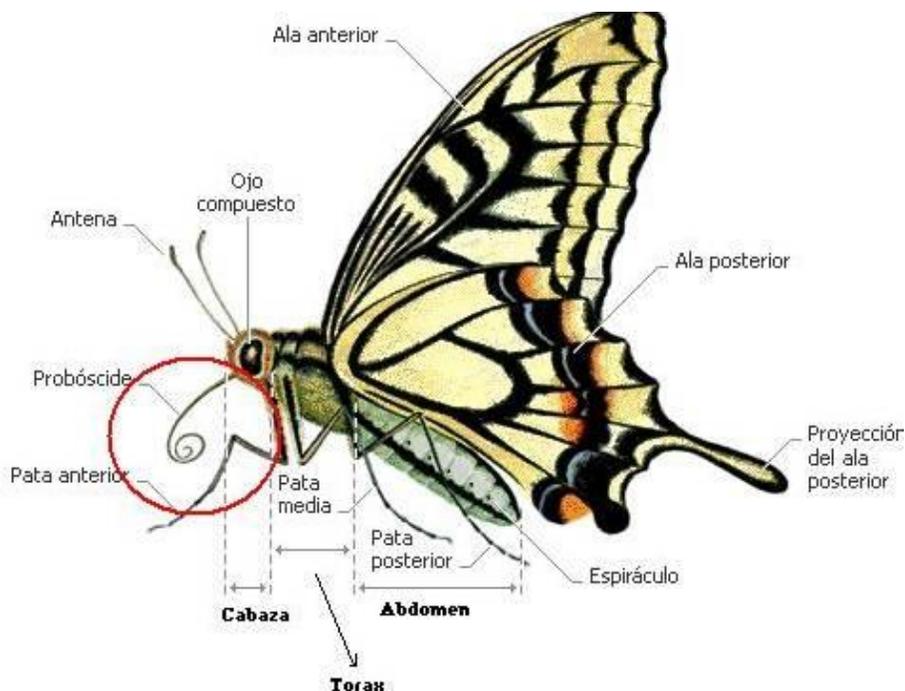


Figura 1. Anatomía externa los organismos del orden Lepidoptera (Bar 2009).

3.4 Ecología de los lepidópteros diurnos.

3.4.1 Alimentación.

La alimentación en las mariposas es muy variada, las larvas se alimentan de hojas de una o varias especies de plantas; las pupas no se alimentan y los adultos pueden abarcar una amplia gama de sustratos (López y Sermeño 2009). Algunos lepidópteros succionan y absorben los fluidos de las frutas dañadas, otras agujerean la piel de mamíferos y frutas utilizando la probóscide. Los lepidópteros con la probóscide desarrollada pueden alimentarse de diferentes fuentes y esto depende de las necesidades que posea y de las sustancias que busque. Las observaciones de campo revelan información respecto a los sustratos utilizados por las mariposas diurnas para buscar su alimento, por ejemplo; charcos, barro, tierra, espuma

de jabón, sal, sangre, semillas, nectarios florales y extraflorales, frutos y semillas en descomposición, estiércol, savia, polen humedecido con néctar, y estudios de laboratorio comprueban que son 4 las sustancias más buscadas: agua, aminoácidos, azúcares y sales (Chacón y Montero 2007).

3.4.2 Reproducción.

En muchas especies los adultos se aparean inmediatamente después de emerger de la pupa, las hembras secretan feromonas a través de una glándula especializada llamada gonoporo y los machos a su vez producen esencias para el cortejo en diferentes partes de su cuerpo como las alas y las patas. Los machos son atraídos por las hembras mediante estímulos químicos y visuales. Las feromonas pueden ser detectadas por los machos a kilómetros de distancia, mediante las antenas, cuando la hembra está receptiva el macho se aferra a su genital mediante sus valvas y luego insertan el edago o pene. El esperma es depositado y el macho secreta una delgada membrana en forma de saco llamado espermatoforo alrededor de la masa de esperma de esta forma este queda encapsulado; la hembra disuelve el espermatoforo con sus enzimas permitiendo que el esperma contenido en éste viaje a través del conducto seminal a otra bolsa de almacenamiento relacionada con los ovarios donde permanece y recibe nutrientes hasta que fertiliza los huevos los cuales pasan por el oviducto hasta la vagina (Chacón y Montero 2007).

3.4.2.1 Ciclo de vida.

Los lepidópteros, al igual que otros insectos holometábolos (Figura 2) sufren un cambio drástico importante durante su desarrollo postembrionario, pasan por los estadios de huevo, larva, pupa o crisálida y adulto durante su ciclo vital (Baquero et al. 2011).

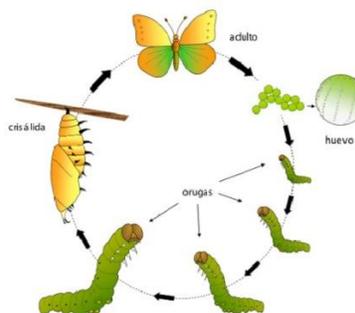


Figura 2. Ciclo de vida de lepidópteros diurnos, estadios huevo, larva, pupa o crisálida y adulto o imago, tomada de (Baquero et al. 2011).

Huevo: las hembras depositan los huevos generalmente en masas, o dispersos sobre las plantas que servirán como recurso alimenticio a sus orugas y pueden eclosionar al cabo de unos pocos días o semanas, o pueden permanecer fisiológicamente inactivos a lo largo de un periodo (Baquero et al. 2011). Estos poseen muchas formas y diferentes texturas. De acuerdo a la familia a la que pertenecen los huevos son fáciles de reconocer, por su forma y orientación. Los huevos son una fuente potencial de alimento para los depredadores, debido a esta presión las hembras han desarrollado diferentes métodos de protección, como ovopositar en lugares escondidos o simulando la coloración del sitio de ovoposición (Chacón y Montero 2007).

Larva: esta fase es la de nutrición y crecimiento del ciclo de vida de la mariposa, en este período la larva se limita a alimentarse puesto que usara su reserva alimenticia en las fases posteriores y crecer. La larva está constituida por una cabeza con fuertes mandíbulas encajadas en una cápsula cefálica, seguida de un cuerpo alargado que contiene el tracto digestivo, todas las orugas presentan tres pares de patas verdaderas y en los segmentos finales se encuentran cinco pares de propatas que son prolongaciones de la pared corporal usados para adherirse al sustrato, poseen un exoesqueleto rígido, por lo que la oruga debe mudarlo varias veces durante su desarrollo (García et al. 2002).

Pupa o crisálida: en esta etapa, las células o discos imaginales se encargan de dirigir el reordenamiento de las sustancias acumuladas por las larvas para la formación del adulto dentro de la pupa, la pupa puede abandonar su capullo por medio de factores físicos y químicos, en el primer caso las mariposas utilizan sus mandíbulas para cortar el capullo, en el segundo caso, las pupas secretan una sustancia ablandadora que debilita el capullo y facilita la emersión del adulto (Chacón y Montero 2007).

Adulto o imago: esta fase ocurre cuando la crisálida se rompe y de ella emerge el imago o insecto adulto, al salir extiende sus alas para secarlas y, una vez alcanzada su extensión definitiva, emprende el vuelo. El adulto puede vivir semanas o más raramente unos meses y su principal función es la reproducción, procediendo a la cópula para cerrar el ciclo (Mortera 2007).

Las mariposas son animales unisexuales y en muchos casos se presenta el llamado dimorfismo sexual, es decir, el macho y la hembra de la misma especie presentan diferencias

tanto en tamaño como en coloración y forma o en las tres características a la vez (Díaz y Ávila 2002).

3.5 Taxonomía.

El orden de los Lepidópteros es dividido con frecuencia en dos grupos artificiales: los Ropalóceros, o mariposas diurnas, y los Heteróceros, o mariposas nocturnas y esta división no está en absoluto basada en relaciones filogenéticas, sino que se trata de una clasificación con efectos prácticos (Mortera 2007). A nivel mundial existe un estimado de 18.000 especies de mariposas diurnas y al menos el 42% de ellas se encuentra en el Neotrópico (Lamas 2000). El Orden Lepidoptera se divide en cuatro subórdenes: Zeugloptera, Aglossata, Heterobathmiina y Glossata (Chacón y Montero 2007) y está formado por 20 superfamilias y aproximadamente 75 familias y constituyen el orden más grande de los insectos después de los coleópteros (Díaz y Ávila 2002).

3.5.1 Características taxonómicas para clasificación.

Para la identificación taxonómica de los organismos del orden Lepidoptera se deben tomar en cuenta diferentes características en la morfología externa de las mariposas, una de ellas es que los lepidópteros poseen diminutas escamas imbricadas, que se disponen como las tejas de un tejado, y son las responsables del colorido tan variado de sus alas que constituye una característica fundamental en la identificación pues marcas de color específico pueden ser consideradas marcas de campo importantes, la venación de los Lepidópteros es otro carácter taxonómico, de modo que las distintas áreas y venaciones reciben nombres específicos (Figura 3). En el extremo del abdomen se encuentran los órganos genitales, que suelen recibir el nombre de genitalias (andropigios, en el caso de los machos, y ginopigios en el de las hembras); estas piezas reproductoras son claves a la hora de hacer una correcta determinación de cualquier especie en estudio (Mortera 2007).

López (2007) presenta un listado de las principales familias y subfamilias de lepidópteros de El Salvador, descritas a continuación.

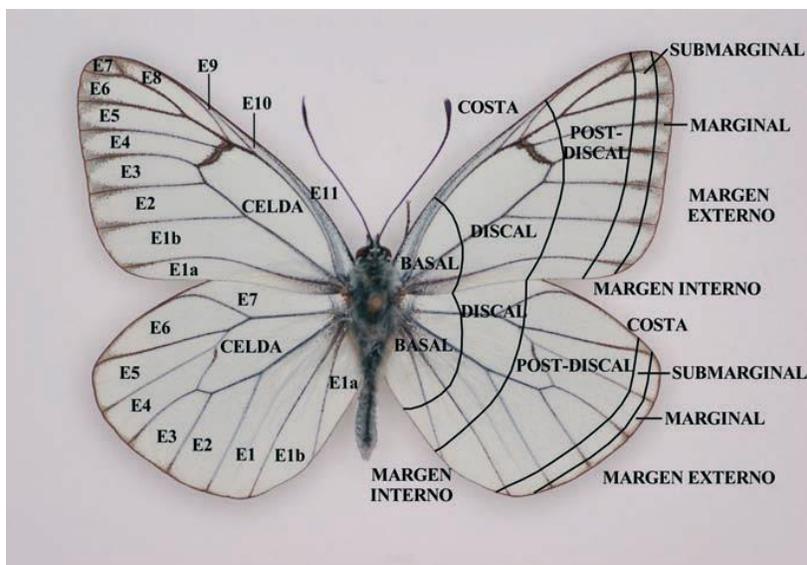


Figura 3. Venaciones y estructuras importantes en la identificación taxonómica de lepidópteros (Mortera 2007).

3.5.1.1 Principales familias y subfamilias de El Salvador.

Familia Hesperiidae: son mariposas diurnas, pequeñas de tamaño pequeño a mediano, con el cuerpo robusto, poseen la cabeza más ancha que el tórax, las antenas están muy separadas entre sí, poseen una probóscide bien desarrollada, la hembra se caracteriza por depositar sus huevos de forma solitaria, los miembros de esta familia se caracterizan por un vuelo rápido y muy irregular, si bien la mayoría son diurnos existen especies crepusculares, presentan numerosos caracteres sexuales secundarios, en especial los machos, como los órganos de dispersión de esencias que están presentes en alas y patas, están distribuidas en todo el mundo y contiene alrededor de 3500 especies y 500 géneros (Chacón y Montero 2007) y en el Neotrópico cuenta con aproximadamente 1000 especies y es la más diversa después de la familia Nymphalidae. Algunas especies son plagas de importancia económica en cultivos de frijol. (García et al. 2002).

Subfamilia Hesperinae: poseen una longitud del ala anterior de 9-30 mm y constituye el grupo más grande de la familia Hesperiidae, muy bien distribuidas y se han descrito aproximadamente 2000 especies en 325 géneros (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Pyrginae: el ala anterior tiene una longitud de 13-35mm, posee caracteres sexuales únicos, el macho presenta en el ala anterior un pliegue costal, donde están las escamas androconiales, los individuos de esta subfamilia descansan bajo las hojas con las

alas abiertas y extendidas y se encuentra presente en todas las regiones zoogeográficas (Chacón y Montero 2007).

Familia Papilionidae: son de tamaño grande a muy grande, la cabeza y los palpos maxilares son diminutos, las alas posteriores presentan colas en muchas especies, utilizan sus seis patas para caminar y desplazarse, las hembras depositan los huevos solitarios. Los adultos a menudo se alimentan de néctar, barro, arena húmeda, depósitos de sal y carroña los adultos son dimórficos (Chacón y Montero 2007), algunas características morfológicas de esta familia es la presencia de antenas cortas y recurvadas hacia arriba, ojos compuestos grandes, las plantas hospederas de los papiliónidos pertenecen a las familias: Annonaceae, Apiaceae, Aristolochiaceae, Hernandiaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Piperaceae y Rutaceae (García et al. 2002).

Familia Pieridae: son mariposas diurnas muy llamativas de tonos claros, como blanco, amarillo y anaranjado, son de tamaño mediano y con los tres pares de patas bien desarrollados y aptos para la marcha (Mortera 2007), se caracterizan por no poseer palpos maxilares y la hembra pone los huevos solitarios o en grupo, muchas especies son migratorias y presentan variaciones estacionales en zonas templadas y en el trópico adoptan formas de época lluviosa y época seca, algunas especies son plagas de plantas de la familia Brassicaceae (Chacón y Montero 2007). Esta familia está ampliamente distribuida por todo el mundo y comprende un total de 71 géneros y alrededor de 1220 especies agrupadas en cuatro subfamilias, y tres de ellas (Pierinae, Coliadinae y Dismorphinae) se encuentran en el Neotrópico, cuyas principales plantas hospederas son de las familias, Brassicaceae, Capparidaceae, Fabaceae, Loranthaceae (García et al. 2002).

Subfamilia Pierinae: es la subfamilia más grande de la familia Pieridae, son de colores blanco, amarillo y anaranjado resultado de una pigmentación en las escamas, poseen patas bien desarrolladas para caminar, los adultos se alimentan de néctar y ocupan una gran variedad de hábitats (García et al. 2002), la longitud del ala anterior es de 20-47 mm, constituye una subfamilia cosmopolita con una gran diversidad en los trópicos (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Dismorphinae: el ala anterior tiene una longitud de 22-43 mm, las alas poseen pigmentos llamados carotenoides que son responsables de la coloración anaranjada y

amarilla, es una subfamilia Neotropical y se han descrito cerca de 100 especies en 6 géneros (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Coliadinae: la longitud del ala anterior es de 14-55 mm, es una subfamilia cosmopolita, con una gran diversidad en los trópicos (Chacón y Montero 2007).

Familia Lycaenidae: son mariposas diurnas de tamaño pequeño y mediano utilizan sus 6 patas para desplazarse, los ojos pueden ser peludos o no, palpos labiales bien desarrollados, en estados larvales y púpales (Chacón y Montero 2007), por lo general, suelen mostrar coloraciones azules o anaranjadas, siendo frecuentes las coloraciones metálicas, y en la cara ventral presenta fondos verdes, cafés o blancos, con manchas, puntos y líneas oscuras. Las plantas hospederas de este grupo incluyen las familias, Acanthaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Orchidiaceae (García et al. 2002).

Muchos licénidos están asociados con hormigas la cual muchas adaptaciones como órganos de los que se secretan gotas de sustancias azucaradas con las que recompensan a las hormigas, esta asociación podría estar relacionada con el hecho de que los licénidos del follaje, algunas larvas son carnívoras y otras se alimentan de hongos y líquenes, son cosmopolitas y se han descrito alrededor de 6000 especies (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Lycaeninae: longitud del ala anterior de 8-35 mm, las larvas de esta familia parecen babosas y algunas están asociadas a hormigas, es una subfamilia cosmopolita y se han descrito 4000 especies en unos 500 géneros (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Riodininae: son mariposas diurnas de atractivos colores, y presentan alas de diferentes formas, el ala anterior tiene una longitud de 9-35 mm, las larvas son en forma de huso y algunas son peludas y están asociadas a hormigas, es una subfamilia ampliamente distribuida en los trópicos (Chacón y Montero 2007).

Familia Nymphalidae: son mariposas diurnas de tamaño variable y presentan gran variedad en la coloración y patrón de las alas, la hembra pone los huevos solitarios. Algunos ninfálicos tienen órganos timpánicos situados en las bases hinchadas de las venas de las alas, está distribuida en todo el mundo y es el grupo que conforma la tercera parte de todas las mariposas diurnas con alrededor de 6000 especies (Chacón y Montero 2007).

Los ninfálidos se caracterizan por tener las patas anteriores más pequeñas que el resto y no aptas para la marcha. Algunas especies muestran comportamientos migratorios y otras especies no visitan las flores, mostrando tendencias arborícolas (Mortera 2007).

Subfamilia Libytheinae: es una subfamilia pequeña y cosmopolita, las alas anteriores tienen forma falcada y su ápice es cuadrado, cuando están en reposo pasan completamente desapercibidas por su coloración críptica. Las plantas hospederas pertenecen a la familia Ulmaceae (García et al. 2002), se les conoce como mariposas narigonas, porque poseen los palpos labiales dirigidos hacia el frente, son de tamaño mediano, y son de color anaranjado y café, con el ápice color negro. Los adultos tienen comportamiento migratorio (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Heliconiinae: estas mariposas se caracterizan por la forma alargada de sus alas y por el vuelo pausado, generalmente vuelan en el sotobosque y en sitios abiertos. La mayoría de las especies exhiben coloración aposemática (García et al. 2002), son de gran interés biológico en estudios sobre mimetismo, ecología y evolución, la longitud del ala anterior es de 23-54 mm, estas especies habitan el trópico y el neotrópico (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Nymphalinae: es la subfamilia más grande dentro de la familia Nymphalidae y constituye un grupo muy heterogéneo y por lo tanto difícil de caracterizar, ya que sirve como una especie de cajón taxonómico para acomodar muchos géneros que no se pueden adjudicar con claridad a las otras subfamilias de Nymphalidae, los adultos exhiben gran variedad de hábitos alimenticios incluyendo néctar floral, frutos en descomposición, secreciones de las cortezas de los árboles, excremento (García et al. 2002), poseen un gran colorido y pueden ser grandes y pequeñas, la longitud del ala anterior va de 12-55 mm, poseen las patas anteriores reducidas. Muchas especies son migratorias y algunas son miméticas con otros ninfálidos, los adultos se alimentan de flores, frutas en descomposición y carroña, es una subfamilia cosmopolita (Chacón y Montero 2007).

Subfamilia Satyrinae: son de tamaño pequeño a mediano, de color pardo y tienen la característica de poseer manchas en forma de ojos en hileras cerca del margen de las alas posteriores, la longitud del ala anterior es de 15-52 mm. Es una subfamilia cosmopolita y con gran diversidad en zonas templadas y tropicales (Chacón y Montero 2007). Tienen infladas

las bases de las venas de las alas anteriores, formando una protuberancia visible a simple vista. Las plantas hospederas que utilizan pertenecen todas a las monocotiledóneas, siendo las familias más importantes en el Neotrópico la: Poaceae, Marantaceae, Arecaceae y Cyperaceae (García et al. 2002).

Subfamilia Ithomiinae: la longitud del ala anterior es de 19-49 mm, los adultos obtienen sustancias alcaloides al absorber el néctar de flores de plantas de las familias Boraginaceae y Asteraceae con las que producen feromonas sexuales que les confiere un sabor desagradable lo que les sirve de defensa contra los depredadores. Es una subfamilia Neotropical (Chacón y Montero 2007). Contiene alrededor de 320 especies en 47 géneros. Muchas de sus especies tienen alas transparentes, la mayoría se alimentan de la familia Solanaceae, de todas las mariposas neotropicales los Ithomiinae son los modelos más importantes para los complejos miméticos. Los adultos se alimentan principalmente de néctar, pero las hembras además obtienen nutrientes de las excretas frescas de aves, que les sirven como fuente de nitrógeno para la síntesis de huevos. Con pocas excepciones los Ithomiinae viven en los estratos bajos de los bosques, desde el nivel del mar hasta casi 3000 msnm, pero la mayor diversidad de especies se encuentra en los bosques de mediana elevación (García et al. 2002).

Subfamilia Morphinae: poseen colores atractivos, la longitud de las alas anteriores va de 29-91 mm, esta subfamilia está restringida en los trópicos (Chacón y Montero 2007). Ciertos géneros habitan bosques húmedos, vuelan en el dosel y el sotobosque son especies muy sensibles a perturbaciones humanas como la tala y destrucción del bosque. Las plantas hospederas de la subfamilia Morphinae incluyen las familias Arecaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Ochnaceae, Poaceae y Sapindaceae (García et al. 2002).

Subfamilia Danainae: son mariposas de vuelo lento, el ala anterior tiene una longitud de 36-56 mm, es una subfamilia mayoritariamente tropical (Chacón y Montero 2007), poseen antenas sin escamas, patas anteriores muy reducidas y los machos con frecuencia muestran parches androconiales negros en las alas posteriores o pinceles de pelos retráctiles en la región anal. Sus colores son principalmente anaranjado y amarillo. Utilizan como hospederas plantas de las familias Apocynaceae, Asclepiadaceae, Caricaceae y Moraceae (García et al. 2002).

3.6 Importancia de los lepidópteros diurnos.

Los lepidópteros son de gran importancia en los ecosistemas pues son muy numerosas las especies que las incluyen en sus dietas alimenticias tanto en fase de larva como de imago, cumplen con un papel regulador de poblaciones vegetales, la mayor parte de las mariposas diurnas desempeñan un papel importante en la polinización de muchas especies vegetales, este proceso lo realiza cuando succiona el néctar de las flores el polen se queda adherido a diversas partes de su cuerpo y es trasladado a otras flores favoreciendo la fecundación cruzada. Son ampliamente utilizadas como bioindicadoras, debido a que en numerosas especies, las condiciones necesarias para su supervivencia son muy estrictas, e incluyen la presencia de una planta nutricia específica, unos márgenes de temperatura y humedad muy estrechos y una determinada altitud (Pereira 2008) muchas especies pueden presentar rangos estrechos de tolerancia a los factores abióticos, lo que permite verificar el grado de perturbación existente en una zona, con base a las mariposas presentes (Andrade 1998).

3.7 Patrones ambientales.

3.7.1 Gradiente altitudinal.

Un gradiente, se puede definir como un cambio cuantitativo y que es susceptible de medir en un rango físico o ambiental en función de una variable dada (cambio de temperatura con altitud), en donde las características de las comunidades irán cambiando, de acuerdo al tipo y forma de respuesta al gradiente (Lomolino, 2001).

Los procesos y factores ecológicos involucrados en la distribución de las especies a lo largo del gradiente altitudinal no han sido totalmente esclarecidos y varían según los organismos y ecosistemas estudiados (Lomolino 2001).

La aplicación más sencilla del análisis de gradientes consiste en tomar muestras a intervalos, a lo largo de un gradiente ambiental como el de la altitud. La altitud es un gradiente complejo, ya que incluye a su vez los de temperatura, lluvia y viento y constituye un factor de fácil identificación, pero en algunas áreas no es posible encontrar un gradiente sencillo de medir, en tales situaciones se puede emplear técnicas de ordenación por virtud de las cuales se clasifica a las muestras con base a su relación mutua (Krebs 1978).

El método de análisis de gradientes implica la disposición de las poblaciones a lo largo de un eje ambiental con la consideración de la comunidad basada en coeficientes de frecuencia, distribución y similitud o en otras comparaciones estadísticas (Odum 1972).

