



**DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS EN LA  
RESERVA FORESTAL PROTECTORA  
SERRANÍA DE CORAZA (SUCRE – COLOMBIA)**

**YARLENIS LISET MERCADO GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIOLOGÍA  
SINCELEJO  
2017**



**DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS EN LA  
RESERVA FORESTAL PROTECTORA  
SERRANÍA DE CORAZA (SUCRE – COLOMBIA)**

**YARLENIS LISET MERCADO GOMEZ**

Trabajo de grado para optar al título de:  
**Magíster en Biología**

Grupo de Investigación:  
**Evolución y Sistemática Tropical**

Director:  
**Carlos Eduardo Giraldo M.Sc, Ph.D**

Co-director:  
**Jorge D. Mercado Gómez M.Sc, Ph.D(c)**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIOLOGÍA  
SINCELEJO  
2017**

Notas de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma de presidente del jurado**

---

**Firma del jurado 2**

---

**Firma del jurado 3**

**Sincelejo, (21,06, 2017)**

## DEDICATORIA

*A Dios primeramente por su amor incondicional, por ser el ancla de mi vida y sostenerme con su diestra, a mis padres Jorge Luis Mercado Cuello, Martha Elena Gómez Tovar por su dedicación, esfuerzo y amor, y finalmente a mi esposo Luis Andrés Severiche Baleta por su paciencia y comprensión*

## AGRADECIMIENTOS

*Principalmente a Dios que me ha dado las fuerzas y la sabiduría para llegar al cumplimiento de mis sueños.*

*A mis padres que con esfuerzo, dedicación y esmero me han brindado todo el apoyo para escalar un peldaño más en este largo camino de la vida.*

*A mi esposo por creer en mí, por ser mi amigo y confidente, por apoyarme en los momentos más difíciles.*

*A mi hermano y codirector Jorge Mercado Gómez, por asesorarme de manera incondicional en el proyecto, por su entrega y pasión a la ciencia, por ser de ejemplo e inspiración para los que le rodean, especialmente para mí. Su ayuda fue indispensable para llevar a cabo con éxito la culminación de este trabajo.*

*A mi director de Tesis Carlos Eduardo Giraldo, por su asesoría en todo el desarrollo del proyecto, por ser el vínculo que abriría las puertas en el Insectario de la Universidad Nacional de Medellín. Gracias por su tolerancia, paciencia y comprensión.*

*A mis colegas y amigos Pedro Álvarez y Ana Paola Mercado, por su acompañamiento a las salidas de campo dentro de la reserva, por su apoyo incondicional y por compartir tantas experiencias inolvidables.*

*A los habitantes del municipio de Colosó, principalmente a Daniel Peralta por su valiosa amistad, por hacer de las salidas de campo momentos de aventuras y desafíos.*

*Al Laboratorio de Conservación Biológica de la Universidad de Sucre e Insectario de la Universidad Nacional por facilitar las instalaciones para la identificación y almacenamiento de los ejemplares.*

*Finalmente quiero agradecer a mis compañeros Steven García, Fran Herazo y Katherine Domínguez por su acompañamiento en todo este proceso de formación académica y por todos los comentarios y consejos que de una u otra manera han enriquecido mi vida profesional.*

## CONTENIDO

	Pág.
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>20</b>
2.1 Biodiversidad.....	20
2.2 Clasificación y generalidades de las mariposas.....	22
2.3 Efecto de la transformación del paisaje sobre la diversidad de mariposas.....	23
2.4 Bosque Seco Tropical (BS-T).....	25
2.5 Diversidad de mariposas diurnas del Bosque Seco Tropical (Bs-T).....	27
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>31</b>
3.1 Objetivo general.....	31
3.2 Objetivos específicos.....	31
<b>4 METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
4.1 Area de estudio .....	32
4.2 Fase de campo.....	33
4.2.1. Medicion de variables ambientales.....	35
4.3 Fase de laboratorio.....	35
4.4 Análisis de diversidad.....	36
4.4.1 Representatividad del muestreo.....	36