Existen dos críticas fundamentales que ponen en tela de juicio el análisis de gradientes, la primera de ellas establece que todos los lotes estudiados con este análisis están alterados o no están en equilibrio con el ambiente, y la segunda plantea que las técnicas del análisis gradientes provocan que los datos tengan un aspecto continuo (Krebs 1978).

En términos generales cuanto más grande es el gradiente altitudinal, tanto más distintas o discontinuas son las comunidades, no sólo a causa de una mayor probabilidad de cambios abruptos en el medio físico, sino que los límites están más acusados por procesos de competición entre especies de acción recíproca e independiente (Odum 1972).

3.7.2 El gradiente altitudinal y las poblaciones.

La menor cantidad de especies de plantas y animales en las montañas en comparación con las especies de las tierras bajas ha sido sin duda conocida por las primeras sociedades humanas (Lomolino 2001).

La disminución de la riqueza de especies en un gradiente altitudinal es ampliamente aceptada como un patrón general, debido a la disminución de la temperatura y la consiguiente disminución de la productividad, la mayoría de los gradientes altitudinales tienen una zona más o menos estable de condensación a un cierto nivel que es muy visible en los trópicos, causando condiciones favorables para ciertos taxones (Rahbek 1995). Los estudios en gradientes con comunidades de mariposas muestran que la diversidad disminuye en zonas de mayor altitud y a la vez aumenta el porcentaje de exclusividad y endemismo (Camero y Calderón 2007).

Para la mayoría de los taxones, el número de especies alcanza su máximo dentro de las latitudes tropicales, disminuyendo hacia los polos. Entre los grupos terrestres, la riqueza de especies también tiende a ser más baja a elevaciones altas que a niveles intermedios o cerca del nivel del mar (Colwell y Hurlt 1994). La baja riqueza de especies de grandes

elevaciones puede reflejar las bajas tasas de invasión y/o las altas tasas de extinción de las poblaciones que las colonizan (Stevens 1992).

En la medida en que el gradiente altitudinal aumenta, se afirma que la riqueza se reduce monótonamente debido a la temperatura reducida y la consiguiente disminución en la producción. Por lo general, las áreas disminuyen con la elevación debido a un terreno generalmente más inclinado hacia los picos más altos (Rahbeck 1995).

Comprender los patrones altitudinales debe basarse en datos cualitativos bien recogidos, y las explicaciones deben basarse principalmente en desentrañar los mecanismos principales, tales como las causas físicas, incluidos los factores climáticos, el ancho estrecho del gradiente altitudinal y las perturbaciones históricas que dan forma a las especies disponibles. Para cualquier correlación de la naturaleza de la especie con variables medidas sobre un gradiente altitudinal, es necesario examinar si la correlación refleja un acoplamiento directo, o si podría ser el resultado de las interacciones de varios otros factores (Rahbeck 1995).

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Descripción del área de estudio.

El Parque Nacional Montecristo forma una masa de vegetación situada entre los países de Guatemala, Honduras y El Salvador. En nuestro país se encuentra ubicado en el departamento de Santa Ana, municipio de Metapán (Reyna 1979). El área se ubica en la región nor-occidental de El Salvador en los municipios de Metapán del Departamento de Santa Ana y Citalá del Departamento de Chalatenango, en El Salvador y en las regiones oriental y occidental de Guatemala y Honduras respectivamente (San Martín et al. 2005). Sus coordenadas geográficas son 14° 19' latitud norte y 89° 22' longitud oeste (Figura 4). La temperatura promedio en la parte baja es de 26°C, y en la zona alta es de 12°C, existe un promedio anual de precipitación de 3,000 mm en zonas altas y menos de 500 mm anuales en las zonas de menor altitud. (UNESCO – MAB 2010). El Parque Nacional Montecristo es un área con una gran riqueza de vida silvestre, resguardando una biodiversidad alta e importante (MARN 2013). Según Reyna (1979) los vientos predominantes en la región del cerro Montecristo son del norte y alcanzan velocidades de hasta 80 km/h en el mes de octubre y noviembre.

El Parque Nacional Montecristo tiene una extensión de 1,973 hectáreas y un rango altitudinal que va de desde los 700 hasta los 2,418 msnm (MARN 2013). Dentro del parque coexisten tres ecoregiones: bosque seco, bosque de pino-roble (pino-encino) y bosque montano húmedo (San Martín et al. 2005). Existen diferentes tipos de hábitats, 40% es bosque mediano perennifolio, 33% son Pinares y Robledales, 13% son plantaciones forestales, 8% son bosques Subcaducifolios, 3% son bosques nebulosos, 3% lo constituyen Chaparrales, matorrales y arbustos deciduos. Posee la mayor riqueza de especies de flora y fauna endémica y/o restringida en el país (MARN 2006).

Según Cardoza (2011), dentro del Parque Nacional Montecristo existen cuatro tipos de bosques, que son: Bosque seco que se extiende desde los 805-983 msnm, bosque mixto alto que se extiende desde los 1,059 hasta los 2,161 msnm, bosque pino-encino desde los 1,132 hasta los 1,799 msnm y bosque nublado que se extiende desde los 2,040 hasta los 2,368 msnm.

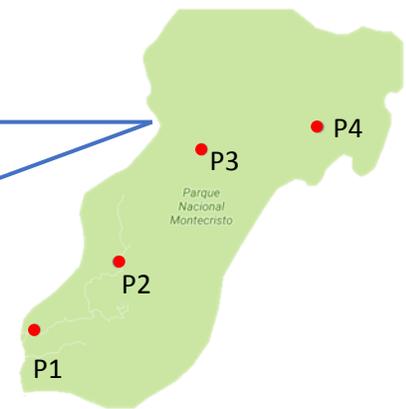


Figura 4. Mapa de la ubicación geográfica del Parque Nacional Montecristo (Elaborado por: Raquel Alvarado 2015).

4.2 Flora.

Se ha documentado la existencia de 177 especies arbóreas en el bosque nebuloso (Reyna 1979), se han determinado especies endémicas, entre ellas: 6 especies de helechos, 38 especies de orquídeas, 2 especies de bromelias, 4 especies de hierbas-arbustos y 2 especies de árboles. Algunas especies presentes del Parque Nacional Montecristo son: “ceiba” (*Ceiba pentandra*), “aceituno” (*Simarouba glauca*), “cedro” (*Cedrela odorata*) “caoba” (*Swietenia humilis*) “palo jiote” (*Bursera simarouba*) “conacaste” (*Enterolobium cyclocarpum*),

“castaño (*Cochlospermum vitifolium*), “cabo de hacha” (*Luehea candida*), “quercus” (*Quercus pendularis*), “pino” (*Pinus oocarpa*), entre otras (San Martín et al. 2005).

4.3 Suelo.

Suelo joven, desarrollo in situ, erosión laminar y en cárcavas, moderada y fuerte en el área, influencia humana moderada, drenaje interno moderado y externo excesivamente drenado, presenta 20 % de piedras y de 10-15 % de rocas aflorando en la superficie (Careaga et al. 2011) y están reportados cinco tipos de suelos: latosoles, litosoles, podosoles, latosoles forestales y latosoles pardo-forestales profundos (San Martín et al. 2005).

4.4 Hidrografía.

El Parque Nacional Montecristo se ubica en la cuenca alta del río Lempa y su red de drenaje en la porción norte contribuye de una manera significativa al cauce principal del río Lempa. Existen 21 cuencas, seis de ellas son las más importantes, las cuales son: Anguiatú, Atulapa, Sesecapa, Pomola, San José Ingenio y El Rosario (San Martín et al. 2005).

4.5 Diseño de muestreo.

4.5.1 Número de muestreos.

La fase de campo se desarrolló en seis meses, realizando un muestreo mensual desde junio a noviembre de 2016. Previo al inicio de la fase de muestreos de llevo a cabo un viaje exploratorio para la selección de puntos de muestreo. Antes de la visita al parque se revisó el pronóstico del clima para cerciorarse de que no hubiera temporal o algún percance climático que dificultase realizar el muestreo de manera eficiente. Cada gira de campo tuvo una duración de cuatro días de los cuales el segundo y cuarto día se ocupó para instalación de trampas y retiro de las mismas respectivamente y el tercer y cuarto día se empleó para el trabajo meramente ecológico.

4.5.2 Sitios de muestreo.

Se establecieron cuatro estratos altitudinales, que poseían características adecuadas para la observación de lepidópteros diurnos como: la presencia de espacios abiertos y con vegetación para que la diseminación de los aromas del atrayente fuese más fácil, la presencia de plantas con flores y algún cuerpo de agua, y que la radiación solar fuese adecuada.

Los estratos se ubicaron a 700msnm que se encuentra en el bosque seco, 1187msnm ubicado en bosque mixto, 1668 msnm bosque mixto alto y 1878 msnm que se encuentran en bosque mixto alto y pino encino (Cardoza 2011), la selección de los puntos de muestreo se realizó mediante conocimientos bibliográficos sobre requerimientos ecológicos de los lepidópteros para poder asegurar la efectividad de las trampas.

El Cobano (zona baja): este punto se ubicó a 700 msnm justo en la entrada del parque, y se ubicó en las siguientes coordenadas geográficas, 14°21'36.8"N, 89°25'03.9"O, el tipo de vegetación de esta zona es bosque seco y en época lluviosa hay algunas floraciones por lo cual constituyó un punto ideal para montaje y activación de trampas. A inmediaciones del transecto se encuentra un cuerpo de agua que es un atrayente natural para los lepidópteros, además al inicio del transecto hay una zona abierta con gran incidencia lumínica y con plantas herbáceas que son de gran atractivo para los lepidópteros (Figura 5). Según Cardoza (2011) algunas especies de flora presentes en la zona son: *Enterolobium cyclocarpum* “conacaste”, *Guazuma ulmifolia* “caulotes”, *Apeiba tibourbou* “peine de mico”, *Gyrocarpus elliptica* “volador”, *Spondia radlkoferi* “jocote montes”, *Bursera simaruba* “jiote”, *Gliricidia sepium* “madrecacao”, *Albizia niopoides* “polvo de queso”.



Figura 5. Punto de muestreo, El Cobano.

Majaditas (zona media): punto ubicado a los 1187 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas; 14°22'24.1"N, 89°24'03.8"O, en el punto existía abundante zona boscosa y a la vez espacios abiertos que contribuyeron al desplazamiento de los lepidópteros,

dicho espacio abierto contribuyó a la diseminación del aroma del cebo a utilizar. Este punto de muestreo esta cercano a la comunidad denominada Majaditas, los habitantes de la zona poseen jardines con plantas florales tales como “clavel” *Dianthus spp*, “rosa” *Rosa spp*, “cinco negritos” *Lantana camara*, etc, que, pese a ser introducidos son un fuerte atrayente para las mariposas, en esta zona hay una fuerte incidencia lumínica. Según Cardoza (2011) esta zona es de bosque mixto y algunos representantes son: *Pinus oocarpa* “pino”, *Matayba glaberrina* “zorrillo”, *Cupressus lusitánica* “ciprés”, *Piscidia grandifolia* “zope”, *Quercus elliptica* “roble” (Figura 6).



Figura 6. Punto de muestreo, Majaditas.

Cárcava 3 (zona alta): estrato ubicado a 1668 msnm y con las siguientes coordenadas geográficas: 14°23'42.5"N, 89°23'03.0"O, en este punto existe un cuerpo de agua y abundantes sales minerales en los alrededores, que atraían a grupos de lepidópteros diurnos, además la presencia de floraciones atrae grandes cantidades de mariposas a la zona, algunas plantas con flor presentes en la zona son “cinco negritos” *Lantana camara* pero la vegetación característica de esta zona es de tipo mixto alto, algunos representantes son: *Pinus oocarpa* “pino”, *Quercus elliptica* “roble”, el ambiente de la zona es muy húmedo y frío y la incidencia lumínica en esta zona de muestreo es bastante limitada (Cardoza 2011) (Figura 7).



Figura 7. Punto de muestreo, Cárcava 3.

Los Planes (zona muy alta): punto ubicado a 1878 msnm y posee las siguientes coordenadas geográficas: 14° 23'58.3"N, 89°21'38.8"O, este punto se situó en el Jardín de los Cien Años, aunque la vegetación característica de esta zona es tipo mixto alto y bosque pino encino, algunos representantes de la zona son: *Pinus oocarpa* “pino”, *Cupresus lusitanica* “cipres”, *Quercus elliptica* “encino”, *Quercus segoviensis* “roble amarillo”, *Pinus maximinoi* “pino rojizo” (Cardoza 2011). La presencia de orquídeas tales como *Oncidium wentworthianum*, *Lycaste cruenta*, *Epidendrum schweinfurthianum*, *Epidendrum radicans* y jardines introducidos de “hortensias” *Hydrangea spp*, “cartucho” *Zantedeschia aethiopica* dentro del jardín hay espacios abiertos con alta incidencia lumínica en las cuales los aromas de los atrayentes se pueden diseminar eficientemente (Figura 8).



Figura 8. Punto de muestreo, Los Planes.

4.5.3 Tipos de atrayente.

Se utilizaron dos tipos de atrayente: Pescado en descomposición (seleccionado por asesoría de especialista) y fruta muy fermentada (guineo), atrayente utilizado por (Gámez 2010).

4.5.3.1 Descripción de atrayentes utilizados.

Atrayente de guineo fermentado: se realizó un macerado de guineo en un recipiente grande utilizando 4 libras de guineo para cada atrayente elaborado (un total de 8 libras), al que se le añadió 20 gr de levadura y 60 ml de cerveza para acelerar el proceso de fermentación. En cada trampa se colocó aproximadamente media libra (226 gr) de atrayente que se recibió cada 24 horas para que no perdiera humedad y aroma (Figura 9).

La preparación del cebo se realizó cinco días antes de llevar a cabo el muestreo y cebar las trampas y se dividió en dos partes, en la primera se preparó la mitad del atrayente y se realizó cuatro días antes de la visita y se cumplieron los cinco días en el PNM, la segunda parte se elaboró tres días antes de la visita y es el que se utilizó para recebar transcurridas las primeras 24 horas de activación de las trampas.



Figura 9. Preparación de atrayente de guineo fermentado.

Atrayente de pescado: al igual que el atrayente anterior y con la ayuda de un martillo de cocina se realizó un macerado de trozos de pescado, utilizando 4 libras de tilapia (*Oreochromis spp*) para cada atrayente elaborado (un total de 8 libras), al que se le añadió 296 ml de agua, de tal manera que sí tuviera humedad, pero sin exceso de agua. Se homogenizó hasta que todo el contenido del recipiente tuviera el mismo aroma y las mismas condiciones y todo el proceso se realizó cinco días antes de llevar a cabo el muestreo y cebar las trampas, por lo que, la primera mitad del cebo se preparó cuatro días antes del muestreo, cumpliéndose cinco días en el PNM, la segunda mitad del cebo se realizó tres días antes de recebar en las trampas y así cumplir los cinco días de descomposición en el área. De igual forma se colocó 226 gr de atrayente por trampa (Figura 10).



Figura 10. Preparación de atrayente de pescado.

Estos cebos se colocaron en las trampas de forma intercalada, es decir, cebo de pescado en descomposición, fruta fermentada y así cada 50 metros. Se recibió cada 24 horas para asegurar que el atrayente este fresco y funcional.

4.5.4 Tipos de trampas

Se usaron dos tipos de trampas que fueron: Van Someren-Rydon (trampa pasiva) exclusiva para la captura de lepidópteros y red entomológica (trampa activa).

4.5.4.1 Descripción de trampas utilizadas.

Trampas Van Someren-Rydon: se colocaron 4 trampas (16 en total) del tipo Van Someren-Rydon (Figura 11) que consisten en un tubo cilíndrico de 96 cm de largo, con un diámetro de 30 cm recubierto por un velo, en la boca inferior de la trampa se coloca un plato ancho sobre una base de madera de 35 cm de alto por 35 cm de ancho, en donde se adiciono el atrayente para las mariposas (Álvarez et al. 2006). Dichas trampas se colocaron a una altura de 3 a 4 metros sobre el suelo, para permitir la entrada de mariposas de dosel, entre cada trampa hubo una distancia de 50 m. Para evitar que las trampas se cayeran o se movieran debido a factores como el viento, se sujetó la parte de la base a un soporte en el suelo (roca, raíz, tronco de árbol, etc), evitando de esta forma la perdida de los individuos capturados (Figura 12).

Red entomológica: se recolectaron lepidópteros de forma manual utilizando una red entomológica, la cual consiste en un mango de madera de 62 cm, con una malla amplia en forma de cono con un diámetro de 42 cm y una profundidad de 126 cm, para capturar mariposas sin dañar los ejemplares (Figura 11 y 13).

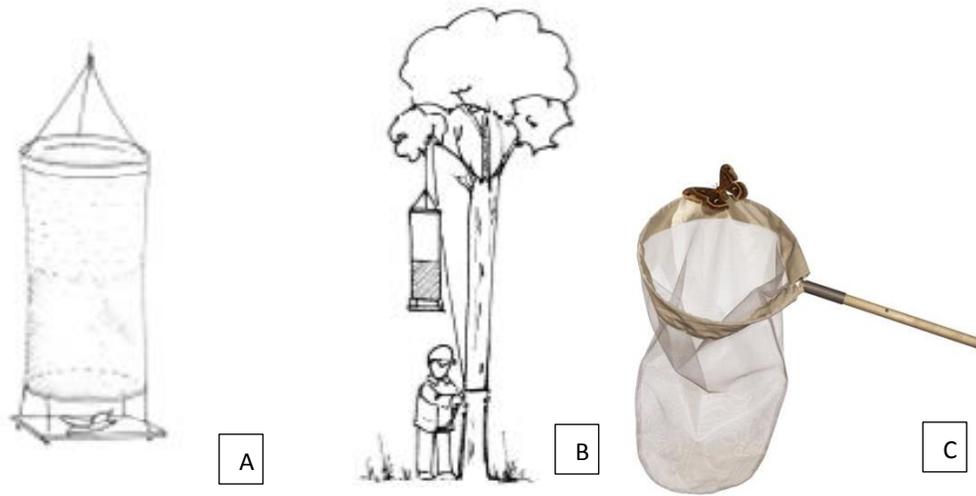


Figura 11. A Trampa Van Someren-Rydon, para la captura de lepidópteros diurnos, B Instalación de trampas Van Someren-Rydon (Álvarez et al. 2006), C Red entomológica.



Figura 12. A. Soporte colocado en bases de trampas Van Someren-Rydon para evitar pérdida de datos por caída o movimiento de la misma, B. Trampa Van Someren-Rydon instalada y activada.

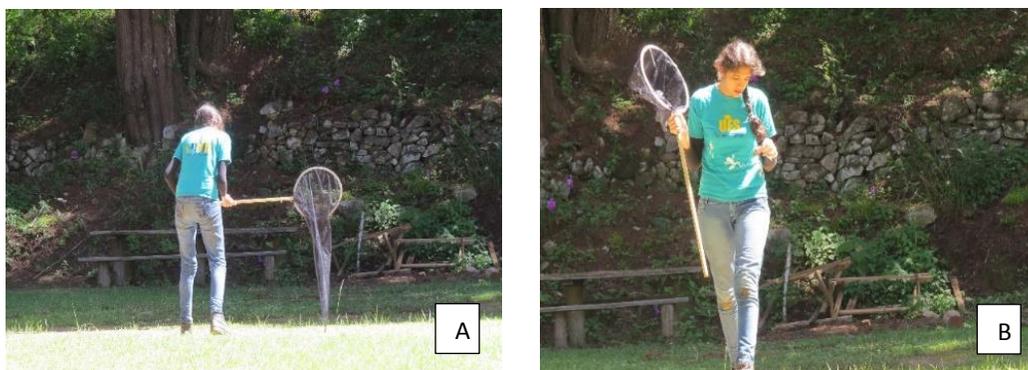


Figura 13. A. Captura de lepidópteros diurnos por medio de red entomológica, B. Manipulación de lepidópteros diurnos capturados con red entomológica.

4.5.5 Transecto.

En cada estrato altitudinal se estableció un transecto de 200 metros en el cual se colocaron 4 trampas, una cada 50 metros, en las que se intercalo atrayente de guineo fermentado y pescado en descomposición; adicionando media libra por trampa, se conocía la medida de tazas, equivalentes a 226 gr (Figura 14).

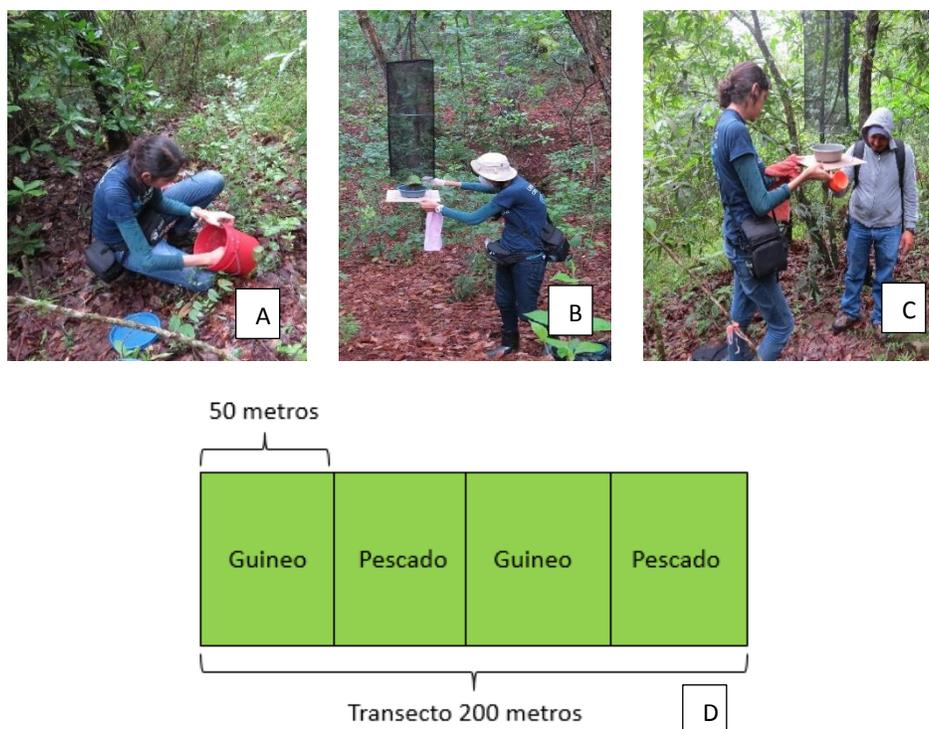


Figura 14. A. Manipulación de recipiente con atrayente, B. Colocación de atrayente de pescado en descomposición, C. Colocación de atrayente de guineo fermentado, D. Esquema de ubicación y de aplicación de atrayentes en trampas Van Someren-Rydon.

4.5.6 Tiempo de acción y revisión de las trampas.

Las trampas estuvieron en actividad durante 48 horas y se georreferenciaron con ayuda de un GPSmap 62stc marca GARMIN. Las trampas fueron instaladas y activadas el segundo día en campo, debido a circunstancias internas del parque. Las trampas se revisaron y se recibieron cada 24 horas, para realizar esta actividad se bajaba la trampa y posteriormente se dejaba en la misma posición (Figura 15) y además con la ayuda de la red entomológica se capturaron los individuos que fueron atraídos por el aroma del cebo y que sobrevolaban los alrededores de las trampas, esta actividad se realizó durante 15 minutos aproximadamente (Figura 13), durante la revisión se procedió a la toma de fotografías de los especímenes con ayuda de una cámara fotográfica marca Canon Powershot SX50HS (Figura 16).



Figura 15. A. Trampas en actividad con lepidópteros diurnos, B. Revisión de trampas Van Someren-Rydon.