4.4.2	Diversidad beta.....	37
4.4.3	Índices de diversidad taxonómica.....	38
4.5	Análisis de correspondencia canónica (ACC).....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
5.1	Composicion de mariposas.....	40
5.2	Diversidad de mariposas .....	44
5.2.1	Representatividad del muestreo.....	46
5.2.2	Diversidad beta.....	49
5.2.3	Diversidad taxonómica.....	51
5.3	Análisis de correspondencia canónica (ACC).....	53
<b>6</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
6.1	Composicion de mariposas.....	55
6.2	Diversidad de mariposas.....	61
6.2.1	Representatividad del muestro.....	62
6.2.2	Diversidad beta.....	63
6.2.3	Diversidad taxonómica.....	65
6.3	Análisis de correspondencia canónica (ACC).....	68
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio (Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza en el municipio de Coloso). Las parcelas del bosque (color azul), del potrero (color rosado) y del cultivo (color amarillo) ubicadas en cada uno de los transectos (tres transectos virtuales).....	33
<b>Figura 2.</b> Representación de abundancias por familia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	41
<b>Figura 3.</b> Representación de especies por familia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	41
<b>Figura 4.</b> Representación de abundancias por subfamilia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	42
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de especies y de individuos recolectados utilizando las Trampa Van Someren Rydon y Red entomológica.....	42
<b>Figura 6.</b> Perfiles de diversidad para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	45
<b>Figura 7.</b> Gráfico de rango-abundancia de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres coberturas (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	46
<b>Figura 8.</b> Curva de completitud de la muestra por rarefacción y extrapolación de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de coberturas: bosque, Potrero y Cultivo, en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	48

**Figura 9.** Comparación de la curva de rarefacción y extrapolación basado en la muestra de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura B: bosque, P: potrero, C: cultivo, en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....**48**

**Figura 10.** A) Análisis de Cluster o agrupamiento y B) Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), mostrando la similitud entre las parcelas utilizando el índice de Bray-Curtis.....**51**

**Figura 11.** A) Estimaciones de la distinción taxonómica promedio ( $\Delta+$ ) y B) variación de la distinción taxonómica ( $\Delta+$ ), para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza..**52**

**Figura 12.** Análisis de correspondencia canónico (CCA) para la comunidad de mariposas asociada a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo).....**53**

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Especies de mariposas exclusivas a las diferentes coberturas de bosque potrero y cultivo en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	42
<b>Tabla 2.</b> Valores del modelo de distinción taxonómica promedio y su variación para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.....	52

## LISTA DE ANEXOS

pág.

<b>Anexo 1. Listado de mariposas diurnas Papilionoidea asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza. ....</b>	<b>82</b>
---	-----------

## RESUMEN

Los fragmentos de bosque seco tropical de la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza hacen parte de uno de los ecosistemas en mejor estado de conservación biológica; sin embargo, recientemente las actividades antrópicas producto de la ganadería extensiva y la agricultura han deteriorado el hábitat, reduciendo así el nicho de muchas especies. Esta reserva, alberga una gran diversidad de flora y fauna, no obstante, la diversidad de muchos grupos como es el caso de los lepidópteros es aún, parcialmente desconocida, por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue establecer comunidades de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura que incluyen: bosque, potrero y cultivo. Para establecer la composición de mariposas y analizar la diversidad se realizaron tres transectos virtuales lineales de 1200 m de largo. En cada uno de ellos se establecieron 16 parcelas circulares (ocho parcelas en el bosque, cinco en el potrero y tres en el cultivo) para un total de 48 parcelas. Para la recolecta de las mariposas se emplearon dos métodos: trampas Van Someren Rydon y Red entomológica. Para analizar la diversidad se utilizaron los índices de diversidad real o verdadera (números de Hill), diversidad beta (diversidad beta verdadera, diversidad beta pareada de Whittaker y análisis clúster) distinción taxonómica, variación en la distinción taxonómica y además fueron tomadas la medición de variables ambientales. En total se recolectaron 890 individuos y 80 especies distribuidas en cinco familias, 15 subfamilias, 27 tribus y 63 géneros. De los tipos de coberturas evaluados el más diverso es el bosque, presentando el mayor número de especies exclusivas (31 especies), seguido del potrero con nueve especies y el cultivo con solo dos. Por otra parte, la diversidad beta (teniendo en cuenta los tres análisis) muestra que existen al menos dos comunidades de mariposas que son diferentes, lo que indica que el reemplazo en la composición de especies es alto. Con respecto a la distinción taxonómica y su variación, los datos muestran un patrón diferente al detallado

en la diversidad real; en este sentido, el potrero presentó mayor diversidad, indicando que las especies están menos relacionadas taxonómicamente, seguido del bosque y el cultivo que presentaron valores más bajos en la distinción taxonómica pero mayor variación, lo que indica que sus especies están más relacionadas.