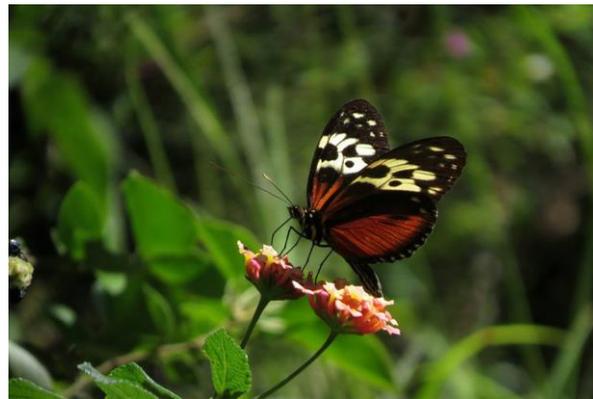


Figura 16. Fotografía de *Heliconius hecale zuleika* captada en proceso de alimentación sobre flor de *Lantana camara*, en alrededores de trampa Van Someren-Rydon, utilizada para identificación InSitu.

4.5.7 Identificación In Situ.

Durante la revisión de las trampas se procuró realizar una identificación taxonómica con ayuda de la guía de identificación de (Glassberg 2007) y con ayuda de trabajos realizados en otras áreas naturales protegidas de El Salvador como el de (López y Sermeño 2009) y registro fotográfico propio. Cuando no se logró realizar la identificación taxonómica se colectó el individuo (Figura 16).

Al momento de capturar las mariposas se las tomó por el tórax (Figura 17), y nunca por las alas, para evitar que sus escamas se adhirieran a los dedos y la coloración se pierda, dañando el ejemplar y haciendo difícil su identificación taxonómica. Para proceder a almacenarlos se plegaron las alas hacia arriba de los individuos y no se sacrificaron en campo para evitar que se secaran en el área y que posteriormente no pudieran ser montados (Álvarez et al. 2006).



Figura 17. Técnica para manipulación y almacenamiento de especímenes de lepidópteros (Álvarez et al. 2006).

Posteriormente se introdujo al sobre triangular de papel bond previamente rotulado (Figura 18), y se almacenó en un depósito plástico para evitar que los ejemplares se dañaran (Álvarez et al. 2006). Se capturaron dos individuos de cada morfotipo observado y se registró el resto en las hojas de toma de datos (Anexo 1). Finalizado el muestreo, dichos sobres con los individuos fueron introducidos en la nevera para sacrificarlos y posteriormente fueron montados y transportados al Museo de Entomología de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador donde se realizó su identificación taxonómica utilizando guías taxonómicas y asesoría de especialistas.

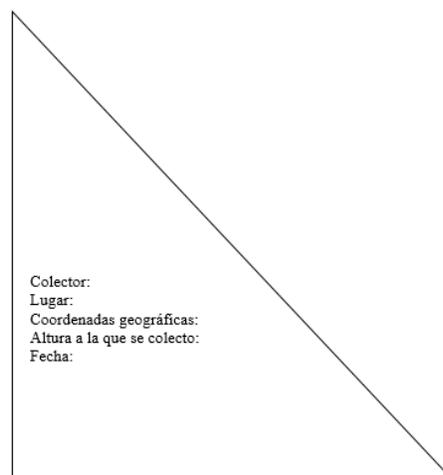


Figura 18. Sobre triangular para el almacenamiento de ejemplares de lepidópteros diurnos recolectados en campo (Ivania García 2015).

4.6 Metodología de laboratorio.

4.6.1 Montaje de colección.

Para el montaje de mariposas diurnas se extendieron las alas de los ejemplares puesto que los patrones de coloración, escamas y la disposición de sus venas son criterios importantes para la identificación taxonómica (Álvarez et al. 2006). La extensión de las alas se realizó por medio de un extensor de alas que se construyó de forma artesanal con poliestireno, se cortaron dos rectángulos del pliego de durapax de aproximadamente unos 5 centímetros de ancho, uno de estos rectángulos se encajó en una base de durapax con la ayuda de alfileres, y la otra permaneció móvil para adaptarse al tamaño de las mariposas (Figura 19).

El ejemplar se colocó en el extensor con las alas abiertas (Figura 20), cuidando que el abdomen de la mariposa quedara entre los dos rectángulos de durapax y con la ayuda de dos franjas de papel bond de 2 centímetros de ancho y con alfileres de costura se fijaron las alas y se acomodaron hasta que quedaron en la posición indicada, luego se pinchó con un alfiler entomológico (#1 y #2) entre el segundo y tercer par de patas, procurando que el alfiler quedara lo más perpendicular posible al animal, se dejó 2/3 del alfiler por debajo del insecto y 1/3 por encima, para poder tomarlo fácilmente.

Luego se introdujeron los organismos montados a una secadora (una caja con una fuente de luz) por un período de tiempo de 6 horas durante 5 días, de esa forma se extrajo la humedad del cuerpo de los insectos.

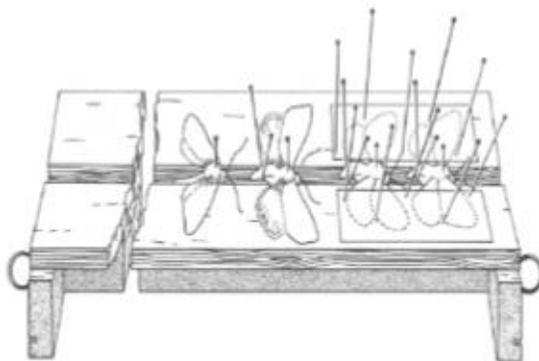


Figura 19. Extensor de alas de lepidópteros diurnos (Márquez 2005).



Figura 20. Montaje de lepidópteros diurnos.

4.6.2 Identificación taxonómica

La identificación de especies se realizó por medio de comparación con la colección de referencia del Museo de Entomología de la Escuela de Biología utilizando un estereoscopio para facilitar la observación de marcas de campo, por comparación con la guía de identificación de (Glassberg 2007), (Chacón y Montero 2007) y con ayuda de trabajos realizados en otras áreas naturales protegidas de El Salvador como el de (López y Sermeño2009) (Figura 21).



Figura 21. Identificación de lepidópteros diurnos en museo de entomología de la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador.

Posteriormente se colocaron las etiquetas con toda la información del ejemplar en etiquetas que miden 2 cm de ancho y 1 cm de alto (Figura 22) y se depositaron en las cajas entomológicas de madera que poseen las siguientes dimensiones: 48.3 cm ancho por 42 cm de largo por 7.7 cm de alto (Figura 23).

Lugar: Altura: Coordenadas: Fecha: Colector:	Nombre científico: Determino:
--	----------------------------------

Figura 22. Etiquetas a colocar en los ejemplares montados, con información referente a la localidad de la recolecta, nombre científico (Ivania García 2015).



Figura 23. Cajas entomológicas con diferentes especies de lepidópteros diurnos.

4.7 Análisis de datos.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizaron estimadores de riqueza e índices de diversidad que se aplicaron a los datos que se registraron en tablas previamente elaboradas que permiten tener en orden los resultados (Anexo 2 y 3), los programas estadísticos empleados fueron; Microsoft Excel 2016, Statgraphics Centurion XVII.I, Past3 y StimateSWin910.

Riqueza.

Estimador de riqueza Chao 1.

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (Álvarez et al. 2006).

Para la obtención de este índice se emplea la siguiente fórmula.

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Dónde:

S= Número de especies en una muestra.

a= Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra.

b= Número de especies representadas por exactamente dos individuos.

ACE (Abundance Coverage Estimator)

El ACE, estima la riqueza a partir de la cobertura de la estimación de la muestra. El estimador separa las frecuencias observadas en dos grupos. ACE separa a las frecuencias observadas en dos grupos: abundantes y raros (Chao y Lee 1992).

Se emplea la siguiente fórmula.

$$S_{ace} = S_{common} + \frac{S_{rare}}{C_{ace}} + \frac{F_1}{C_{ace}} \gamma_{ace}^2$$

Dónde:

S_{common}: Especies que aparecen más de 10 veces en el muestreo.

S_{rare}= Especies que ocurren 10 veces o menos.

F₁= Número de especies que sólo aparecieron una vez en la muestra.

C_{ace}: Estimador de cobertura de abundancia de la muestra.

γ_{ace}= Coeficiente de variación estimado para F₁ para las especies raras.

Diversidad.

Índice de riqueza de Margalef.

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno 2001).

Este índice se obtiene por medio de la siguiente fórmula.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = Número de especies.

N = Número total de individuos.

Índice de dominancia de Simpson.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno 2001).

Se calcula bajo la siguiente fórmula.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de equidad de Shannon-Wiener.

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno 2001).

Este índice se obtiene por medio de la siguiente fórmula.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i = Frecuencia relativa de las especies.

Coefficiente de similitud de Sorensen.

Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios (Álvarez et al. 2006).

Se calcula por medio de:

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Dónde:

a = Número de especies presentes en el sitio A.

b = Número de especies presentes en el sitio B.

c = Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Coefficiente de similitud de Jaccard.

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Moreno 2001). Se calcula mediante la siguiente fórmula.

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

Dónde:

a = Número de especies presentes en el sitio A.

b = Número de especies presentes en el sitio B.

c = Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Análisis de conglomerados CLUSTER.

El análisis de conglomerados (clúster) tiene por objeto agrupar elementos en grupos homogéneos en función de las similitudes entre ellos. Normalmente se agrupan las observaciones, pero el análisis de conglomerados puede también aplicarse para agrupar variables (Peña 2002). Este estadístico se utilizará para agrupar los sitios de muestreo y su similitud en cuanto a riqueza y abundancia de especies.

Curva de acumulación de especies.

La curva de acumulación de especies se utilizó para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva mostrará cómo el número de especies se va acumulando como una función del esfuerzo de muestreo, donde se asume que la riqueza total es el número de especies que se encontrarían con un esfuerzo infinito (asíntota) y permitirá estimar la eficiencia de muestreo (Gonzales et al. 2010).

Pruebas de normalidad de Shapiro Wilk y Kolmogorov Smirnov.

Se aplicaron estas pruebas para verificar como era la distribución de los datos (normal, no normal) como criterio de selección para emplear el coeficiente de rangos de Speraman.

Se aplicaron dos pruebas, la de Kolmogorov-Smirnov con más de 50 datos y la prueba Shapiro Wilk porque cuando son menos de 50 datos (Mohd y Bee 2011).

Coefficiente de rangos de Spearman.

El coeficiente de rangos de Spearman es una medida de correlación para variables en un nivel de medición ordinal (Hernández et al 2010), que permite conocer como incide una variable (independiente) sobre otra (dependiente), en este caso altura sobre riqueza y abundancia se calcula mediante la fórmula.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

Dónde:

D= Constante.

n= Cantidad de rangos.

V. RESULTADOS.

Se registraron un total de 101 especies y 930 individuos (Anexo 5), siendo las especies más abundantes *Smicropus laeta* con 94 individuos, *Morpho helenor* con 66 individuos, *Eurema dina* con 51 individuos, *Smyrna blomfildia* con 47 individuos, *Siproeta stelenes* con 46 representaciones, *Thitorea harmonia* con 43 individuos, *Anartia fatima* con 41 individuos y *Eurema salome* con 33 individuos (Tabla 1).

Tabla 1. Registro de abundancias de lepidópteros diurnos en todos los estratos altitudinales.

N°	Especie	Zona baja	Zona media	Zona alta	Zona muy alta	TOTAL
1	<i>Azeta rhodogaster</i>	14	3	0	0	17
2	<i>Letis iphianasse</i>	1	0	0	0	1
3	<i>Letis herilia</i>	0	1	1	0	2
4	<i>Letis buteo</i>	0	0	1	0	1
5	<i>Smicropus laeta</i>	0	0	94	0	94
6	<i>Astraptes fulgerator</i>	3	0	0	0	3
7	<i>Nascus paullinae</i>	1	0	0	0	1
8	<i>Polythrix asine</i>	2	0	0	0	2
9	<i>Urbanus pronus</i>	2	0	0	0	2
10	<i>Achlyodes busirus</i>	3	0	0	0	3
11	<i>Polygonus manueli</i>	0	1	0	0	1
12	<i>Aethilla lavochrea</i>	0	1	0	0	1
13	<i>Urbanus evona</i>	0	0	1	0	1
14	<i>Panthiades bitias</i>	2	0	0	0	2
15	<i>Ziegleria syllis</i>	1	0	0	0	1
16	<i>Mechanitis polymnia</i>	11	0	0	0	11
17	<i>Siproeta stelenes</i>	41	5	0	0	46
18	<i>Chlosyne erodyle</i>	1	1	0	0	2
19	<i>Nica flavilla</i>	22	0	0	0	22
20	<i>Cissia similis</i>	3	0	0	1	4
21	<i>Doxocopa laure</i>	1	0	0	0	1
22	<i>Pyrrhogyra neaerea</i>	4	0	0	0	4
23	<i>Manataria hercyna maculata</i>	2	2	5	3	12
24	<i>Thitorea harmonia</i>	40	3	0	0	43
25	<i>Greta morgane otto</i>	23	2	2	0	27
26	<i>Archaeoprepona demophon centralis</i>	5	2	0	0	7
27	<i>Taygetis thamira</i>	4	0	0	0	4
28	<i>Epiphile adrasta</i>	2	8	0	0	10
29	<i>Temenis laothoe</i>	11	2	0	0	13
30	<i>Hamadryas februa</i>	4	4	0	0	8
31	<i>Siproeta epaphus</i>	2	4	0	0	6
32	<i>Morpho helenor</i>	52	14	0	0	66
33	<i>Chlosyne hippodrome</i>	1	9	0	0	10
34	<i>Biblis hyperia</i>	1	13	0	0	14
35	<i>Cissia pompilia</i>	3	0	0	0	3
36	<i>Bolboneura sylphis</i>	1	0	0	0	1
37	<i>Cissia pseudoconfusa</i>	1	0	0	3	4
38	<i>Chlosyne lacinia</i>	1	0	0	0	1
39	<i>Heliconius hecale zuleika</i>	9	9	0	0	18
40	<i>Anartia fatima</i>	18	23	0	0	41
41	<i>Caligo telamonius memnon</i>	5	0	0	0	5
42	<i>Smyrna blomfildia</i>	11	17	10	9	47
43	<i>Memphis morvus</i>	3	3	0	0	6
44	<i>Colobura dirce dirce</i>	5	2	0	0	7

45	<i>Callicore texa</i>	1	0	0	0	1
46	<i>Chlosyne rosita</i>	1	1	0	0	2
47	<i>Marpesia merops</i>	1	0	0	0	1
48	<i>Microtia elva</i>	1	5	0	0	6
49	<i>Chlosyne melanarge</i>	2	0	0	0	2
50	<i>Archaeoprepona demophon gulina</i>	2	0	0	0	2
51	<i>Consul fabius cecrops</i>	5	0	0	0	5
52	<i>Lycorea halia cleobaea</i>	3	0	0	0	3
53	<i>Cissia confusa</i>	1	0	0	0	1
54	<i>Doxocopa pavon theodora</i>	3	7	0	0	10
55	<i>Heliconius hecale</i>	3	4	0	0	7
56	<i>Callicore pitheas</i>	3	0	0	0	3
57	<i>Dryas iulia</i>	5	0	0	0	5
58	<i>Heliconius charithonia</i>	1	5	0	0	6
59	<i>Opsiphanes cassina</i>	1	0	0	0	1
60	<i>Zaretis allops</i>	0	1	0	0	1
61	<i>Hamadryas feronia</i>	0	1	0	0	1
62	<i>Prepona laertes</i>	0	1	0	0	1
63	<i>Heliconius clysonymus montanus</i>	0	4	9	13	26
64	<i>Diaethria anna</i>	0	1	12	8	21
65	<i>Diaethria pandama</i>	0	1	10	0	11
66	<i>Dynamine artisemia</i>	0	1	0	0	1
67	<i>Adelpha serpa</i>	0	1	0	0	1
68	<i>Mestra amymone</i>	0	1	0	0	1
69	<i>Oleria zea</i>	0	0	1	0	1
70	<i>Marpesia petreus petreus</i>	0	0	1	0	1
71	<i>Anaea glycerium</i>	0	0	1	0	1
72	<i>Phyciodes drusilla</i>	0	0	1	0	1
73	<i>Dione junio junio</i>	0	0	0	3	3
74	<i>Greta annette</i>	0	0	0	19	19
75	<i>Anetia thirza</i>	0	0	0	1	1
76	<i>Parides photinus</i>	3	0	4	6	13
77	<i>Parides iphidamas iphidamas</i>	3	0	0	0	3
78	<i>Parides iphidamas</i>	3	0	0	1	4
79	<i>Papilio erostratus</i>	1	0	1	4	6
80	<i>Pterourus garamas syedra</i>	0	0	0	11	11
81	<i>Eurema daira</i>	4	0	0	0	4
82	<i>Eurema dina</i>	50	1	0	0	51
83	<i>Dismorphia amphione</i>	2	1	0	0	3
84	<i>Eurema albula albula</i>	2	1	0	3	6
85	<i>Phoebis philea</i>	2	1	1	5	9
86	<i>Phoebis argante argante</i>	0	10	0	0	10
87	<i>Phoebis sennae</i>	0	2	0	0	2
88	<i>Eurema proterpia</i>	0	1	0	0	1
89	<i>Eurema boisduvaliana</i>	0	1	0	0	1
90	<i>Dismorphia crisia</i>	0	0	1	0	1
91	<i>Catantix nimbice bryson</i>	0	0	3	0	3
92	<i>Leptophobia aripa aripa</i>	0	0	1	15	16
93	<i>Eurema salome</i>	0	0	16	17	33
94	<i>Phoebis sennae marcelina</i>	0	0	0	5	5
95	<i>Phoebis neocypris virgo</i>	0	0	0	1	1
96	<i>Enantia albania amalia</i>	0	0	0	1	1
97	<i>Emesis vulpina</i>	4	0	1	0	5
98	<i>Calephelis argyrodines</i>	3	0	0	0	3
99	<i>Lasaia agesilas</i>	14	0	0	0	14
100	<i>Mesosemia lamachus</i>	2	0	0	0	2
101	<i>Rhetus arcus</i>	0	1	0	0	1
TOTAL						930

5.1 Riqueza de especies por familia.

Las 101 especies reportadas pertenecen a ocho familias de las cuales la familia Nymphalidae fue la que tuvo mayor representación con el 59% (60 especies), las familias Lycaenidae y Geometridae presentan menor representación con el 2% (2 especies) y 1% (1 especie) respectivamente (Tabla 2) (Figura 24).

5.2 Abundancia de especies por familia.

De los 928 individuos que se reportaron el 63% pertenece a la familia Nymphalidae con 589 individuos, siendo esta la familia con mayor representación, la familia Lycaenidae con un porcentaje del 0.3% que corresponde a 3 individuos reportados (Tabla 2) (Figura 25).

Tabla 2. Especies y número de individuos por familia colectada.

Familia	Número de especies	Número de individuos
Nymphalidae	60	589
Pieridae	16	147
Hesperiidae	8	14
Papilionidae	5	37
Riodinidae	5	25
Erebidae	4	21
Lycaenidae	2	3
Geometridae	1	94
TOTAL	101	930

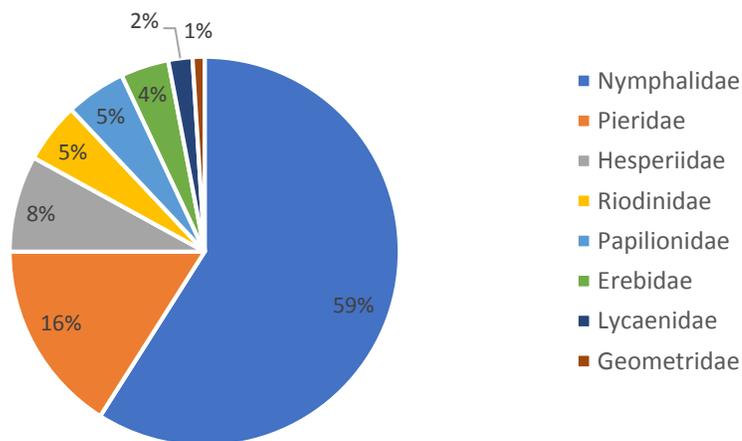


Figura 24. Porcentaje de especies en cada una de las familias estudiadas.

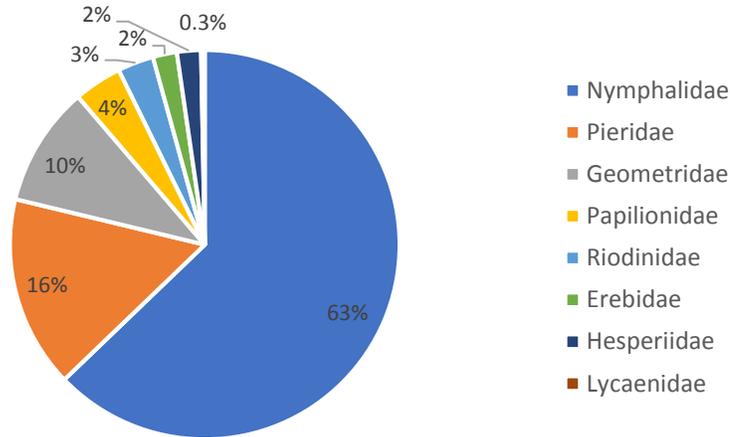


Figura 25. Porcentaje de individuos en cada una de las familias estudiadas.

5.3 Comparación de los sitios de muestreo en estudio.

5.3.1. Comparación de riqueza.

De las 101 especies registradas durante este estudio, 66 especies fueron reportadas en la zona baja “El Cobano”, seguida de “Majaditas” y “Cárcava 3” con 45 y 22 especies respectivamente y “Los Planes” con 20 especies (Figura 26).

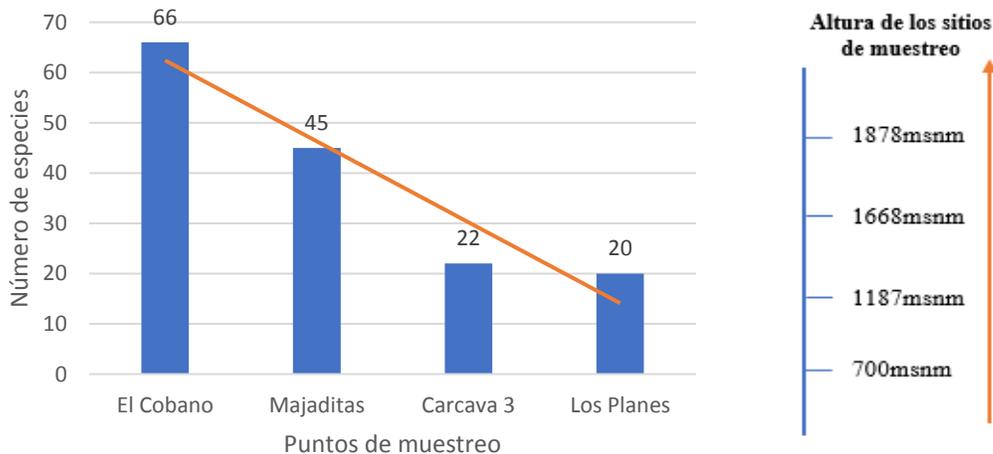


Figura 26. Número de especies por zona de muestreo

Al calcular los estimadores de riqueza (Tabla 4 y 5) se puede determinar que la diferencia existente entre el porcentaje alcanzado y el esperado es mínima y se encuentra dentro de los límites aceptables a excepción del punto cuatro que es donde estudios posteriores pueden realizar mayor esfuerzo de muestreo para el registro de lepidópteros diurnos.

5.3.2. Comparación de abundancia.

En cuanto a las abundancias, el comportamiento es muy similar a la riqueza, esta va disminuyendo a medida que hay más altura, por ende, el punto que presentó mayores abundancias fue la zona baja “El Cobano” con 442 individuos y la zona muy alta “Los Planes” evidenciaron los menores registros de 129 individuos respectivamente (Figura 27).

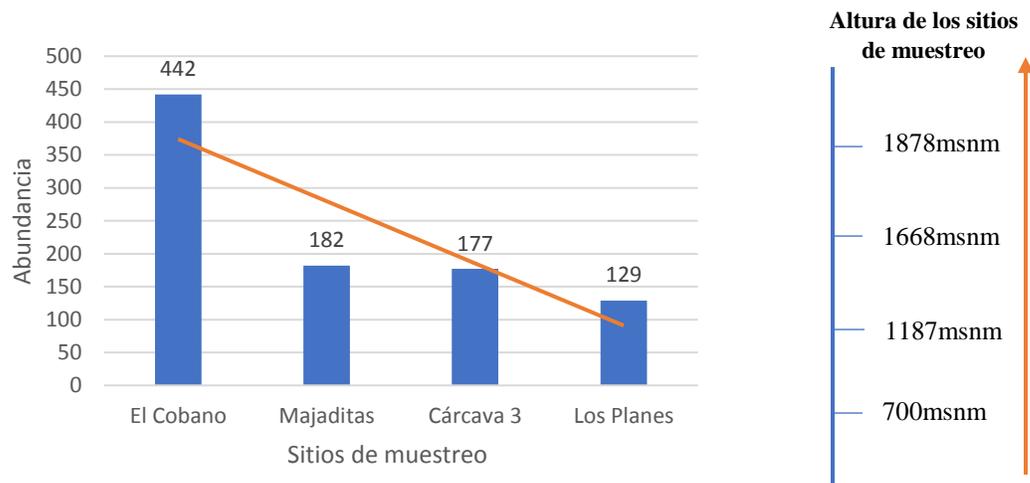


Figura 27. Abundancia por punto de muestreo.

5.3.3. Curva de acumulación de especies.

En la curva de acumulación de especies se observa que el punto uno y cuatro es donde se acerca más a la asíntota, seguido del punto dos y finalmente el punto tres que es donde se requiere mayor esfuerzo de muestreo (Figura 28).

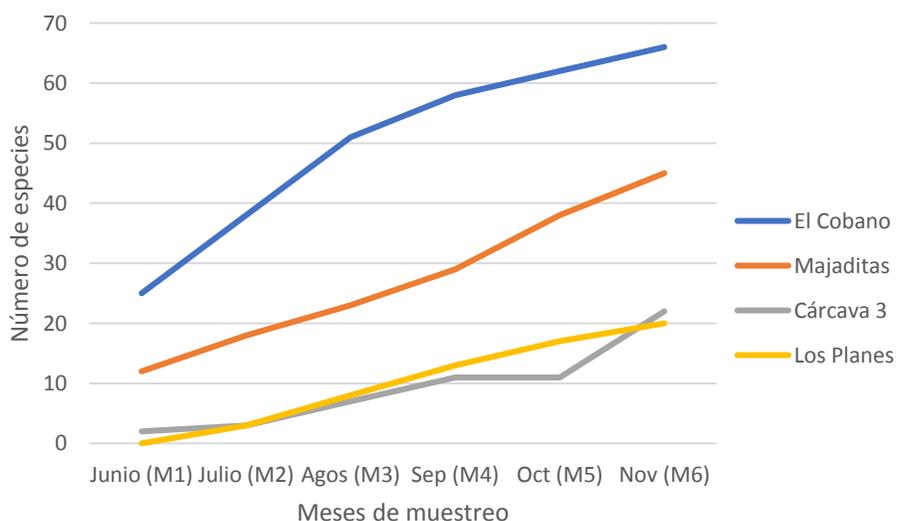


Figura 28. Curva de acumulación de especies.

5.4 Especies exclusivas.

Dentro de los diferentes puntos de muestreo existieron especies que únicamente se reportaron en ese sitio (Tabla 3), para el punto 1 “El Cobano” se registraron 32 especies de lepidópteros que representa el 31.06 % de todo el inventario, en “Majaditas” se obtuvieron 12 especies que corresponde al 11.88%, en la zona de la “Cárcava 3” se tuvo un registro de 9 especies que representa el 9% y en el punto “Los Planes” se reportaron 7 especies que corresponde el 7% del inventario total (Figura 29 y 30).

Tabla 3. Especies exclusivas en cada punto de muestreo.

N°	Mariposas exclusivas de cada estrato			
	El Cobano	Majaditas	Cárcava 3	Los Planes
1	<i>Letis iphianasse</i>	<i>Polygonus manueli</i>	<i>Letis buteo</i>	<i>Dione juno juno</i>
2	<i>Astraptes fulgerator</i>	<i>Aethilla lavochrea</i>	<i>Smicropus laeta</i>	<i>Greta annette</i>
3	<i>Nascus paullinae</i>	<i>Zaretis allops</i>	<i>Urbanus evona</i>	<i>Anetia thirza</i>
4	<i>Polythrix asine</i>	<i>Hamadryas feronia</i>	<i>Oleria zea</i>	<i>Pterourus garamas syedra</i>
5	<i>Urbanus pronus</i>	<i>Prepona laertes</i>	<i>Marpesia petreus petreus</i>	<i>Phoebis sennae marcelina</i>
6	<i>Achlyodes busirus</i>	<i>Dynamine artisemia</i>	<i>Anaea glycerium</i>	<i>Phoebis neocypris virgo</i>
7	<i>Panthiades bitias</i>	<i>Adelpha serpa</i>	<i>Phyciodes drusilla</i>	<i>Enantia albania amalia</i>
8	<i>Ziegleria syllis</i>	<i>Mestra amymone</i>	<i>Dismorphia crisis</i>	
9	<i>Mechanitis polymnia</i>	<i>Phoebis sennae</i>	<i>Catantacta nimbice bryson</i>	
10	<i>Nica flavilla</i>	<i>Eurema proterpia</i>		
11	<i>Doxocopa laure</i>	<i>Eurema boisduvaliana</i>		
12	<i>Pyrhogyra neaerea</i>	<i>Rhetus arcus</i>		
13	<i>Taygetis thamira</i>			
14	<i>Cissia pompilia</i>			
15	<i>Bolboneura sylphis</i>			
16	<i>Chlosyne lacinia</i>			
17	<i>Caligo telamonius memnon</i>			
18	<i>Callicore texa</i>			
19	<i>Marpesia merops</i>			
20	<i>Chlosyne melanarge</i>			
21	<i>Archaeoprepona demophon gulina</i>			
22	<i>Consul fabius cecrops</i>			
23	<i>Lycorea halia cleobaea</i>			
24	<i>Cissia confusa</i>			
25	<i>Callicore pitheas</i>			
26	<i>Dryas iulia</i>			
27	<i>Opsiphanes cassina</i>			
28	<i>Parides iphidamas iphidamas</i>			
29	<i>Eurema दौरa</i>			
30	<i>Calephelis argyrotones</i>			
31	<i>Lasaia agesilas</i>			
32	<i>Mesosemia lamachus</i>			

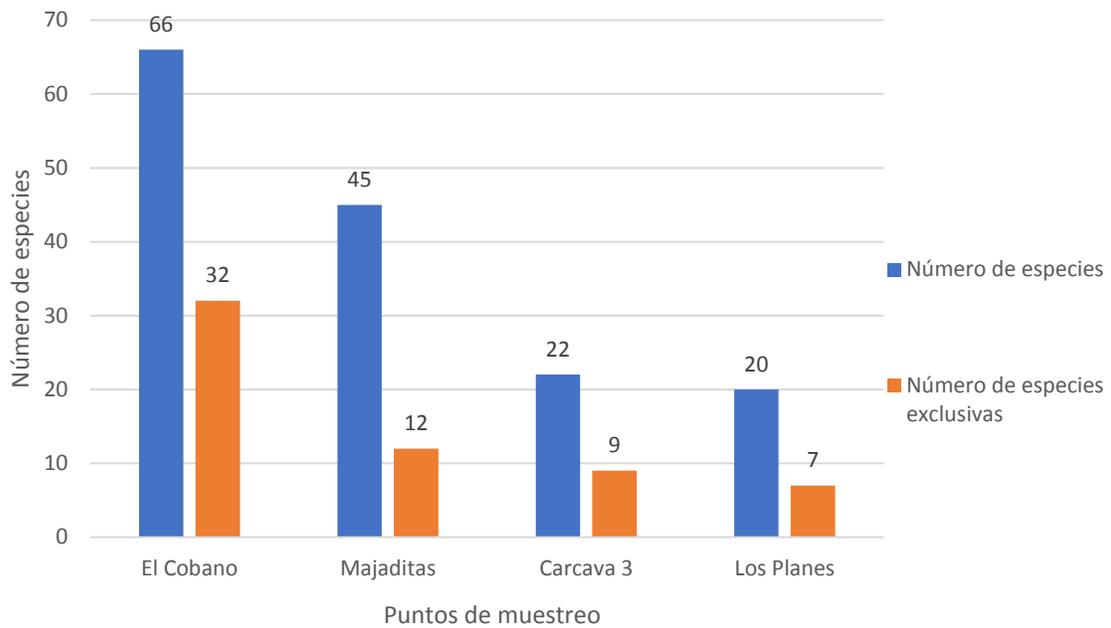


Figura 29. Comparación del número de especies registradas y número de especies exclusivas en cada punto de muestreo.

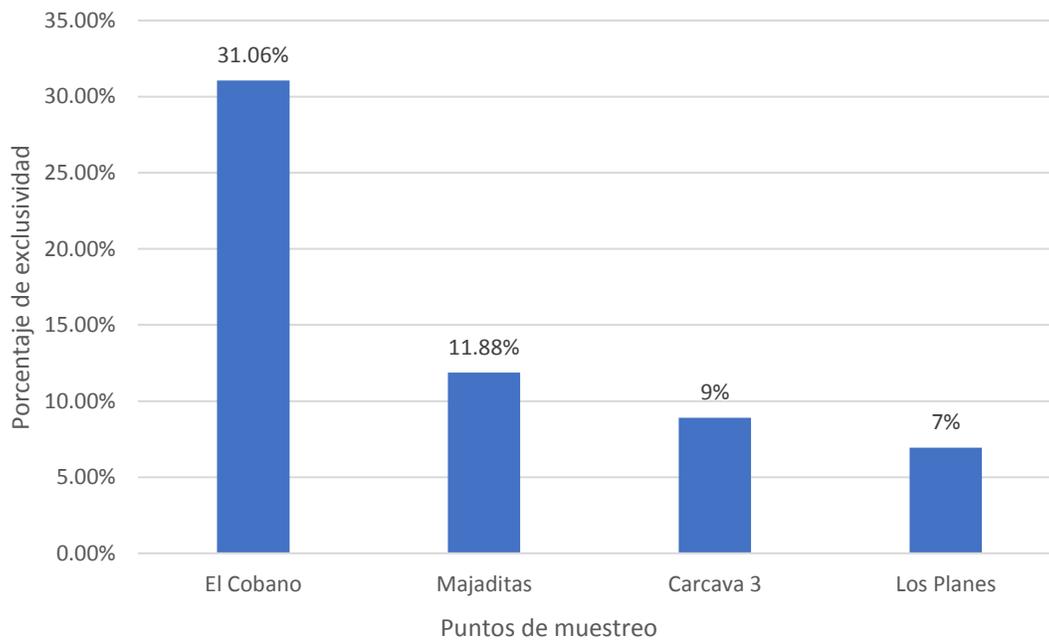


Figura 30. Porcentaje de exclusividad de las especies en todo el inventario.

5.5 Análisis por punto de muestreo.

5.5.1 Punto uno: “El Cobano” 700 msnm.

En esta zona de muestreo se reportaron 66 especies y 442 individuos de lepidópteros, las especies más abundantes en este punto fueron *Morpho helenor* y *Eurema dina*, en este punto fue donde se logró un mayor porcentaje del inventario 85.71% (Figura 31). Los lepidópteros reportados pertenecen a siete familias, de las cuales la Nymphalidae presentó mayor número de especies e individuos 44 y 320 respectivamente y la que evidenció menor cantidad de especies e individuos fue la familia Lycaenidae con 2 y 3 respectivamente (Figura 32).

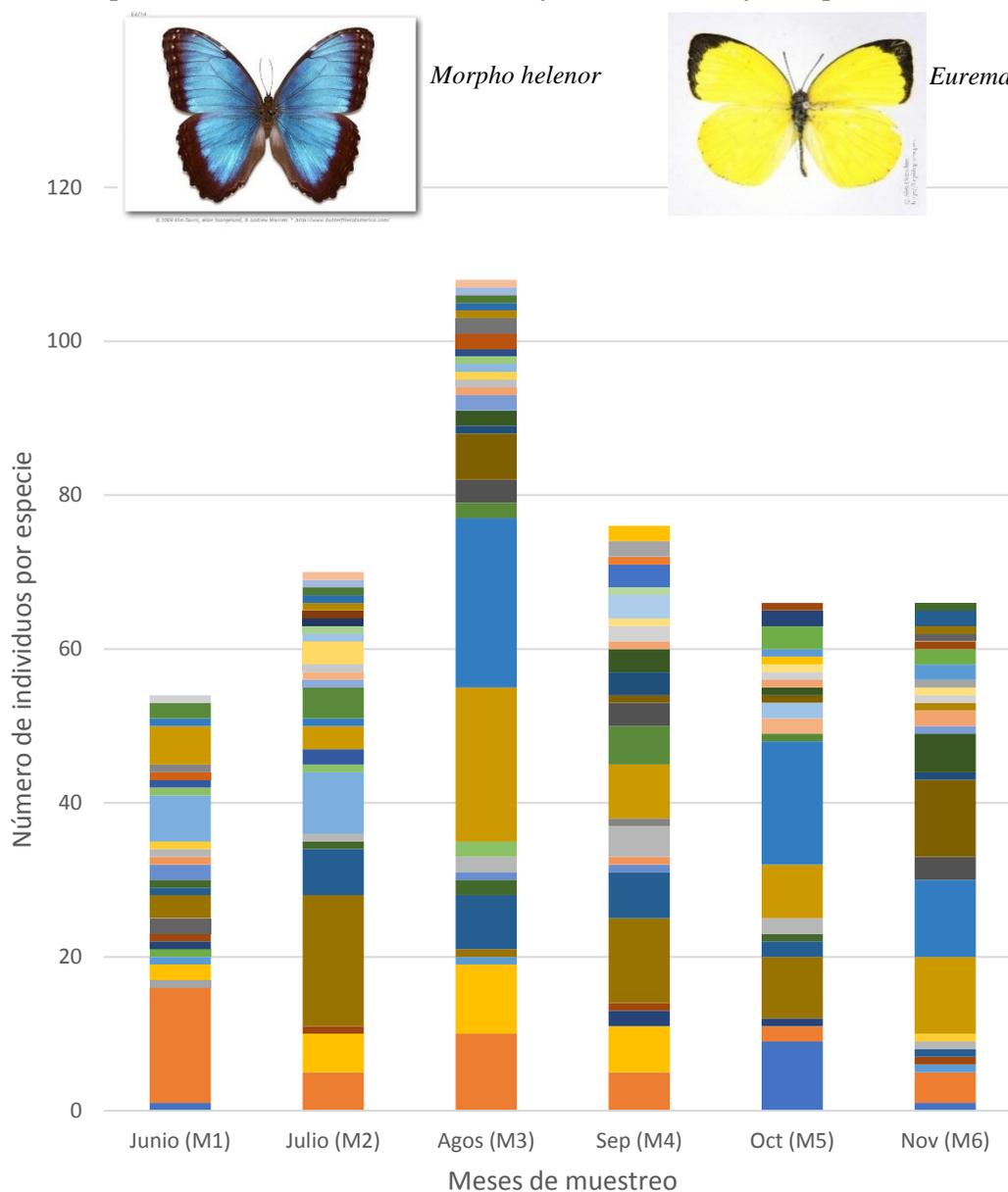


Figura 31. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto uno “El Cobano”.

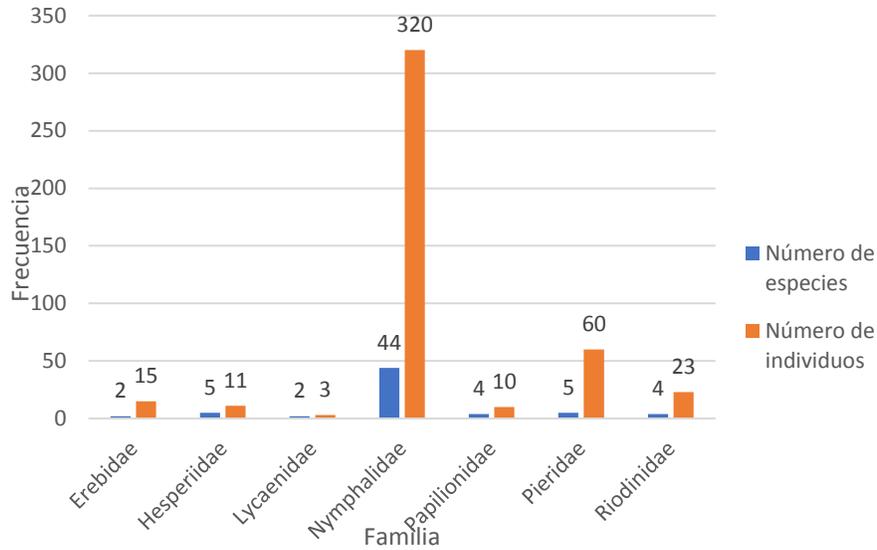


Figura 32. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto uno “El Cobano”.

En este punto de muestreo el mes con mayor registro de riqueza fue agosto con 30 especies seguido de julio y noviembre con 26 especies respectivamente, continuando con junio y septiembre con 25 especies cada uno y finalizando con octubre con un total 22 de especies, siendo este el mes con menor registro de riqueza (Figura 33).

En cuanto a la abundancia de especies de este punto de muestreo para el mes de junio se reportaron 54 individuos siendo la menor cantidad en todo el estudio, en el mes de julio se reportaron 70 individuos, en el tercer muestreo realizado en el mes de julio se registraron 108 individuos siendo el mayor reporte, en el mes de septiembre se registraron 76 individuos y en los meses de octubre y noviembre se dio un reporte de 66 individuos para cada muestreo (Figura 33).

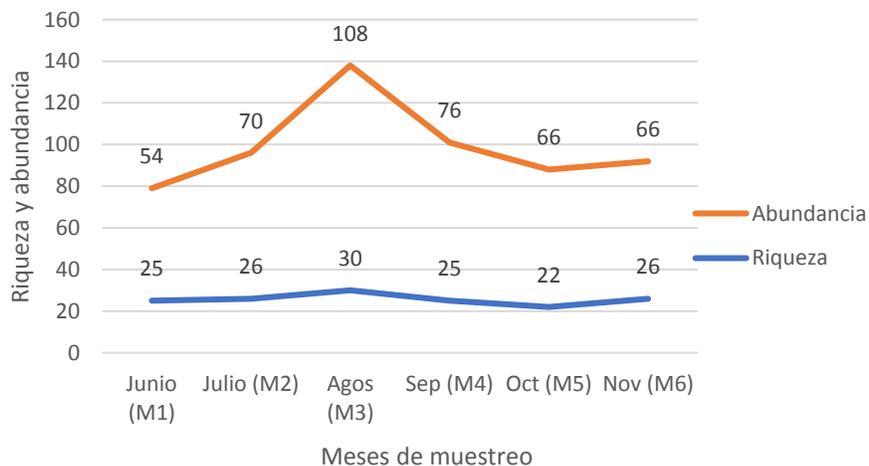


Figura 33. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “El Cobano”.

La curva de rango-abundancia para esta zona de muestreo evidencia que la comunidad de “El Cobano” está dividida en tres grupos, de los cuales el primero es el dominante y está conformado por cuatro especies que son; *Morpho helenor*, *Eurema dina*, *Siproeta stelenes* y *Thitorea harmonia*, en el siguiente grupo hay dos especies que están dominando de manera parcial con abundancias relativas entre los 0.04 y 0.06 que son; *Greta morgane otto* y *Nica flavilla*, el resto de especies se distribuyen de forma más homogénea dentro de la comunidad conformando el tercer grupo dentro de la comunidad (Figura 34). *Archaeoprepona demophon centralis* junto con cuatro especies más constituyen un grupo con una frecuencia relativa de 0.011364. Otro grupo que se puede evidenciar es el conformado por *Emesis vulpina* y tres especies más que presentaron una frecuencia relativa de 0.009091. Con una frecuencia relativa de 0.006818 se considera este grupo como de los más similares con representantes tales como *Cissia similis*, *Parides photinus*. Los últimos grupos presentan una frecuencia relativa de 0.004545 y 0.002273 respectivamente.

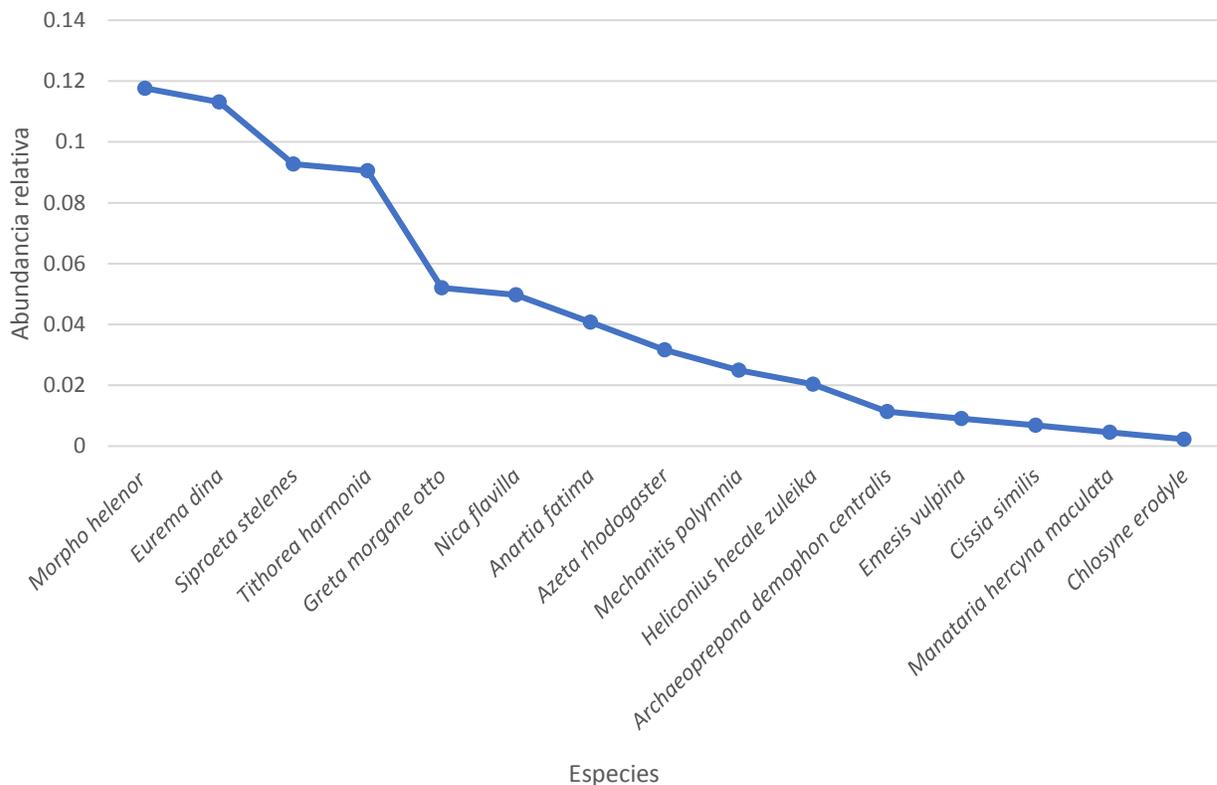


Figura 34. Curva de rango- abundancia, punto “El Cobano”.

5.5.2 Punto dos: “Majaditas” 1187 msnm.

En Majaditas se registraron 45 especies y 182 individuos, la especie más abundante en este punto fue *Anartia fatima* y *Smyrna blomfildia*. seguidas de *Morpho helenor* y *Biblis hyperia*. (Figura 35).