Dentro de las variables ambientales evaluadas, la humedad es la de mayor influencia en la comunidad de mariposas, debido posiblemente a la relación con el ciclo de vida de estos insectos. Los resultados sugieren que los bosques secos de la Reserva Forestal a pesar de su destrucción por las actividades antrópicas poseen gran diversidad de especies de mariposas aún por descubrir, lo que demuestra la importancia de seguir realizando estudios ecológicos y biogeográficos que permitan comprender el funcionamiento de estos ecosistemas y establecimiento de áreas para la conservación.

**Palabras Claves:** bosque seco tropical, composición, diversidad beta, estructura, números Hill.

## ABSTRACT

The tropical dry forest fragments of the Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza are one of the ecosystems most better conservation ecosystem; however recently the anthropic activities resulting from extensive livestock farming and agriculture have destroyed the habitat of many species. This reserve has a great diversity of flora and fauna, nevertheless, the diversity of many groups such as Lepidopteros is still partially unknown, therefore the main objective of this research was established communities of diurnal butterflies associated to three types of coverages that include: forest, pasture and crops. To establish the composition of butterflies and analyze their diversity, we carried out three linear virtual transects of 1200 m long, in each of them 16 circular plots (eight plots in the forest, five in the pastures and three in the crop) for a total of 48 plots. For the collection of the butterflies two methods were used: traps Van Someren Rydon and entomological network. For analyzing diversity were used the index of real or true diversity (Hill numbers), beta diversity (true beta diversity, Paired beta diversity of Whittaker and cluster analysis), taxonomic distinction, variation and taxonomic distinction, in addition we measurement the environmental variables. In total were collected 890 individuals and 80 species distributed in five families, 15 subfamilies, 27 tribes and 63 genus. Of the types of coverages evaluated the most diverse was the forest, presenting the highest number of exclusive species (31 species), followed of the pasture with nine species and crops with only two. On the other hand, beta diversity (taking into account the three analyzes) shows that there are at least two butterfly communities that are different, indicating that the replacement in species composition is high. With respect to the taxonomic distinction and its variation, the data show a pattern different from the one detailed in the real diversity; in this sense, the pasture presented the greatest diversity, indicating that the species are less taxonomically related followed by the forest and the crop that presented lower values in the taxonomic distinction but greater variation,

indicating that their species are more related. Within the environmental variables evaluated, the humidity is the most influential in the butterfly community possibly to the relationship with the life cycle of these insects. The results suggest that the dry forests of the Forest Reserve in spite of their destruction by the anthropic activities they own great diversity of species of butterflies still to be discovered which demonstrates the importance of continuing studies ecological and biogeographic that allow understand the functioning of these ecosystems and establishment of areas for conservation.

**Key words:** beta diversity, Composition, Hill numbers, tropical dry forest, structure.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la biodiversidad ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a la relación que ésta tiene con el funcionamiento de los ecosistemas y los cambios sufridos en los ambientes como resultado de las actividades humanas (Maclaurin y Sterelny 2008). Desde una perspectiva ecológica, se ha definido la diversidad de especies como una propiedad relacionada con la estructura de las comunidades; es decir, el recíproco de un promedio de las abundancias relativas (Hill 1973), por lo tanto, la medición de la diversidad de especies se ha convertido en el objeto de estudio de muchas disciplinas biológicas que son funcionales al momento de evaluar cuanto cambia la diversidad entre dos o más comunidades, diferentes tipos de hábitat o a través de gradientes ambientales naturales o antrópicos (García-Morales et al. 2011).