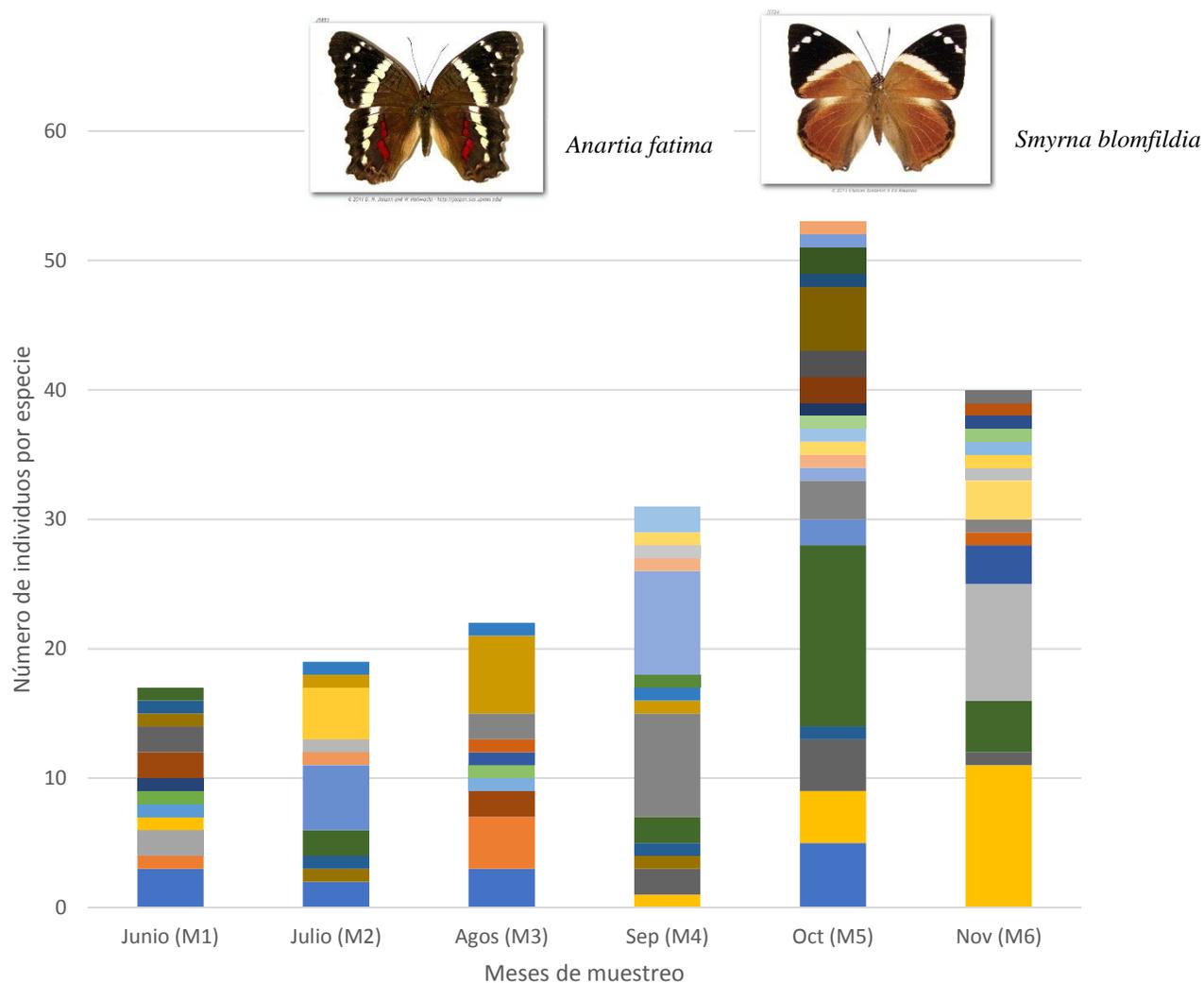


Figura 35. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto dos, “Majaditas”.

Las especies antes mencionadas se distribuían en 5 familias de las cuales la familia Nymphalidae fue la que presentó mayor cantidad de especies e individuos con 32 y 157 respectivamente y la que tuvo menor frecuencia fue la familia Riodinidae con un individuo y una especie únicamente (Figura 36).

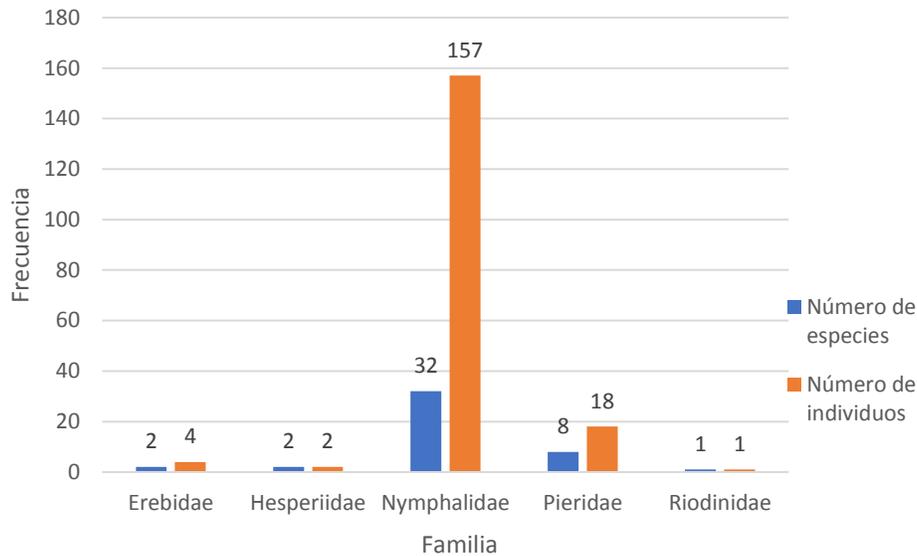


Figura 36. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto dos “Majaditas”.

Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre se tuvieron los mayores registros de riqueza y abundancia con 20 especies y 53 individuos respectivamente, en los meses de julio y agosto se reportó la menor riqueza con un total de 10 especies y el mes de junio obtuvo la menor abundancia con 17 individuos (Figura 37). Al analiza la comunidad de mariposas mediante las frecuencias relativas en una de curva de rango-abundancia, se puede observar la presencia de 5 grupos en los cuales existe una clara dominancia de cuatro especies sobre el resto de mariposas, las cuales son; *Anartia fatima* y *Smyrna blomfieldia*. seguidas de *Morpho helenor* y *Biblis hyperia*, pese a que especies como *Phoebis argante argante*, *Heliconius hecale zuleika*, *Chlosyne hippodrome*, *Epiphile adrasta* y *Doxocopa pavon theodora* tambien son muy abundantes, no presentan la alta dominancia que tienen las primera cuatro especies mencionadas y por ende se distribuyen de forma más homogénea en la comunidad, al igual que el resto de especies registradas en el estudio. En la curva de rango abundancia se puede apreciar un grupo con una frecuencia relativa de 0.049450549 conformado por las siguientes especies; *Heliconius hecale zuleika*, *Chlosyne hippodrome*, otro con ua frecuencia relativa de 0.027472527 conformado por; *Microtia elva*, *Siproeta stelenes*, *Heliconius charithonia*, un grupo con una frecuencia relativa de 0.021978022 conformado por; *Heliconius hecale*, *Siproeta ephaphus*, *Hamadryas februa*, *Heliconius clysonymus montanus*, uno con una frecuencia relativa de 0.016483516, con las siguientes

especies; *Azeta rhodogaster*, *Memphis morvus*, *Tithorea harmonia* y finalmente los últimos dos grupos con una frecuencia relativa de 0.010989011 que presenta las especies; *Manataria hercyna maculata*, *Archaeoprepona demophon centralis*, *Greta morgane otto*, *Temenis laothoe*, *Colobura dirce dirce*, *Phoebis sennae* y 0.005494505, con las siguientes especies; *Rhetus arcus*, *Eurema dina*, *Letis herilia*, *Zaretis allops*, *Hamadryas feronia*, *Prepona laertes*, etc (Figura 38).

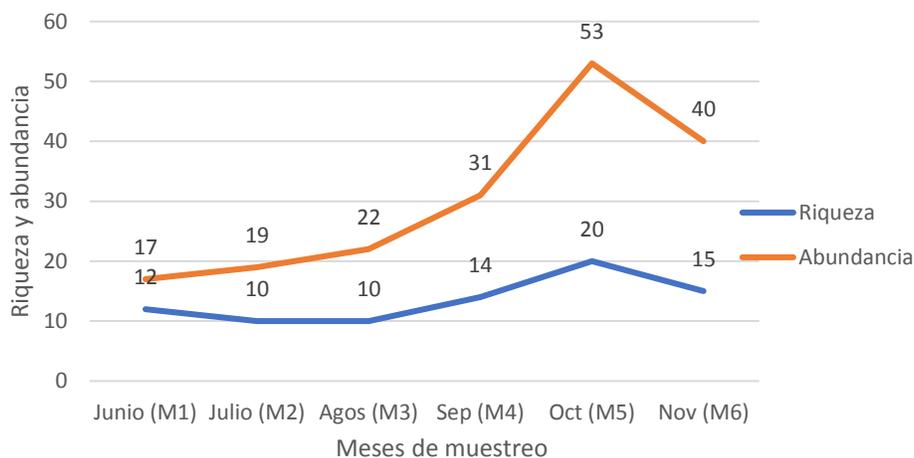


Figura 37. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Majaditas”.

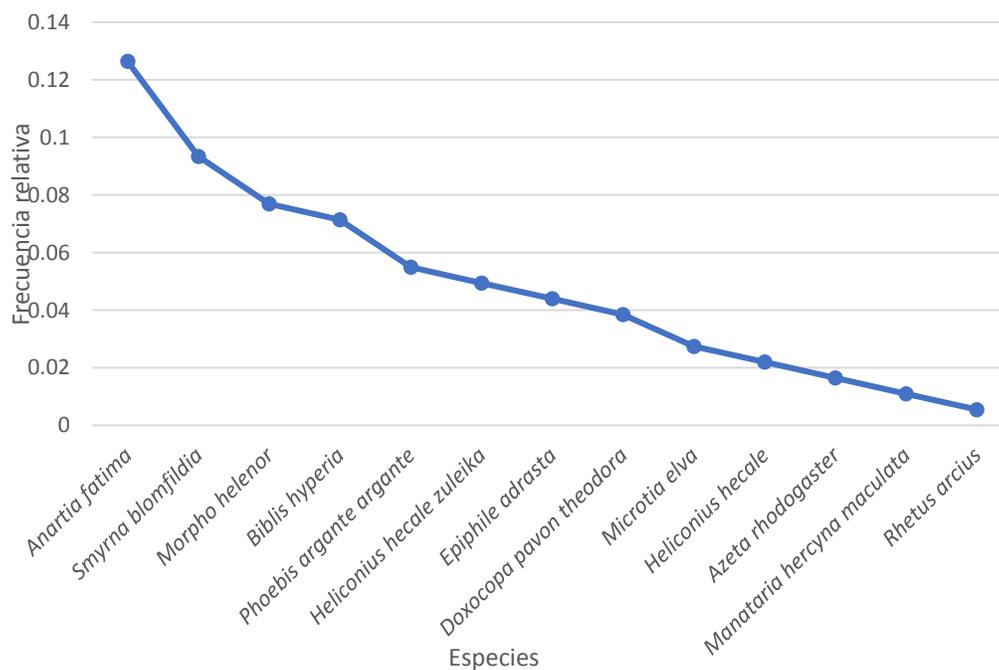


Figura 38. Curva de rango- abundancia, punto “Majaditas”.

5.5.3 Punto tres: “Cárcava 3” 1668 msnm.

En el punto de muestro llamado “Cárcava 3” se registraron 22 especies y 177 individuos, la especie más abundante fue *Smicropus laeta* y fue observada en todos los viajes de muestreo (Figura 39), las especies reportadas se distribuían en siete familias, donde las familias Geometridae, Nymphalidae y Pieridae presentaron 94, 52 y 22 individuos respectivamente, convirtiéndolas en las familias con mayores abundancias, pero la que presento mayor riqueza fue la familia Nymphalidae con 10 especies (Figura 40).

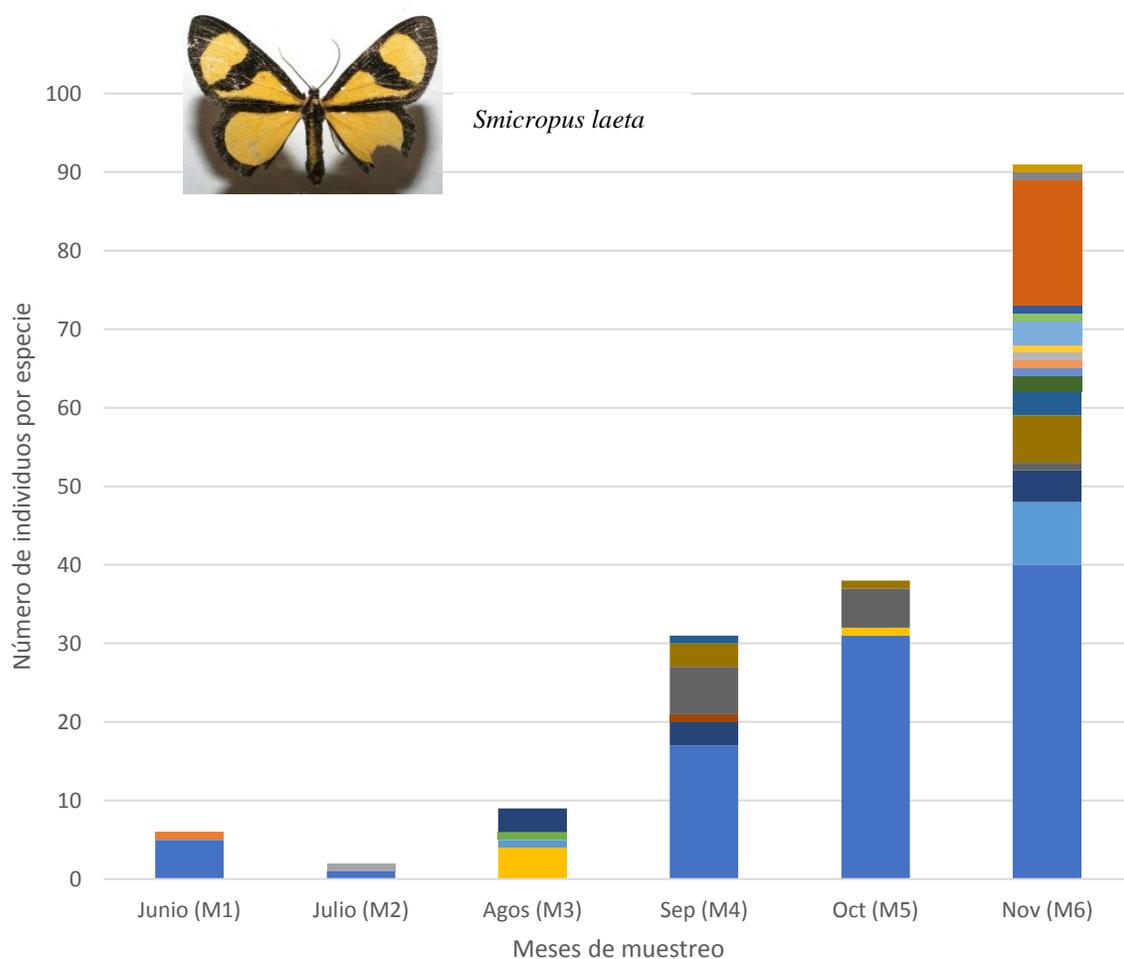


Figura 39. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto tres, “Cárcava 3”.

Los meses que presentaron mayores registros de riqueza y abundancia fueron septiembre, octubre y noviembre con 6, 4 y 17 especies y 31, 38 y 91 individuos respectivamente, en los meses de junio y julio se reportó la menor riqueza con dos especies

en cada muestreo y de igual forma la menor abundancia fue reportada en dichos meses con seis y dos individuos respectivamente, en este punto fue donde el inventario quedo más incompleto ya que únicamente se alcanzó el 40% del inventario y se puede observar en la gráfica que en noviembre fue donde hubo el mayor registro de lepidópteros, posiblemente por la llegada de especies migratorias (Figura 41).

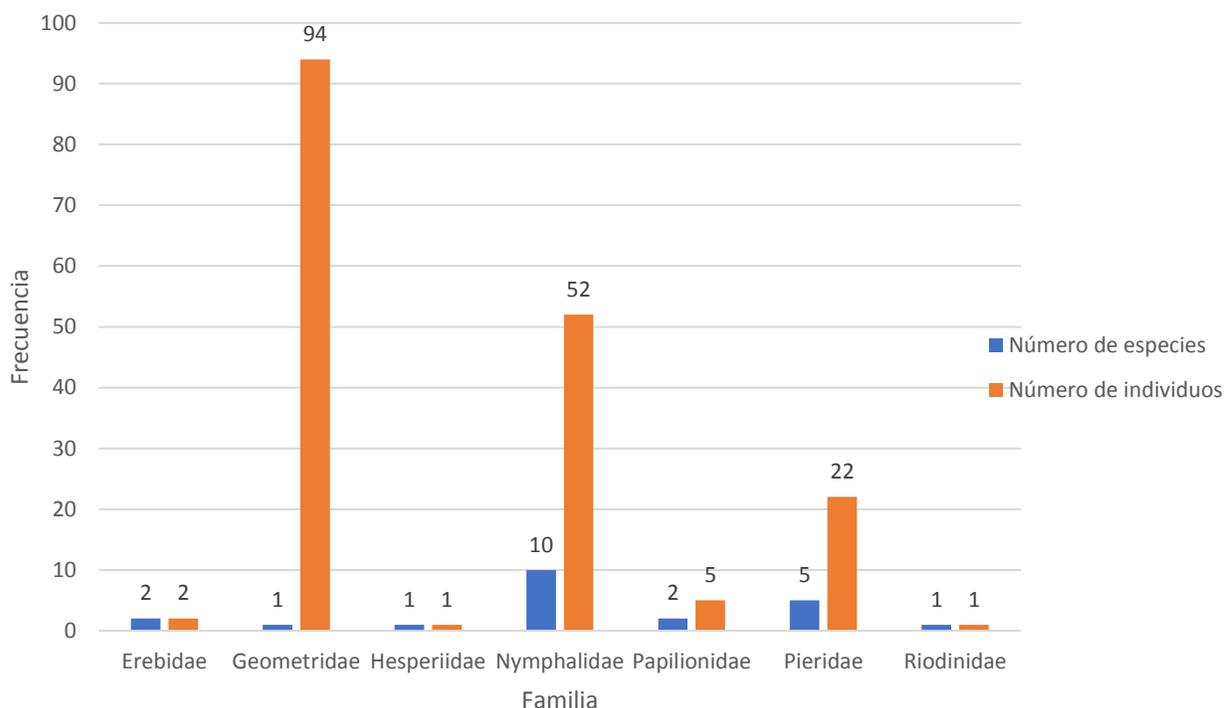


Figura 40. Número de especies e individuos registrados por familia en el punto 3, “Cárcava 3”.

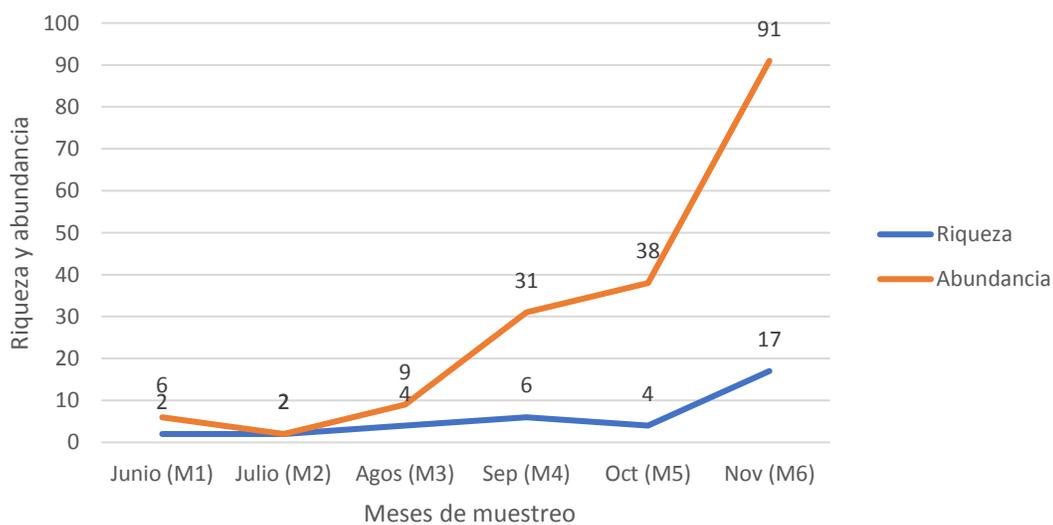


Figura 41. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Cárcava 3”.

La curva de rango-abundancia para el punto de muestreo tres, llamado “Cárcava 3” indica que estructuralmente la comunidad de mariposas de esta zona está fuertemente dominada por una especie que es *Smicropus laeta*, el resto de lepidópteros dentro de la comunidad se distribuyen de forma más homogénea (Figura 42).

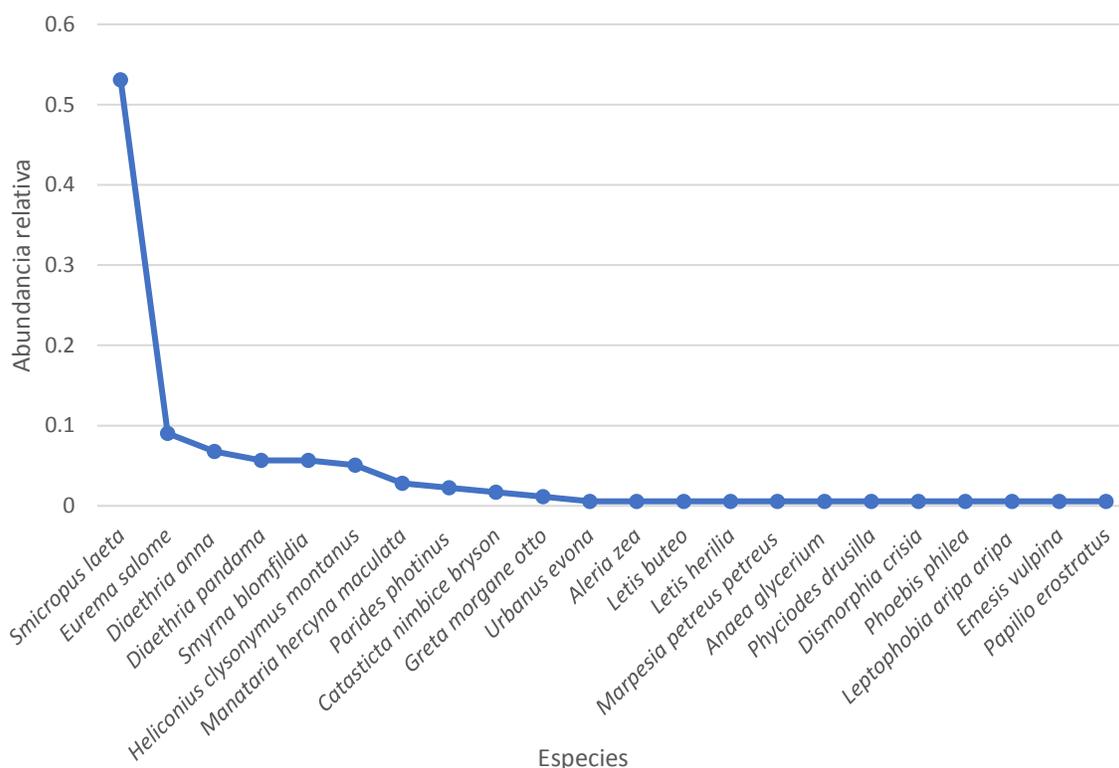


Figura 42. Curva de rango- abundancia, punto “Cárcava 3”.