En países megadiversos como Colombia, la diversidad se ve reflejada en un sinnúmero de especies, en este sentido se han reportado, por ejemplo, 1.815 especies de aves, 45.000 de plantas vasculares (Andrade-C 2002) y 3.279 especies de mariposas (Hena-Bañol y Andrade-C 2013; Pyrcz et al. 2013). Esta diversidad ha sido el resultado del levantamiento de la cadena montañosa de los andes, la cual ha generado diferentes ecosistemas que incluyen paramos, bosque andinos, húmedos, bosques secos tropicales, entre otros (van der Hammen 1974). Sin embargo, esta biodiversidad se ha visto amenazada por las actividades antrópicas como la ganadería, la agricultura y la urbanización (Fahrig 2003). Los Bosque Secos Tropicales actualmente son considerados los ecosistemas con mayor grado de amenaza. Actualmente, de estos biomas solo restan menos del 4% de la cobertura original, otro 5% está relacionado a los remanentes de bosque con cierto grado de intervención antrópica y el 90% se encuentran fuertemente fragmentados y degradados (Pizano y Garcia 2014).

Con respecto a su distribución estos ecosistemas pueden ser hallados en los valles inter andinos, algunos fragmentos aislados hacia el sur de Colombia y en mayor extensión en el Caribe colombiano (Pizano y Garcia 2014). En esta región se encuentran los fragmentos considerados en mejor estado de conservación, como es el caso de los Montes de María (Pizano y Garcia 2014), los cuales se distribuyen entre los departamentos de Bolívar y Sucre (Aguilera 2013). En el departamento de Sucre, los montes de María se encuentran protegidos en cierta medida por la reserva forestal protectora Serranía de Coraza, área en la cual se originan los llamados ojos de agua o manantiales, que son la fuente de abastecimiento para el consumo humano en estas zonas. Empero, en años recientes la exploración forestal, ganadería y turismo sin control ni planificación, han reducido drásticamente su cobertura, afectando negativamente su diversidad (Verbel 2008). Bajo este contexto, entre el año 2001 y 2012 el área agrícola y de pastizales ha aumentado anualmente 2.9%, y 1.0% respectivamente, siendo la ganadería extensiva la actividad agropecuaria predominante, ocupando el 75,3% del total del área (Aguilera 2013).

Coraza como es conocida la reserva en Sucre, no solo es importante por sus reservorios acuíferos, también ha sido reportada como una zona que alberga una gran diversidad de flora y fauna (Galván-Guevara et al. 2009). Sin embargo, la diversidad de muchos grupos como es el caso de los lepidópteros es parcialmente desconocida (Domínguez et al. 2011).

Las mariposas son un grupo de invertebrados interesantes e importantes en Colombia, que han sido sugeridas como indicadores útiles de los cambios a nivel del paisaje, debido a su visibilidad, fácil identificación, rápida reproducción, estrecha relación con factores físicos y su sensibilidad a los cambios ambientales (Brown 1991; Kremen et al. 1993). Estos organismos presentan las características que deben ser consideradas para ser un indicador

biológico de la calidad de los ecosistemas (Andrade - C 1998): a) diversidad y distribución bien descritos, (b) son relativamente fáciles de muestrear, (c) existen guías de campo accesibles para su identificación, (d) su taxonomía es relativamente estable, (e) son abundantes, (f) diversas en muchos ecosistemas (Scott 1986) y (g) muchos lepidópteros se encuentran estrechamente relacionadas con sus plantas hospederas (Janzen 1988). Las anteriores cualidades han permitido el uso de las mariposas en la evaluación del estado de conservación o alteración de los bosque y la biodiversidad de los ecosistemas (Kremen et al. 1993).

No obstante, para establecer el uso de mariposas como indicadoras del estado de conservación biológica, es requerido generar un modelo biológico que permita reconocer especies indicadoras de calidad o perturbación ecológica; en otras palabras, se requiere establecer comunidades asociadas a diferentes tipos de coberturas a través de métodos estadísticos ecológicos como la diversidad alfa y beta (Pereyra y Moreno 2013). Bajo este contexto, en Colombia los estudios elaborados en estos grupos se han enfocado en conocer la composición y riqueza (Andrade-C 2002; Arias y Huertas 2001; Carrero et al. 2013; Fraija y Medina 2006; Huertas 2004; Millan et al. 2009; Montero et al. 2009; Ospina- López et al. 2010; Torres 2010), sin embargo, parte de estos estudios han analizado la diversidad con base en índices que miden la entropía y no la diversidad de una comunidad (Jost 2006).

Según lo anterior, en las últimas décadas se han explorado nuevos mecanismos para analizar la diversidad, indagando sobre nuevas fuentes de información que no solo implique analizar la riqueza y abundancia; de tal manera que patrones puedan ser observados. Bajo este contexto, Jost (2006) propone analizar la diversidad en varios niveles que incluyen: orden cero ( ${}^0D$ ), o riqueza de especies ( ${}^0D = S$ ), orden 1 ( ${}^1D$ ), homogeneidad y orden 2 ( ${}^2D$ ) o

dominancia. Asimismo, Warwick y Clarke (1995) proponen calcular la distinción taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ) y su variación ( $\Lambda^+$ ), ya que estos posibilitan analizar el grado de relación taxonómica entre especies (una homología a la relación filogenética). En otras palabras aplicar estos índices a las mariposas de Montes de María, no solo permitirá calcular la diversidad real o verdadera y así hacer comparables las comunidades existentes en esta localidad, sino también medir la amplitud taxonómica de estas y hacer un acercamiento a la estructura filogenética de las mismas.

Según lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue analizar la diversidad de cinco familias de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza poniendo a prueba dos hipótesis: (1) El ensamblaje de la comunidad de mariposas dentro de la reserva presenta patrones locales de asociación de acuerdo a los tipos de coberturas analizados y 2) las comunidades de mariposas presentan un alto recambio de especies entre los tres tipos de coberturas evaluados.

## **2. MARCO REFERENCIAL (ESTADO DEL ARTE – MARCO TEÓRICO)**

### **2.1 Biodiversidad**

La biodiversidad o diversidad biológica es un tema central en las ciencias biológicas y áreas afines (Jost y González-Oreja 2012). Según el Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP) es definida en base a tres aspectos: 1) diversidad genética, que representa todos los diferentes genes contenidos en los organismos vivos y se refiere a la diversidad dentro de cada especie. 2) Diversidad de ecosistemas: abarca todos los diferentes hábitat, comunidades biológicas y procesos ecológicos y (3) diversidad de especies, se refiere al número de especies y su abundancia. Esta última ha sido de gran importancia por su relación con la ecología de las comunidades, la conservación biológica y el funcionamiento de los ecosistemas (Moreno et al. 2011). En este sentido, es de gran relevancia utilizar herramientas que permitan medir la diversidad para describir la estructura de las comunidades y hacer comparaciones entre los sistemas (Maclaurin y Sterelny 2008).

Existen tres componentes de la diversidad de especies; alfa o diversidad local ( $\alpha$ ), definida como la riqueza de especies que conforman un ensamblaje o comunidad (Whittaker et al. 2001), diversidad beta o recambio de especies ( $\beta$ ), es el cambio o diferencia en la composición de especies entre comunidades, y diversidad gamma o regional ( $\gamma$ ), que es la diversidad de especies total de un área geográfica dada (Whittaker et al. 2001).

Bajo este contexto, diferentes índices han sido generados y utilizados históricamente para establecer la diversidad, tal es el caso del índice de Shannon –Wiener. Sin embargo, este índice mide la entropía, mas no la diversidad (Jost 2006). La entropía es el grado de

incertidumbre en la identidad de una especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar de una muestra, pero no debe ser interpretada como el número de especies en una comunidad (Moreno et al. 2011).

Según lo anterior, Hill (1973) con el fin de describir la diversidad de una comunidad y comparar la magnitud en la diferenciación entre dos o más comunidades propuso los denominados números efectivos o “Hill numbers”. Los números efectivos hacen referencia a la riqueza de especies de una comunidad perfectamente uniforme (todas las especies tienen la misma abundancia) con la misma diversidad que la comunidad original (Jost et al. 2010b), es decir que la diversidad  ${}^qD$  (Diversidad verdadera) expresada como el número efectivo de especies mide la diversidad que tendría una comunidad en la que todas las especies son igualmente comunes o tienen la misma abundancia (Moreno et al. 2011). Donde  $q$  es el parámetro que determina la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies.