5.5.4 Punto cuatro: “Los Planes” 1878 msnm.

En el cuarto punto de muestreo se registró un total de 20 especies y 129 individuos, la especie que presento mayor abundancia fue *Greta annette* seguida de *Eurema salome* y *Leptophobia aripa aripa*. (Figura 43). Las especies mencionadas pertenecen a tres familias que son: Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae con 9, 4 y 7 especies y 60, 22 y 47 individuos respectivamente, siendo la familia Nymphalidae la familia con más reportes (Figura 44). Durante el periodo de muestreo los meses que presentaron mayor registro de riqueza fueron; agosto con seis especies, septiembre con nueve especies y octubre con nueve especies. En cuanto a la abundancia tambien se obtuvieron los mayores registros en los meses antes mencionados con un total de 30, 36 y 33 individuos respectivamente. En el mes de junio no se realizó ninguna captura en este sitio de muestreo (Figura 45).

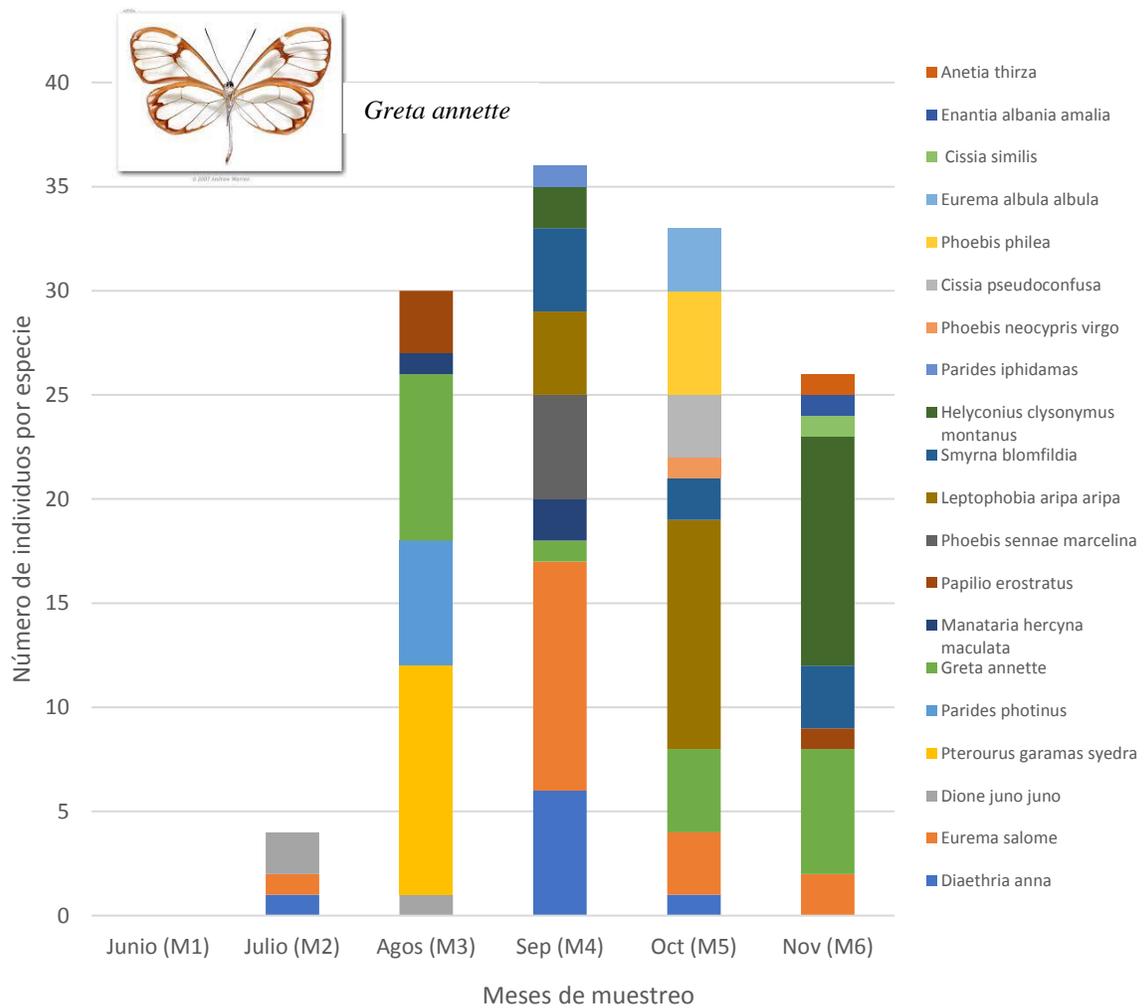


Figura 43. Riqueza y abundancia registrada durante los meses de muestreo en el punto cuatro, “Los Planes”.

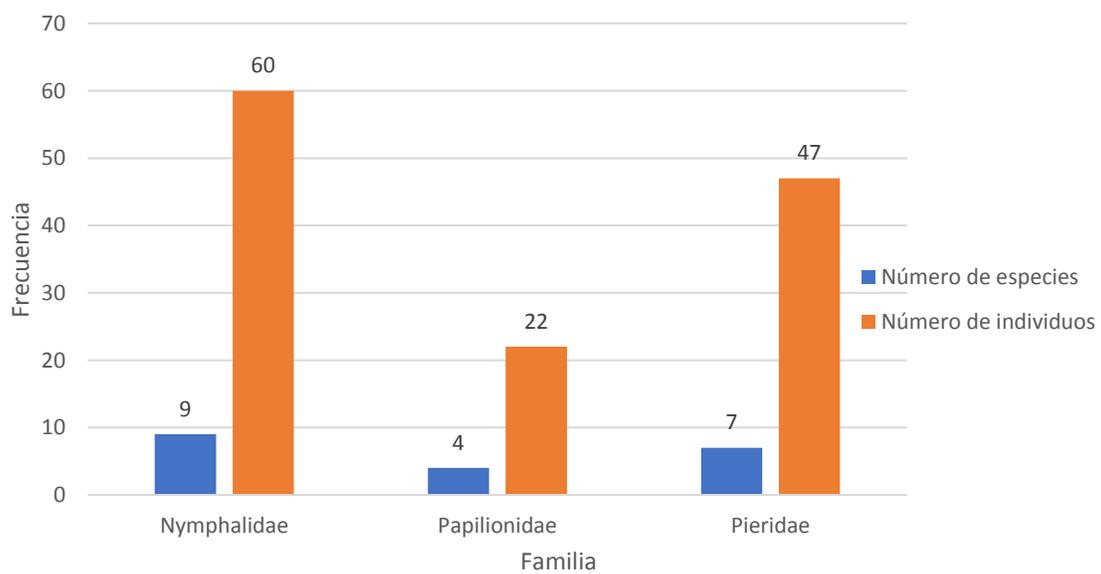


Figura 44. Número de especies e individuos por familia, registrados en el punto cuatro, “Los Planes”.

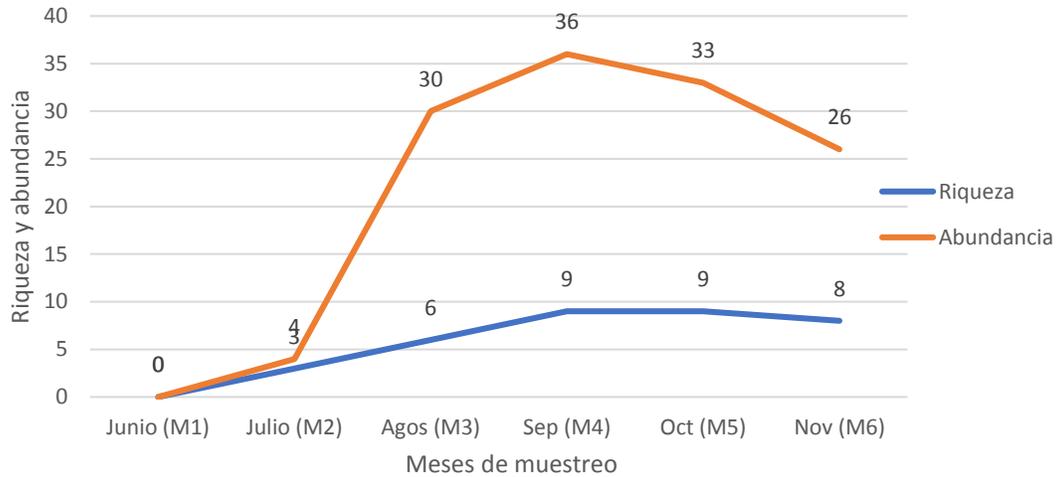


Figura 45. Fluctuación de riqueza y abundancia durante los meses de muestreo en el punto “Los Planes”.

En la zona de “Los Planes” la curva de rango-abundancia presenta una tendencia en la cual siete especies de mariposas, dominan de forma parcial en la comunidad ya que son las que presentan mayor número de individuos, el resto de especies se distribuye de forma más equitativa dentro de la comunidad, pero si se puede observar la marcada dominancia de dos grupos sobre el resto (Figura 46).

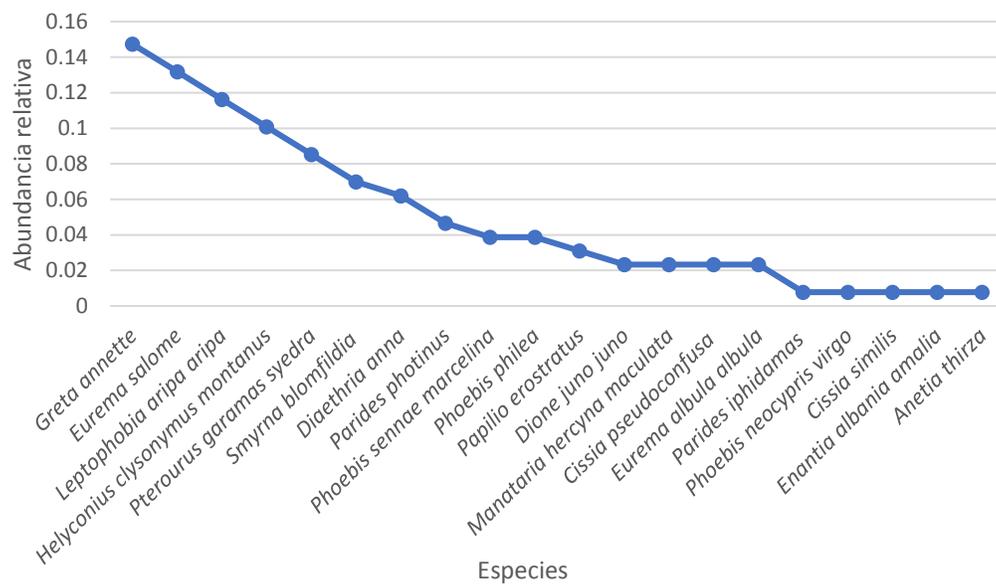


Figura 46. Curva de rango- abundancia, punto “Los Planes”.

5.6 Diversidad Alfa.

5.6.1 Estimador de riqueza de Chao 1.

El estimador de riqueza de Chao 1 indica que en el punto 1 llamado “El Cobano” se esperaba un total de 77 especies de lepidópteros y fueron reportadas 66, En el punto “Majaditas” se estimaba un reporte de 72 especies. En la “Cárcava 3” se registraron 22 especies y se esperaba reportar 55 y en el último punto “Los Planes” se registró 20 especies de las 30 esperadas (Tabla 4) (Figura 47).

Tabla 4. Porcentaje de l inventario alcanzado en los puntos de muestreo.

Punto	% Alcanzado
El Cobano	85.71%
Majaditas	62.50%
Cárcava 3	40%
Los Planes	66.66%

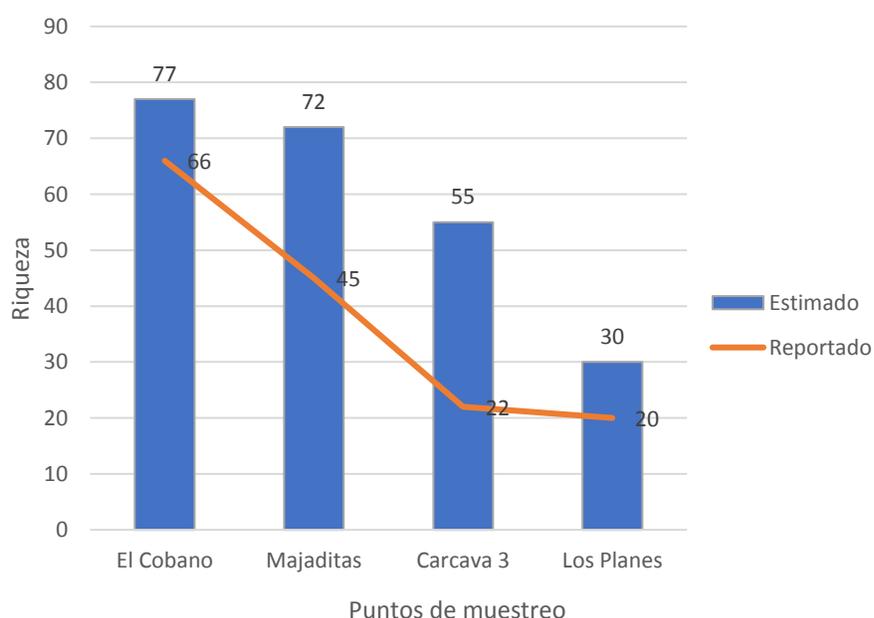


Figura 47. Comparación de la riqueza estimada y esperada en los puntos de muestreo.

5.6.2 Estimador de riqueza ACE (Abundance Coverage Estimator).

Al igual que el estimador de riqueza de Chao1 el ACE (Abundance Coverage Estimator) indica que para los puntos de muestreo “El Cobano”, “Majaditas”, “Cárcava 3” y “Los Planes” se estimaba el registro de 77, 72, 55 y 30 especies respectivamente y con el

esfuerzo de muestreo realizado se reportaron 66, 45, 22 y 20 especies respectivamente para cada sitio de muestreo (Tabla 5).

Tabla 5. Valores del estimador de riqueza ACE (Abundance Coverage Estimator).

Punto	% Alcanzado
El Cobano	85.71%
Majaditas	62.50%
Cárcava 3	40%
Los Planes	66.66%

5.6.3 Riqueza específica de Margalef.

Este índice de diversidad se muestra que las comunidades de “El Cobano” y “Majaditas” presentan valores de 10.67 y 8.455 respectivamente y por estar más alejados de 1 se puede decir que son zonas con mayor biodiversidad, en cambio las comunidades de la “Cárcava 3” y “Los Planes” muestran valores de 4.057 y 3.91 respectivamente que son muy cercanos a 1 lo que significa que son zonas con menor biodiversidad (Tabla 6).

Tabla 6. Valores del índice de riqueza específica de Margalef.

Riqueza específica de Margalef	
El Cobano	10.67
Majaditas	8.455
Cárcava 3	4.057
Los Planes	3.91

5.6.4 Índice de dominancia de Simpson.

Los valores que expresa el índice de dominancia de Simpson indican que en los puntos de muestreo; “El Cobano”, “Majaditas” y “Los Planes” hay una alta dominancia de especies pues los valores son muy cercanos a uno, ya que los valores obtenidos fueron 0.943, 0.9466 y 0.9127 respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Valores del índice de dominancia de Simpson.

Índice de dominancia de Simpson	
El Cobano	0.943
Majaditas	0.9466
Cárcava 3	0.6941
Los Planes	0.9127

5.6.5 Índice de Shannon-Wiener

Según el índice de Shannon-Wiener el punto de “El Cobano” tiene un valor de 3.392 y el de “Majaditas” 3.292 lo que significa que las especies se distribuyen de manera más homogénea en los sitios de muestreo, en las zonas de “La Cárcava 3” y “Los Planes” el índice asigno los siguientes valores 1.869 y 2.63 respectivamente esto indica que las especies no están distribuidas homogéneamente (Tabla 8).

Tabla 8. Valores del índice de Shannon-Wiener

Índice de Shannon-Wiener	
El Cobano	3.392
Majaditas	3.292
Cárcava 3	1.869
Los Planes	2.639

5.7 Diversidad beta.

5.7.1 Coeficiente de similitud de Sorenson.

El coeficiente indica que el punto “El Cobano” y “Majaditas” poseen el 49% de similitud y ambas comunidades son totalmente diferentes a las de “Cárcava 3” y “Los Planes” las cuales son 38% similares, visualmente se puede observar dichas igualdades en el dendograma generado a partir del coeficiente (Tabla 9) (Figura 48).

Tabla 9. Coeficiente de similitud de Sorenson.

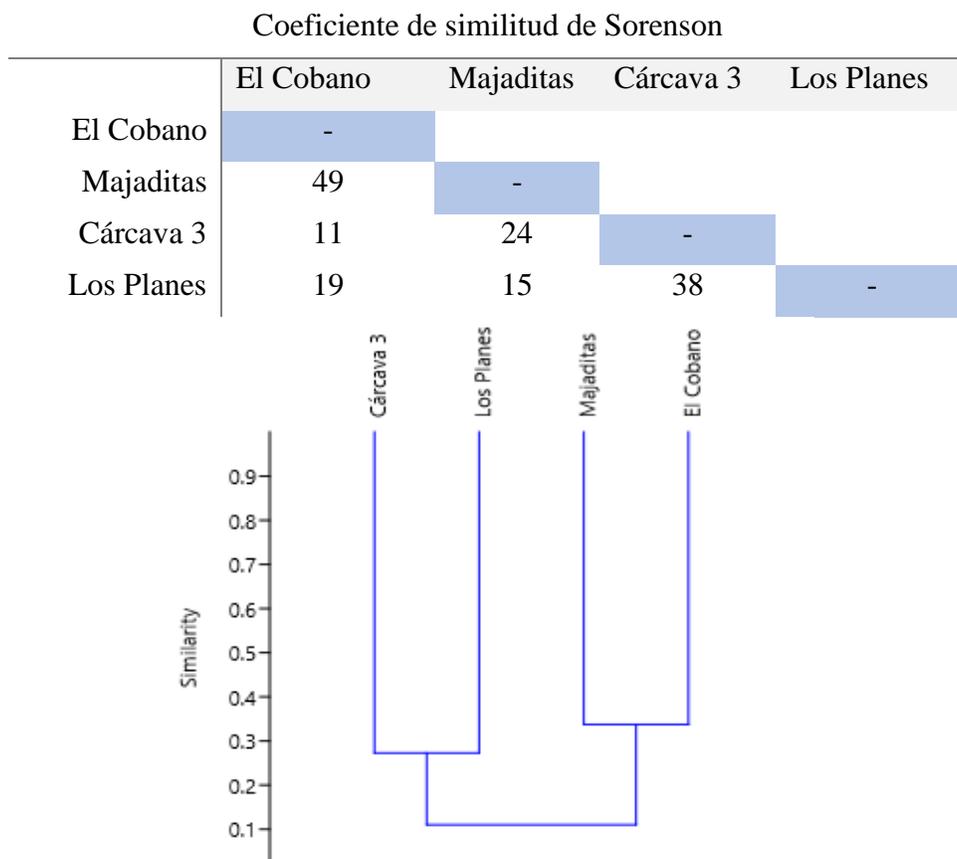


Figura 48. Dendrograma del coeficiente de similitud de Sorenson.

5.7.1 Coeficiente de similitud de Jaccard.

El coeficiente de similitud de Jaccard expresa que las comunidades de “El Cobano” y “Majaditas” poseen un 32% de similaridad; las cuales son bastante diferentes a los puntos de mayor altitud “Cárcava 3” y “Los Planes”, que poseen 24% de similitud entre sí (Tabla 10) (Figura 49).

Tabla 10. Coeficiente de similitud de Jaccard.

Coeficiente de similitud de Jaccard

	El Cobano	Majaditas	Cárcava 3	Los Planes
El Cobano	-			
Majaditas	32	-		
Cárcava 3	6	14	-	
Los Planes	10	8	24	-

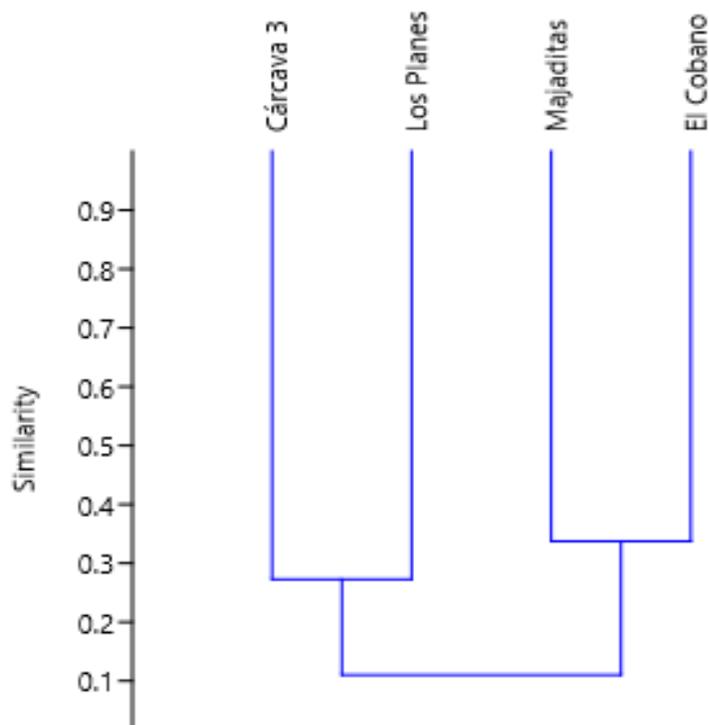


Figura 49. Dendrograma del coeficiente de similitud de Jaccard.

5.8 Prueba de normalidad para los puntos de muestreo.

Al calcular las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro Wilk para los diferentes puntos de muestreo se obtuvieron valores inferiores a 0.05, permitiendo establecer que los datos para todos los puntos de muestreo y el ecosistema completo no siguen una distribución normal (Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14). Razón por la cual se selecciona la prueba de correlación de rangos de Spearman para poder explicar cómo influye la variable altura en las variables de riqueza y abundancia de las poblaciones de mariposas.

Visualmente en las gráficas de normalidad se puede determinar que los datos no siguen una distribución normal en ninguno de los puntos de muestreo, ni en el ecosistema completo, puesto que se distribuyen asimétricamente alrededor de la recta normal (Figura. 50, Figura. 51, Figura. 52, Figura. 53, Figura. 54).

Tabla 11. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el punto El Cobano.

	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
El Cobano	.363	66	.000

Tabla 12. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para el punto Majaditas.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
Majaditas	.685	45	.000

Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para el punto Cárcava 3.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
Cárcava 3	.382	22	.000

Tabla 14. Prueba de normalidad de ShapiroWilk para el punto Los Planes.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig. (valor p)
Los Planes	.856	20	.007

Tabla 15. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para todo el ecosistema.

	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Estadístico	Gl	Sig. (valor p)
Todo el ecosistema	.291	101	.000

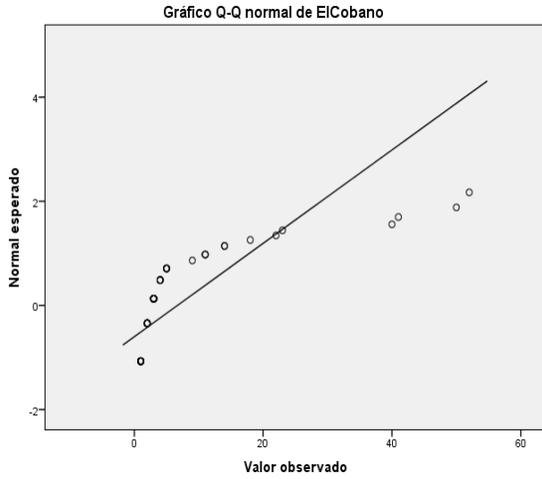


Figura 50. Gráfico de normalidad para punto El Cobano.

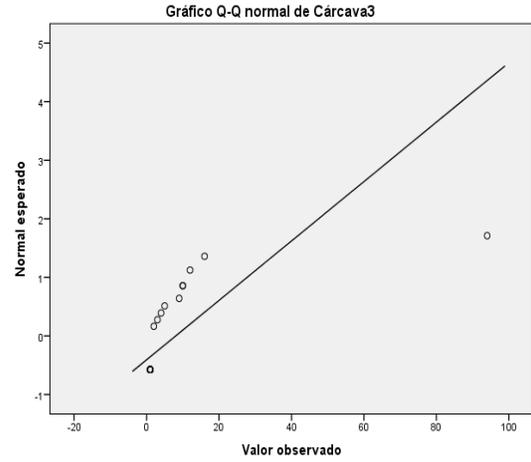


Figura 52. Gráfico de normalidad para punto Cárcava 3.

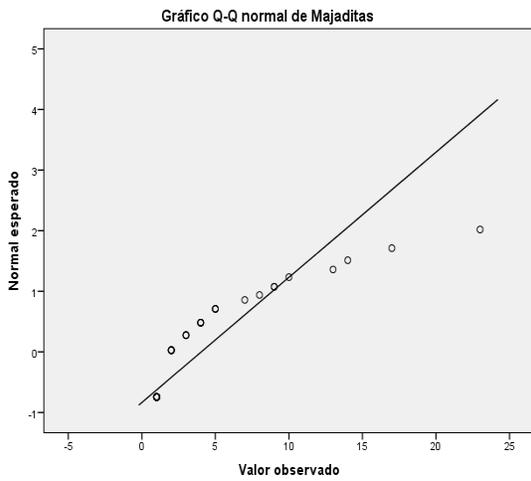


Figura 51. Gráfico de normalidad para punto Majaditas.

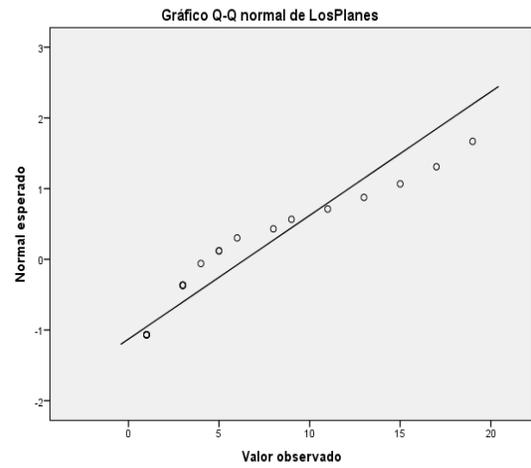


Figura 53. Gráfico de normalidad para punto Los Planes.

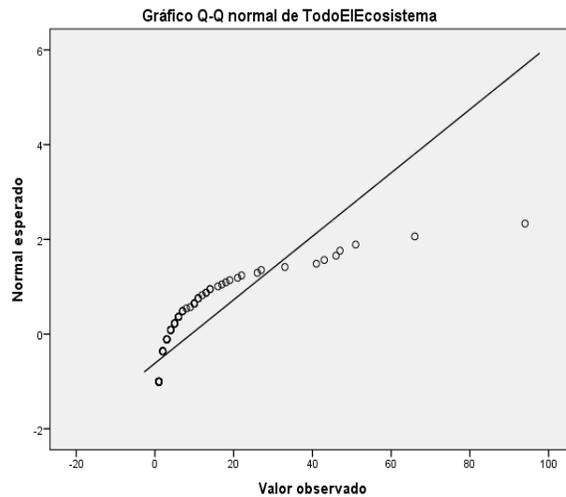


Figura 54. Gráfico de normalidad para todo el ecosistema.

5.9 Relación altura – abundancia y altura - riqueza.

Posterior a aplicar la prueba de correlación de rangos de Spearman para determinar la relación que tiene la altura en la riqueza y abundancia de las poblaciones de lepidópteros diurnos, se comprueba que existe una correlación inversa perfecta, puesto que el estadístico indica que un resultado de -1 (Tabla 16, Tabla 17). Esto se puede verificar al observar las (Figuras 56 y 58) que la abundancia y riqueza del punto El Cobano (700 msnm) son considerablemente mayores que las registradas en el punto Los Planes (1878 msnm).

Tabla 16. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (altura-abundancia).

Altura (msnm)	Abundancia	Rango-Altura (x)	Rango-Abundancia (y)	D	d ²
1878	129	4	1	3	9
1668	177	3	2	1	1
1187	182	2	3	-1	1
700	442	1	4	-3	9
				Suma	20
				N	4

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)} = -1$$

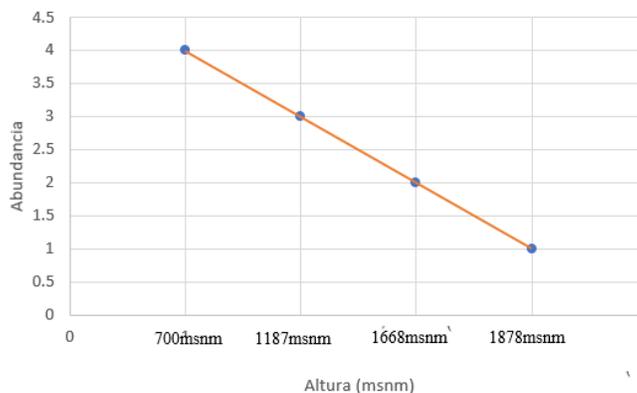


Figura 55. Correlación de rangos de Spearman Altura-Abundancia

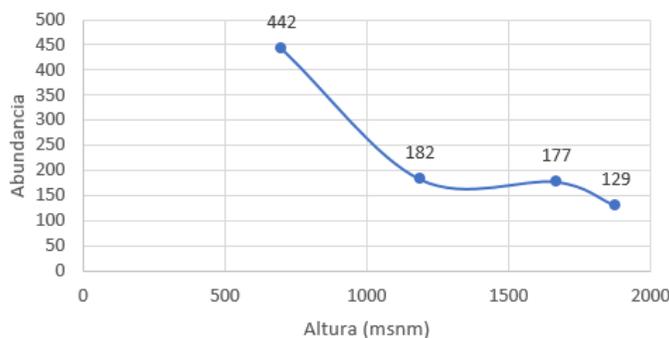


Figura 56. Abundancia reportada en los diferentes estratos altitudinales.

Tabla 17. Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (altura-riqueza).

Altura (msnm)	Riqueza	Rango-Altura (x)	Rango-Abundancia (y)	d	d ²
1878	20	4	1	3	9
1668	22	3	2	1	1
1187	45	2	3	-1	1
700	66	1	4	-3	9
Suma					20
n					4

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)} = -1$$

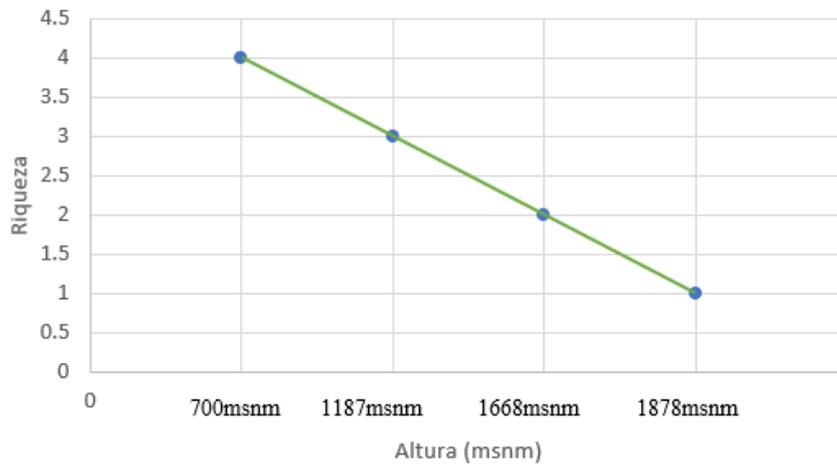


Figura 57. Correlación de rangos de Spearman Altura-Riqueza.

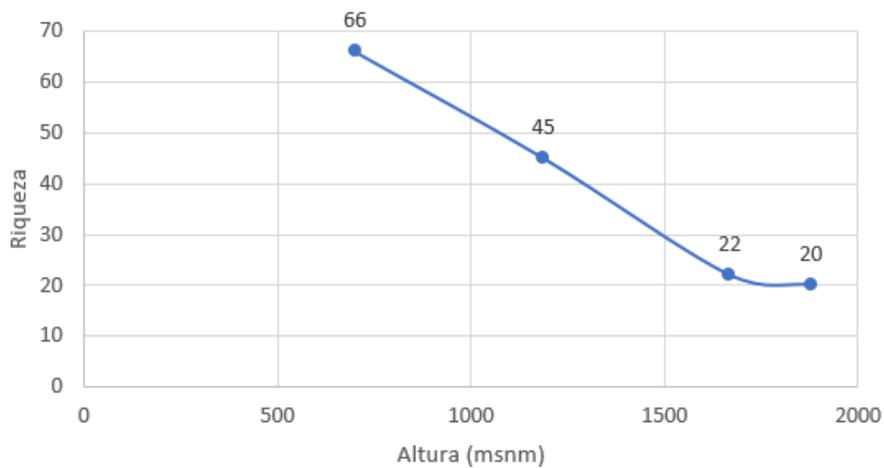


Figura 58. Riqueza reportada en los diferentes estratos altitudinales.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos indican que el comportamiento de la abundancia y la riqueza en los cuatro puntos de muestreo responde de manera distinta según se aumenta la altura en cada uno de ellos.

Se reportaron 101 especies y 930 individuos distribuidos en los cuatro puntos, la familia con mayor riqueza y abundancia fue la Nymphalidae con un total de 60 especies y 589 individuos respectivamente, fue la Nymphalidae. Esta familia contiene unas 7250 especies, lo que la hace la familia más diversa de mariposas, y aproximadamente 42% de las especies son neotropicales (García et al 2002).

Un factor que influyó a que esta familia fuera la que presentará mayor riqueza y abundancia es la amplia variedad de representantes de diversos gremios alimenticios entre ellos acimófagos-frugívoros, carroñeros, nectarívoros, etc lo que permite que tengan mayor distribución y adaptabilidad en los ecosistemas.

Orozco et al (2009) presenta resultados similares en cuanto a la familia con mayor riqueza siendo esta la Nymphalidae con 78 especies, Fraija y Fajardo (2006) de igual forma presenta a esta familia con mayor representación, Tobar et al (2002) difiere en este aspecto pues el autor reporta como familias con mayores registros de riqueza y abundancia a Hesperidae y Pieridae.

Los resultados en cuanto a riqueza y abundancia de la familia Nymphalidae son coincidentes por los presentados por López et al (2010) en su estudio en el Parque Nacional Montecristo, en el que reportó un total de 38 especies frugívoras de la familia Nymphalidae, dicho estudio únicamente fue desarrollado en el antiguo Casco de la Hacienda Montecristo a 820 msnm.

Sorto (2013a) también reporta como a la familia Nymphalidae como la más abundante y con mayor riqueza con un total de 122 especies y 1248 individuos. De igual forma López y Sermeño (2009) en la investigación de mariposas diurnas en el Parque Nacional Walter Thilo Deininger presenta resultados similares en cuanto a abundancia y riqueza, afirmando que la familia Nymphalidae posee los mayores registros de riqueza y abundancia, debido a

las razones explicadas anteriormente, dichos datos concuerdan satisfactoriamente a los obtenidos en el presente estudio.

Los menores registros de riqueza y abundancia son para las familias Lycaenidae y Geometridae (Tabla 2) un aspecto particular es que la única especie de la familia Geometridae era muy abundante en zonas cercanas a los cuerpos de agua, razón por la cual eran restringidas a zonas específicas y con una menor frecuencia de observación.

Orozco et al (2009) y Fraija y Fajardo (2006) registran a la familia Lycaenidae como la que obtuvo menor riqueza y abundancia en sus investigaciones, con la diferencia que el segundo autor reporta a las familias Riodinidae y Charaxinae, como familias con baja riqueza y abundancia.

Estas similitudes pueden indicar que la familia Lycaenidae siempre presenta menor rango de distribución, puesto que en repetidas investigaciones se reporta como la menos abundante; esto puede deberse a sus requerimientos alimenticios (García et al 2002) afirma que los lepidópteros de esta familia han establecido una relación con familias específicas tales como Acanthaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Orchidiaceae y Cycadaceae, que pueden ser escasas en las zonas donde se realizaron los muestreos, lo cual puede ser el motivo por el cual exista una baja riqueza y abundancia de especies de esta familia.

La mayor cantidad de especies fue reportada en el punto uno de muestreo denominado “El Cobano” o zona baja que se encuentra a 700 msnm y paulatinamente el número de especies se ve disminuido mediante se da un ascenso altitudinal, por lo cual en la zona muy alta “Los Planes” fue donde se obtuvo el menor registro de especies. Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio realizado por Camero y Calderón (2007) y Palacios y Constantino (2006), ambos autores afirman que la riqueza y la abundancia disminuye al existir un aumento en la altura, debido a que este grupo es muy sensible a las diversas variaciones ambientales que se pueden presentar en un gradiente altitudinal y los lepidópteros en particular prefieren ambientes más cálidos, con suficiente radiación lumínica y zonas boscosa o con floraciones, aspectos que se van modificando a lo largo de un gradiente de altura.

Los resultados obtenidos son complementarios a los presentados por López et al (2010) realizado en el antiguo casco de la Hacienda Montecristo, los autores menciona el hallazgo de 38 especies frugívoras de la familia Nymphalidae de las cuales existen 24 en común con el presente estudio, las cuales son: *Archaeoprepona demophon*, *Bilbis hyperia*, *Calicore pitheas*, *Chlosyne hippodrome*, *Cissia pseudoconfusa*, *Cissa pompilia*, *Cissa similis*, *Caligo memnom*, *Manataria maculata*, *Consul fabius*, *Colobura dirce*, *Dinastor darius*, *Eunica monima*, *Hamadryas feronia*, *Mechanitis polymnia*, *Menphis pithyusa*, *Morpho helenor*, *Smyrna blomfieldia*, *Siproeta stelenes*, *Opsiphanes cassina*, *Taygetis thamyra*, *Temenis laothoe*, *Zeretis ellops*, *Zeretis callidryas*.

Los autores aclaran que para poder brindar un listado de mayor formalidad es necesario realizar un estudio más detallado y profundo en los diferentes rangos altitudinales del parque, lo cual constituyó uno de los objetivos de esta investigación.

La curva de acumulación de especies (Figura 27) indica que el punto El Cobano y Los Planes se acercan a la asíntota, significando que el esfuerzo de muestreo fue muy eficiente, seguido de Majaditas y finalmente La Cárcava 3 que es donde se puede observar un crecimiento exponencial en la curva y se comprueba con los estimadores de riqueza que indica que de las 55 especies esperadas únicamente se reportan 22 que se convierte en el 40% del inventario en el punto.

Si bien no se alcanzó la fase asintótica de la curva de acumulación de especies, se registra un buen esfuerzo de muestreo y se reporta un buen porcentaje del inventario total de lepidópteros diurnos del parque, Gámez (2010) no reporta todas las especies de lepidópteros esperadas y recomienda que futuros estudios se consideren más sitios de muestreo, aumentar la cantidad de días en las cuales deben estar en actividad las trampas y afirma que la curva sugiere que mayor esfuerzo de muestreo resultara en el registro de más especies. Según los estimadores de riqueza de Chao 1 y ACE (Abundance Coverage Estimator) indican que para el punto “El Cobano” se estimaba un reporte de 77 especies de las cuales se registraron 66 especies. En “Majaditas” se esperaban 72 especies y se reportaron 45. En “Cárcava 3” se esperaba un registro de 55 especies de las cuales únicamente se reportaron 22 y finalmente en “Los Planes” se estimaba un registro de 30 especies de las cuales se logró reportar 20 especies.

La zona baja (El Cobano) es la que posee el mayor porcentaje del inventario con un 85.71% y con los mayores reportes de riqueza y abundancia, esto se debe a que este punto posee las condiciones propicias para la observación de lepidópteros, Camero y Calderón (2007) y Palacios y Constantino (2006) afirman que las condiciones necesarias son ambientes más cálidos, con suficiente radiación lumínica y zonas boscosa o con floraciones, factores que eran muy visibles en la zona. Un factor importante es que el mes con mayores registros de lepidópteros diurnos fue agosto (Figura 33), debido a que la época lluviosa está en apogeo, lo cual contribuye a la existencia de floraciones confirmando lo que los autores establecen en cuanto a los requerimientos ecológicos de los lepidópteros. Al ser el punto de mayor biodiversidad existe mayor competencia por los recursos, al analizar la curva de rango abundancia para la zona de muestreo número uno (Figura 34). se puede observar que las especies más abundantes son *Morpho helenor*, *Eurema dina*, *Siproeta stelenes*, *Tithorea harmonia*, que conforman los dos grupos más dominantes en la comunidad.

La zona media (Majaditas) posee una riqueza y abundancia elevada y las especies están distribuidas de una forma relativamente homogénea en comparación a las comunidades de zonas más altas, esto debido a los excelentes factores ambientales presentes en la zona. Por medio de las abundancias relativas se pueden distinguir cuatro grupos, las especies más abundantes y que conforman el grupo más dominante y que ha logrado aprovechar mayormente los recursos tales como la alimentación y hábitat son, *Anartia fatima*, *Smyrna blomfieldia*, *Morpho helenor* y *Biblis hyperia* (Figura 35, Figura 38). Camero y Calderón (2007) menciona que la distribución de abundancias de especies para los diferentes sitios de captura genera un modelo de distribución en la que pocas especies son dominantes, haciendo ver a las especies restantes como prácticamente raras, e indicando una repartición diferencial de los recursos a unas pocas especies, muy seguramente debido a una preferencia de nicho por parte de las especies dominantes.

En la zona alta o (Cárcava 3) se reportó un total de 22 especies y 177 individuos de los cuales la especie *Smicropus laeta* era la más abundante y se agrupaba masivamente en zonas cercanas a cuerpos de agua, Núñez (2016) nomina a estas agrupaciones como asambleas de lepidópteros, el autor afirma que estas asambleas son a causa de la presencia de sales minerales y de heces fecales en el suelo y en mucha menor medida a la presencia de frutos en descomposición.

Un aspecto en el que difiere la presente investigación con la de Núñez (2016) es que el autor pudo reportar asambleas mixtas compuestas por especies diferentes y en el Parque Nacional Montecristo eran muy comunes las agrupaciones de *Smicropus laeta* y algunas especies que se acercaban esporádicamente, pero que no se mantenían de forma constante en el suelo como lo hacía *Smicropus laeta* (Anexo 4).

La gráfica de rango abundancia para esta zona determina una alta dominancia de dicha especie y el resto se distribuye de manera más homogénea (Figura 39, Figura 42). Al analizar la (Figura 41) se puede observar que el mayor registro de lepidópteros fue en el mes de noviembre, según López y Sermeño (2009) este comportamiento de aumento de las poblaciones en los meses de la segunda mitad del año se debe al apareamiento de especies univoltinas, que son aquellas mariposas que cumplen su ciclo vital dentro del mismo año, razón por la cual hubo mayor reporte de lepidópteros en el mes de noviembre.

El punto de mayor altitud ubicado a 1187 msnm presentó el menor registro de lepidópteros, pues las condiciones que posee son adversas para las comunidades de mariposas y contrarias a las condiciones óptimas presentadas por Palacios y Constantino (2006) tales como temperaturas cálidas y presencia de floraciones y en esta zona por tratarse de bosque de pino-roble las plantas con flor son escasas.

En esta zona se registró un total de 20 especies y 129 individuos, existiendo claramente una baja diversidad de especies, pero una alta dominancia, al analizar la curva de rango abundancia para la zona (Figura 46), se puede observar que son siete especies las que están dominando de forma parcial. Camero y Calderón (2007) afirman que comunidades de zonas más altas presentan mayor dominancia, menor riqueza, menor diversidad y una frecuencia de individuos más alta; lo que puede indicar que la mayoría de especies se han adaptado adecuadamente a las condiciones ambientales, puesto que la abundancia es relativamente homogénea, pues no existe mayor competencia entre ellas y han logrado coexistir de forma equitativa (Figura 43, Figura 46).

En cuanto a la efectividad de las trampas se puede mencionar que los meses de agosto, septiembre y octubre presentan los registros de riqueza y abundancia más elevados (Figura 45). López y Sermeño (2009) afirman que en los meses de marzo a mayo la fluctuación de riqueza y abundancia no es tan elevada en comparación a los registros de los meses de la transición de la época seca-lluviosa, lluviosa y lluviosa-seca, en los cuales las

poblaciones aumentan considerablemente. Dichos meses son los correspondientes a la segunda mitad del año (junio a noviembre), siendo similar a los resultados obtenidos en la presente investigación, en la cual en todos los estratos los mayores registros de riqueza y abundancia se dieron entre los meses de agosto a noviembre. La única diferencia radica en que en los meses de junio y julio el comportamiento de la riqueza y abundancia no se eleva, los autores atribuyen este comportamiento a que en dichos meses las especies univoltinas (especies que cumplen su ciclo de vida dentro del mismo año) aparecen en este periodo y se adicionan a las que son multivoltinas (especies que poseen varias generaciones en el año) que se presentan durante todo el año. Si bien los resultados obtenidos en ambas investigaciones son similares no se puede asegurar la total similitud de ambos estudios, puesto que las condiciones de ambas áreas son distintas, pero si se pueden realizar comparaciones entre sí.

El índice de diversidad de Margalef para los puntos de “El Cobano” y “Majaditas” presenta valores de 10.68 y 8.455 respectivamente indicando que son zonas con mayor biodiversidad, lo cual se debe a que ambos puntos presentan condiciones propicias para los lepidópteros, en cambio las comunidades de la “Cárcava 3” y “Los Planes” obtuvieron resultados totalmente contrarios en comparación al punto 1 y 2 ya que los valores para la zona 3 y 4 fueron 4.057 y 3.91, ya que son zonas más elevadas y por lo tanto con condiciones adversas. Los datos de Margalef coinciden con los reportados por Camero y Calderón (2007) quien afirma que hay una marcada disminución en la biodiversidad de sus ecosistemas mediante se aumenta en la altura sobre el nivel del mar.

El índice de Simpson muestra que en todas las zonas hay dominancia de especies, lo que se puede observar en las curvas de rango abundancia, en “El Cobano” el valor para este índice es de 0.943, en “Majaditas” se obtuvo un valor de 0.9466, en la “Cárcava 3” se obtuvo el valor más bajo que fue de 0.6941 y esto es por la alta dominancia de la especie *Smicropus laeta* y finalmente en “Los Planes” se obtuvo 0.9127 lo que significa que la dominancia es muy elevada puesto que existe poca diversidad, estos resultados son comparables con los presentados por Gamez (2002) pues el autor presenta valores para este índice de 0.898 y 0.823 para sus dos transectos respectivamente, el autor menciona que existe un valor ligeramente mayor para el transecto 1, pero que ambos presentan dominancia alta.

El índice de Shannon-Wiener para el punto “El Cobano” fue 3.38, para “Majaditas” 3.292, “Cárcava 3” 1.869 y “Los Planes” 2.63, los valores concuerdan con el principio de que a mayor altitud existen menor biodiversidad, puesto que para los sitios 1 y 2 de muestreo los valores son levemente arriba de 3 por lo cual la diversidad es más elevada pero como establece Gamez (2010) no existe diferencia en cuanto a la diversidad en ambos puntos, ya que él en su investigación presenta resultados para este índice de 2.368 en un sitio y 2.255 en el otro, en el caso de la presente investigación el hecho de no existir diferencia significativa se puede deber a que las condiciones ambientales son muy similares entre sí, en el punto 3 es donde se obtuvieron los datos más anómalos, puesto que son inferiores a los del punto 4, esto se debe a que en la zona el inventario quedo en un nivel muy bajo. Según Camero y Calderón (2007) la diversidad como medida de heterogeneidad de la muestra según el índice de Shannon-Weaver presenta una marcada disminución a medida que asciende el gradiente, por lo cual existe disminución de la diversidad a mayor altitud, lo cual concuerda con los resultados presentados.