Los números efectivos ofrecen seis ventajas sobre los otros índices de diversidad: (1) Propiedad de duplicación; si hay dos ensamblajes completamente distintos y tienen distribución de abundancias relativamente idénticos, entonces los números de Hill se duplican si los ensamblajes se combinan con igual peso (Hill 1973). (2) Se expresan en unidades llamadas número efectivo de especies, especies igualmente comunes o número de especies equivalentes (Jost 2006). (3) El índice de diversidad de Shannon y el índice de Gini-Simpson se puede convertir a números de Hill para hacerse comparables (Chao et al. 2014). (4) En términos de comparación de ensamblajes, existe una relación directa entre los números de Hill y la similitud o diferenciación en la composición de especies entre ensamblajes (Jost 2007). (5) Pueden ser aplicados a la diversidad taxonómica, filogenética y funcional proporcionando un sistema unificado para medir la diversidad (Jost et al. 2010a). Finalmente,

(6) permiten analizar la partición de la diversidad gamma en sus componentes alfa y beta (Moreno et al. 2011).

## **2.2 Clasificación y generalidades de las mariposas**

Las mariposas se constituyen como uno de los grupos faunísticos más diversos sobre la superficie de la tierra (Foottit y Adler 2009), con una aproximación de 180.000 especies a nivel mundial, de las cuales 17.950 son mariposas diurnas (Andrade-C et al. 2007), las restantes especies pertenecen a las polillas o chapolas (Maes 1999). Con respecto a Colombia, en el contexto mundial es el segundo país con mayor diversidad de mariposas diurnas reportando 3.279 especies descritas (Andrade-C et al. 2013), de las cuales 350 serían endémicas.

Taxonómicamente este grupo se clasifica en seis familias: Hesperidae, Papilionidae, Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae y Riodinidae (Lamas 2004), las cuales presentan una taxonomía relativamente estable que ha permitido la fácil identificación taxonómica de sus especies (Fraija y Medina 2006). No obstante, algunas familias presentan mayores dificultades taxonómicas como es el caso de Hesperidae, la cual presenta complejos de especies en muchos de sus géneros (Braby y Zwick 2015; Pfeiler et al. 2016), lo que conlleva a una subestimación de su diversidad y un gran remanente de especies aún por describir y nombrar. Lo anterior ha generado que sean pocos los estudios que analizan la diversidad de mariposas teniendo en cuenta esta familia, con el fin de evitar datos erróneos sobre la diversidad de mariposas.

Las mariposas diurnas constituyen un grupo relativamente bien estudiado en Colombia (Andrade-C 2002; Arias y Huertas 2001; Carrero et al. 2013; Fraija y Medina 2006; Huertas 2004; Millan et al. 2009; Montero et al. 2009; Olarte–Quiñonez et al. 2016; Ospina- López et al. 2010; Peña y Reinoso 2016; Torres 2010), sin embargo, dada la gran cantidad de zonas aún por explorar, como los altamente amenazados fragmentos de bosque seco, la diversidad estimada puede ser mucho mayor a la mencionada anteriormente.

### **2.3 Efecto de la transformación del paisaje sobre la diversidad de mariposas**

La biodiversidad está continuamente amenazada por las actividades antrópicas que han transformado los bosque naturales (Tobar et al. 2002). En Centro América, por ejemplo, muchos paisajes se han deteriorado por las actividades agropecuarias generando mosaicos de diferentes usos de la tierra, como fragmentos de bosque, pasturas y cultivos agrícolas (Tobar y Ibrahim 2010). Esta transformación del paisaje afecta la composición, abundancia y riqueza de especies de mariposas, por lo cual se ha sugerido que estas especies son sensibles a cambios en el ecosistema (Tobar et al. 2006). Por ejemplo, Tobar et al. (2006) estudiaron la influencia de diferentes coberturas sobre la diversidad de las mariposas, de tal forma que pudieron establecer diferencias significativas entre fragmentos de bosque secundario, bosque ribereños, tacotales, pasturas mejoradas y degradadas, cercas vivas simples y compuestas. Los autores, sugieren que posiblemente los hábitat que tienen regeneración natural y una productividad elevada, como el bosque secundario, bosque ribereños y los tacotales, pueden albergar una mayor riqueza de especies.