Palacios y Constantino (2006) atribuyen que en las zonas de menor altitud resultasen valores más altos de diversidad, a un mayor nivel de luminosidad para la termorregulación de las mariposas y una mayor disponibilidad de fuentes de néctar, lo que se confirma puesto que en la zona existen jardines y plantas con flor que atraen a las mariposas. También explica que en zonas de mayor altitud existen los índices de diversidad más bajos debido a que existe mayor nubosidad, lo que disminuye la actividad de vuelo de las mariposas.

Por lo tanto, se establece que las comunidades de altitudes bajas deben caracterizarse por tener riquezas e índices de diversidad comparativamente más altos y una baja dominancia, mientras que las comunidades de zonas más altas presentan mayor dominancia, menor riqueza, menor diversidad y una frecuencia de individuos más alta.

En cuanto al porcentaje de exclusividad se puede observar que existe una mayor cantidad en la zona de “El Cobano” con una tendencia a la disminución mediante se da un ascenso a la altitud (Figura 30). El mayor porcentaje de exclusividad en todo el ecosistema se registró para el punto uno con un 31.06% y el más bajo se registró en el punto cuatro “Los Planes” con un 7%, en los puntos dos y tres existió un total de 11.88% y 9% respectivamente, resultados que concuerdan con la investigación de Camero y Calderón (2007), pues el autor registró un mayor porcentaje de exclusividad en la altitud más baja, estos resultados indican que en el Parque Nacional Montecristo se debe realizar una regulación de las personas que

ingresan a dichas áreas, pues contienen especies de lepidópteros que únicamente están presentes en dichas zonas y un impacto antropogénico elevado seguramente podría afectar las poblaciones de mariposas diurnas, además estas especies exclusivas son potenciales bioindicadoras ecológicas del Parque (Tabla 3).

La exclusividad de especies, además de permitir realizar afirmaciones acerca de la estructura de las comunidades con relación al recurso alimenticio disponible en los diferentes puntos del gradiente, permite proponer especies que puedan ser potencialmente utilizables como bioindicadoras de cambios en los ecosistemas (Brown 1991).

Los coeficientes de similitud de Sorenson y de Jaccard presentan un mayor porcentaje de similitud entre zonas bajas entre sí y zonas altas entre sí, es decir que entre la zona baja y media existe un 49% y 32% de similaridad para cada coeficiente respectivamente y la zona alta y muy alta tienen el 38% y 24% de similitud respectivamente (Tabla 9) (Tabla 10). Palacios y Constantino (2006) obtienen resultados muy similares en sus zonas de estudio, en el cual la comunidad ubicada a 700 msnm es un 35% similar a la comunidad a 1100 msnm, los autores atribuyen este comportamiento a un mayor nivel de luminosidad para la termorregulación de las mariposas y una mayor disponibilidad de fuentes de néctar en la zona baja, contrario a la estación de mayor altitud que presenta una nubosidad constante lo que disminuye la actividad de vuelo de las mariposas. Por lo tanto, la similitud de las comunidades va depender totalmente de los componentes estructurales, tanto de la vegetación como de la lepidópterofauna asociada a ella.

Los dendogramas para ambos coeficientes, muestran visualmente las zonas de mayor similitud en el parque, afirmando que “El Cobano” y “Majaditas” son similares entre sí, al igual que la “Cárcava 3” y “Los Planes” y que estos puntos difieren totalmente con las zonas de menor altitud (Figura 48, Figura 49), estos resultados son similares a los presentados por Zambrano y Ortíz (2009) puesto que existió mayor similitud entre comunidades bajas y estas con las comunidades de mayor altitud diferían.

Camero y Calderón (2007) emplea el coeficiente de correlación de rangos de Spearman, lo cual significa que sus datos no siguen una distribución normal, siendo el mismo comportamiento de los datos de la presente investigación, por lo cual aplicaron el estadístico de correlación de rangos de Spearman para determinar la relación existente entre la riqueza de especies y la altura.

En la presente investigación se empleó esta prueba no solo para determinar la relación existente entre la altura y la riqueza, sino también la abundancia, el resultado obtenido fue de -1 (tanto para abundancia-altura y riqueza-altura) lo que significa que es una correlación inversa perfecta, indicando que una de las variables es dependiente de la otra y que mediante una aumenta la otra disminuye, en este caso en particular la abundancia y riqueza disminuyen a medida que la altura asciende, es decir que si la variable independiente (en este caso la altura) aumenta la variable dependiente (riqueza y abundancia) disminuye, por lo cual ambas están relacionadas (Figura 55, Figura 57).

VII. CONCLUSIONES.

- La riqueza biológica de lepidópteros reportada en el presente estudio fue de 101 especies pertenecientes a 8 familias.
- La familia que presentó mayor riqueza con un total de 60 especies fue la Nymphalidae debido a que hay una amplia variedad de representantes de diversos gremios alimenticios, las familias con menor riqueza fueron Lycaenidae y Geometridae con dos y una especie respectivamente.
- La familia más abundante fue la Nymphalidae con 589 individuos, seguida de Pieridae con 147 individuos; la familia Geometridae presentó 94 individuos, la Familia Lycaenidae fue la menos abundante durante todo el estudio un total de 3 individuos.
- El punto de mayor riqueza y abundancia biológica de lepidópteros fue el de El Cobano o Zona Baja.
- El punto de menor riqueza y abundancia fue el de Los Planes o Zona Muy Alta.
- El porcentaje del inventario alcanzado en los puntos de muestreo fue del 70.63%, siendo un dato muy significativo.
- La altura incide directamente en la riqueza y abundancia de especies de lepidópteros diurnos, un ascenso en la misma disminuye la riqueza y abundancia, y están involucrados demás factores que están presentes a lo largo de un gradiente altitudinal, tales como temperatura, humedad relativa, que podrían ser variables a medir en futuras investigaciones.
- En la curva de rango abundancia de El Cobano se puede observar que las especies más abundantes y que conforman los dos grupos más dominantes de la estructura del punto son: *Morpho helenor*, *Eurema dina*, *Siproeta stelenes*, *Tithorea harmonia*.
- La curva de rango abundancia para Los Planes, indica la existencia de siete especies que están dominando de forma parcial las cuales son *Greta annette*, *Eurema salome*, *Leptophobia aripa aripa*, *Helyconius clysonymus montanus*, *Pterourus garamas syedra*, *Smyrna blomfieldia* y *Diaethria anna*.

- En todos los puntos de muestreo los mayores registros de riqueza y abundancia se dan entre los meses de agosto a noviembre (únicamente en el punto El Cobano en agosto).
- Existe mayor exclusividad en zonas de baja altitud con una tendencia a disminuir mediante se da un ascenso en la misma, el mayor porcentaje de exclusividad en todo el ecosistema se registró para el punto uno con un 31.06% y el más bajo se registró en el punto cuatro “Los Planes” con un 7%, todas estas especies son importantes pues tienen un potencial bioindicador muy elevado.
- El coeficiente de similitud de Sorenson indica que el punto El Cobano y Majaditas son los que poseen mayor similitud (49%). Por su parte el coeficiente de Jaccard agrupa a estos mismos lugares como los más similares (32 %).
- La altura es un factor determinante en la abundancia y riqueza de las especies ya que coeficiente de correlación de rangos de Spearman indicó que las variables altura-riqueza y altura-abundancia poseen una correlación inversa perfecta, pues el resultado para ambas relaciones fue de -1, esto significa que mediante una variable aumenta (altura) la otra disminuye (riqueza y abundancia).

VIII. RECOMENDACIONES.

- Solicitar permisos de recolecta científica y documentación necesaria al MARN con bastante anticipación para poder aprovechar de manera eficiente los meses en los cuales hay mayor proliferación de lepidópteros diurnos.
- En futuros trabajos se debe realizar mayor tiempo de muestreo o utilizar más trampas puesto que en algunos puntos la riqueza encontrada no representó un porcentaje alto de las especies esperadas para ese sitio.
- Sería muy conveniente utilizar más atrayentes con el fin de poder evaluar la preferencia de atrayente, para poder determinar los diferentes gremios alimenticios que poseen los lepidópteros diurnos del Parque Nacional Montecristo.
- Sería ideal realizar estudios complementarios en el PNM sobre estacionalidad de lepidópteros para verificar el comportamiento de las poblaciones a lo largo del año.
- Al recolectar los especímenes de lepidópteros manipularlas con cuidado y utilizar papel milano para elaborar los sobres de recolecta con el fin de proteger eficientemente el ejemplar.
- Según normativas de colecciones de referencia es indicado capturar duplicados de los ejemplares de lepidópteros diurnos para poder tener siempre un espécimen extra en caso de que uno se dañe y estos deben estar almacenados en diferentes ubicaciones geográficas.
- Nunca sacrificar los ejemplares de lepidópteros en campo puesto que al realizar el montaje las alas no estarán flexibles y se corre el riesgo de dañar el ejemplar.
- Colocar un peso o sujetar las bases trampas Van Someren-Rydon a algún objeto, para evitar correr el riesgo de perder datos en campo por caída de la trampa.
- Contar con una guía de campo para la identificación de lepidópteros diurnos, además de familiarizarse con las marcas de campo de las mariposas para agilizar el proceso de identificación.
- Realizar monitoreos periódicos de las comunidades de lepidópteros para verificar el comportamiento de las mismas y mantener actualizadas las bases de datos.

- Realizar estudios para el manejo y conservación de lepidópteros en área enfatizando en la regulación de entrada de turistas a zonas donde existen especies exclusivas y potencialmente bioindicadoras.
- Estimular la implementación de mariposarios para conservación, resguardo y reproducción de especies de lepidópteros.
- Realizar estudios de preferencia de hábitat y patrones de movimiento de lepidópteros diurnos en el PNM.
- El Parque Nacional Montecristo es un sistema con una alta diversidad de especies y que muchas poblaciones de mariposas están muy localizadas en los diferentes estratos altitudinales por lo cual se deben realizar esfuerzos para preservar dichas zonas pues constituyen el hábitat natural de diferentes especies de lepidópteros que convierte a cada área como única por albergar lepidópteros específicos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM, Villarreal H. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Colombia (Bogotá): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 p.
- Andrade M. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Rev Acad Colomb Cienc.* 22(84):407-421.
- Baquero E, Moraza ML, Ariño AH, Jordana R. 2011. Mariposas diurnas de Pamplona. 144p.
- Brown JR., K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators. In: *The conservation of insects and their habitats* (N. M. Collins & J.A. Thomas, eds.). Academic Press. London, p.350-404.
- Camero E. 2003. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Rev Acad Colomb Cienc.* 27(105): 491-516.
- Camero E, Calderón A. 2007. Comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente altitudinal del Cañón del Río Combeima-Tolima, Colombia. *Acta biol Colomb.* 12(2): 95-110.
- Cardoza F. 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Careaga JR, Handal A, Villareal O, García CS, Pacheco A, Urrutia E, Molina JA. 2011. Suelos. En: Handal A, editora. *Montecristo capital natural compartido: Guatemala, Honduras, el Salvador: El Salvador.* 128 p.
- Carmona A. [Internet]. 2015. Mariposas panameñas ofrecen pistas sobre los efectos del cambio climático en los bosques tropicales. Disponible en: <http://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/mariposas-panamenas-ofrecen-pistas-sobre-los-efectos-del-cambio-climatico-en-los-bosques-tropicales/>

- Carrillo TB, Cuellar RC, Zepeda JA. 2010. Diversidad y composición de las comunidades de mariposas Nymphalidae y otras familias (Lepidoptera: Rhopalocera) en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. [tesis de ingeniería]. [San Salvador]: Universidad De El Salvador.
- Castillo AC, Estrada LL. 2011. Diversidad y estratificación vertical de Nymphalidae fruteras (Lepidoptera: Rhopalocera) en agroecosistema de cafetal, en las épocas lluviosa, seca y transiciones, Finca La Esperanza, Concepción de Ataco, Ahuachapán, El Salvador. [tesis de licenciatura]. [San Salvador]: Universidad De El Salvador
- Chacón I, Montero J. 2007. Mariposas de Costa Rica. Primera edición. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 366 p.
- Chao A, Lee SM. 1992. Estimating the number of clases via sample coverage. *Journal of the American Statitital Association* 87(417): 210-217.
- Colwell RK y Hurtt GC. 1994. Nonbiological gradients in species richness and a spurious rapoport effect. *The American Naturalist*. Vol 144. N°4.
- Díaz J, Ávila L. 2002. Sondeo del mercado mundial de mariposas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 38 p.
- Fraija N, Fajardo GE. 2006. Caracterización de la fauna del orden Lepidoptera (Rhopalocera) en cinco diferentes localidades de los Llanos Orientales colombianos. *Acta Biológica Colombiana* 11(1), 5 – 68.
- Gámez JA. 2010. Diversidad y composición de mariposas Nymphalidae (Lepidoptera: Rhopalocera) en El Área Natural Protegida La Joya, del departamento de San Vicente, El Salvador Centroamérica. [tesis de ingeniería]. [San Salvador]: Universidad De El Salvador.
- García CA, Constantino LM, Heredia M, Kattan G. 2002. Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia. 105 p.
- Glassberg J. 2007. A swift guide to the butterflies of Mexico and Central America, Sunstreak Books, 266 pp.

- González–Oreja JA, De la Fuente–Díaz–Ordaz AA, Hernández–Santín L, Buzo–Franco D, Bonache– Regidor C, 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31–45.
- Hernandez R, Fernandez C, Baptista P. 2010. Metodología de la investigación. Quinta edición. Mexico. 656 p.
- Komar O, Borjas G, Cruz GA, Eisermann K, Herrera N, Linares JL, Escobar CE, Girón LE. 2006. Evaluación Ecológica Rápida en el Área Protegida Trinacional Montecristo en Territorio Guatemalteco y Hondureño. Informe de Consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo. San Salvador: SalvaNATURA Programa de Ciencias para la Conservación.
- Krebs C. 1978. Ecología estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición. Mexico. 753 p.
- Lamas G. 2000. Estado actual del conocimiento de la sistemática de los Lepidópteros, con especial referencia a la región Neotropical. Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000. 1: 253-260.
- Lawton JH, MacGarvin M, Heads PA. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology*. 56 147-160.
- Lomolino MV. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology & Biogeography*. 10,3-13.
- López R. 2007. Estado actual del conocimiento de las mariposas de El Salvador. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio.
- López R. 2008. Inventario rápido de mariposas diurnas (Lepidoptera, Rhopalocera) en la Playa el Icacal, departamento de La Unión, municipio de Intipuca, El Salvador.
- López O, Florez R. 2009. Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) del jardín botánico Alejandro von Humboldt de la Universidad del Tolima (Ibagué – Colombia). *Revista Tumbaga*. 4: 135-148.

- López RE, Sermeño JM. 2009. Introducción a la historia natural de las mariposas diurnas (Lepidoptera Papilionoidea y Hesperioidea) del Parque Nacional Walter Thilo Deininger de El Salvador.
- López RE, Sermeño JM, Galdámez VC. 2010. Contribución al conocimiento de las mariposas Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Rhopalocera) del Parque Nacional Montecristo, Santa Ana, El Salvador.
- MARN. 2006. Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. Catálogo de espacios naturales. El Salvador, C.A.
- MARN 2013. Áreas naturales protegidas, El Salvador.
- Mohd N, Bee Y. 2011. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. 2(1) 21-33.
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. España (Zaragoza). 84 pp.
- Mortera H. 2007. Mariposas de Asturias. Consejería de medio ambiente y desarrollo rural, Gobierno del Principado de Asturias, KRK Ediciones 241 p.
- Muñoz A, Amarillo A. 2010. Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera) en un bosque de niebla Colombiano. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (2): 292-299.
- Núñez E. 2016. Lepidópteros sobre nutrientes en asambleas diurnas de la selva Atlántica, Provincia de Misiones, Argentina. *Trop. Lepid. Res.* 26(1): 38-55.
- Odum E. 1972. *Ecología*. Tercera edición. Mexico. 639 p.
- Orozco S, Muriel SB, Palacio J. 2009. Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del occidente antioqueño. *Actual Biol* 31 (90): 31-4.
- Ospina LA, García JF, Villa FA, Reinoso G. 2010. Mariposas Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) de la cuenca del Río Coello (Tolima), Colombia. *Actual Biol* 32 (93): 173-188.

- Palacios M, Constantino LM. 2006. Diversidad de lepidópteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural El Pangan, Nariño, Colombia. Museo de Historia Natural 10, 258-278.
- Peña D. 2002. Análisis de datos multivariantes. España (Madrid): McGraw-Hill. 515 p.
- Pereira P. 2008. Las mariposas diurnas de los montes de Valsaín.
- Rahbek C. 1995 The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. *Ecography*. 18 (2): 200-205.
- Reyna M. 1979. Vegetación arbórea del bosque nebuloso de Montecristo. [tesis de licenciatura]. [San Salvador]: Universidad De El Salvador.
- San Martín O, Thunes K, Rusch G, Dominguez J, Herrera N, Jolón M, Ruiz J, Ruiz R, Molina O, Morazán N, et al. 2005. Formulación participativa plan de manejo integrado y programa de acción regional. Plan de manejo integrado del Área Protegida Trinacional Montecristo.
- Serrano F. 1972. Las mariposas de El Salvador. Primera parte. Papilionidae. Departamento de Biología Universidad de El Salvador. 1(1).
- Sermeno JM, Robbins RK, Lamas G, Gamez JA. 2013. Cría en laboratorio de las “joyas vivientes” de El Salvador *Evenus regalis* y *Evenus batesii*, (Hewitson) (Lepidoptera Lycaenidae). *Bioma* 4-8.
- Sorto R. 2013a. Diversidad de mariposas diurnas en la Reserva de la Biosfera Sierra Apaneca–Lamatec, El Salvador. *Bioma* 32-35.
- Sorto R. 2013b. Mariposas diurnas como indicadores de conectividad del corredor biológico: El Imposible, Sierra Apaneca-Lamatepec, El Salvador. (Propuesta del corredor biológico utilizado por las mariposas en la sierra de Ampaneca-Lamatepec). *Bioma* 4: 23-27.
- Stevens GC. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*. Vol 140. N°6.

- Tobar D, Rangel J, Andrade M. 2002. Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia). *Caldasia*. 24(2): 393-409.
- UICN. 2008. Proyecto ConClima. Los insectos y el cambio climático.
- UNESCO-MAB. 2010. Reserva de la Biosfera Trifinio Fraternidad.
- Zambrano G, Ortíz GF. 2009. Diversidad de lepidópteros diurnos en tres localidades del corredor biológico y multicultural Munchique – Pinche, Cauca, Colombia, *Bol.cient.mus.hist.nat.* 13 (1): 214 – 224.
- Zepeda JA, Estrada L. 2011. Inventario de mariposas Área Natural Protegida El Espino–Bosque Los Pericos.

X. ANEXOS.

Anexo 1. Hoja de recolecta de datos para el registro de individuos por estrato altitudinal.

Colector:		Fecha:		Hora de inicio:		Hora de finalización:
Altura:		Condiciones atmosféricas.		Tipo de cebo.		Coordenadas geográficas:
Muestreo número:		Temperatura:		Tipo de cebo:		
N°	Especie	Trampa1	Trampa2	Trampa 3	Trampa 4	TOTAL
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Observaciones:						

Anexo 2. Matriz para el registro de abundancia de lepidópteros diurnos por muestreos y por estrato altitudinal.

Altura:								
N°	Especie	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	TOTAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Anexo 3. Matriz final para el registro de abundancias de lepidópteros diurnos en todos los estratos altitudinales.

N°	Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Estrato altitudinal				TOTAL
					700 metros	1187 metros	1668 metros	1878 metros	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

Anexo 4. Asambleas de mariposas del género *Smicropus laeta* en cuerpo de agua presente en Cárcava 3.



Anexo 5. Especies de lepidópteros diurnos reportados.



Azeta rhodogaster



Letis iphianasse



Letis herilia



Letis buteo



Smicropus laeta



Astrartes fulgerator



Nascus paullinae



Polythrix asine



Urbanus pronus



Achlyodes busirus



Polygonus manueli



Aethilla lavochea



Urbanus evona



Panthiades bitias



Ziegleria syllis



Mechanitis polymnia



Siproeta stelenes



Chlosyne erodyle



Nica flavilla



Cissia similis



Doxocopa laure



Pyrrhogyra neaerea



Manataria hercyna maculata



Tithorea harmonia



Greta morgane otto



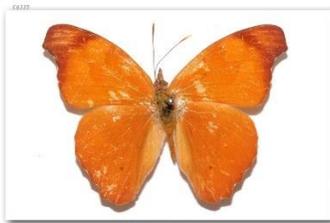
Archaeoprepona demophon centralis



Taygetis thamira



Epiphile adrasta



Temenis laothoe



Hamadryas februa



Siproeta epaphus



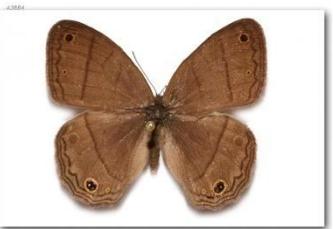
Morpho helenor



Chlosyne hippodrome



Biblis hyperia



Cissia pompilia



Bolboneura sylphis



Cissia pseudoconfusa



Chlosyne lacinia



Heliconius hecale zuleika



Anartia fatima



Caligo telamonius memnon



Smyrna blomfieldia



Memphis morvus



Colobura dirce dirce



Callicore texa



Chlosyne rosita



Marpesia merops



Microtia elva



Chlosyne melanarge



Archaeoprepona demophon gulina



Consul fabius cecrops



Lycorea halia cleobaea



Cissia confusa



Doxocopa pavon theodora



Heliconius hecale



Callicore pitheas



Dryas iulia



Heliconius charithonia



Opsiphanes cassina



Zaretis allops



Hamadryas feronia



Prepona Laertes



Heliconius clysonymus montanus



Diaethria anna



Diaethria pandama



Dynamine artisemia



Adelpha serpa



Mestra amymone



Oleria zea



Marpesia petreus petreus



Anaea glycerium



Dione juno juno



Greta annette



Anetia thirza



Parides photinus



Parides iphidamas iphidamas



Parides iphidamas



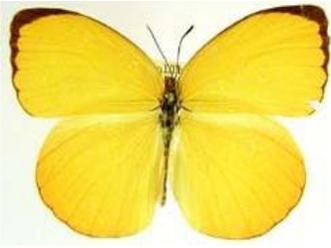
Papilio erostratus



Pterourus garamas syedra



Eurema दौरा



Eurema dina



Dismorphia amphione



Eurema albula albula



Phoebis philea



Phoebis argante argante



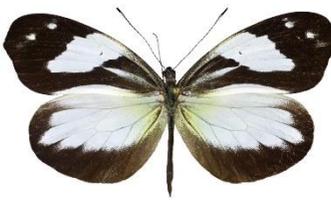
Phoebis sennae



Eurema proterpia



Eurema boisduvaliana



Dismorphia crisia



Catasticta nimbice bryson



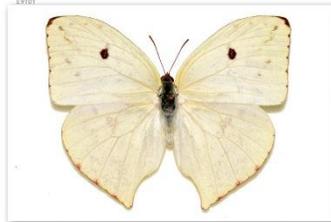
Leptophobia aripa aripa



Eurema salome



Phoebis sennae marcelina



Phoebis neocypris virgo



Enantia albania amalia



Emesis vulpina



Calephelis argyrodines



Lasaia agesilas



Mesosemia lamachus



Rhetus arcus