Años más tarde, Tobar y Ibrahim (2010) encontraron que la abundancia, diversidad y riqueza de mariposas varía entre las cercas vivas simples y cercas multiestratos en ambientes

agrarios, apoyando la idea que el tipo de cobertura afecta la diversidad de mariposas. Estos autores proponen que las cercas simples presentan menor diversidad que las multiestratos, lo que sugiere que es un hábitat que contribuye a minimizar el impacto de la generación de pasturas y puede jugar un papel importante en la conservación de mariposas diurnas.

Otro ejemplo sobre los cambios de la diversidad a través de ecosistemas antropizados es el de Ramírez -Restrepo y Halffer (2013), quienes estudiaron la diversidad en dos ciudades de México estableciendo, cuatro categorías de urbanización: urbano, suburbano, aéreas de protección ecológica (APE) y bosque. Las áreas de protección ecológica presentaron el mayor número de especies de mariposas (36 especies) a diferencia de las zonas urbanas que estuvieron dominadas por pocas especies.

Del mismo modo, el efecto de la alteración antrópica es notorio en el municipio de Caloto Colombia, donde Millan, et al.(2009) trabajaron diversidad de mariposas diurnas en diferentes sistemas productivos: bosque ripario, cultivo de caña de azúcar, cafetal en policultivo y cerca viva. De los cuatro biotopos estudiados, el borde de carretera aportó 65.5% de las especies de mariposas y 58 % de la abundancia total; asimismo 39% de los individuos de los cuatro biotopos incluyeron especies generalistas y polípagas de los géneros *Anartia*, *Actinote*, *Caligo*, *Urbanus*, *Anteos*, *Phoebis* y *Eurema* reconocidos por estar asociados a zonas altamente intervenidas por el hombre (Garcia - Robledo et al. 2002; Tobar et al. 2002).

Al norte del departamento del Tolima Ospina-López et al. (2015) caracterizaron las mariposas asociadas a fragmentos de bosque, matorral o rastrojo y pastos encontrándose una mayor representatividad en cuanto al número de individuos y de especies en el hábitat de

matorral o rastrojo (170 especies, 386 individuos) seguido de los hábitat de bosque (158 especies, 405 individuos) y pastos (58 especies, 113 individuos).

Las investigaciones anteriores muestran el efecto de la intervención antrópica sobre la comunidad de mariposas en diferentes tipos de coberturas, sin embargo estudios de este tipo elaborados en los Bosque Secos colombianos que permitan identificar ensamblajes de especies de mariposas asociadas a coberturas en mosaicos de bosque, cultivos y pastizales no han sido abordados.

#### **2.4 Bosque Seco Tropical (Bs-T)**

Los bosques secos han sido definidos con base en su fisionomía, florística, precipitación y humedad (Murphy y Lugo 1995), de forma diferente por varios autores ya que los bosque secos pueden cambiar de acuerdo a la zona geográfica donde se encuentren. Por ejemplo, Holdridge (1947) asume que la precipitación anual del Bs-T debería estar entre 250 a 2000 mm y una temperatura por encima de los 17°C; mientras que Gentry (1995), sugiere que adicional a los parámetros ambientales (precipitación menor a 1600 mm), es necesario tener en cuenta la fisionomía y la composición florística, lo que ratifica el criterio de Sarmiento (1975); no obstante este último señala que la distinción de un bosque seco puede hacerse con solo vegetación (hábito, cobertura, altura, entre otros). Por tanto, una definición clara de un Bosque Seco Tropical aún no ha sido concertada y es difícil, sobre todo a nivel continental, e incluso a escala regional dada las variaciones en el suelo, la altura de la vegetación y otros factores. Más recientemente Banda et al. (2016) definieron el bosque seco como dosel cerrado, localizado en suelos fértiles, donde la precipitación es menor a los 1800 mm por año y donde la vegetación es principalmente caducifolia.

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más complejos e interesantes del Neotrópico, porque posee especies que se han adaptado a las fluctuaciones extremas en la temperatura y a la escasa disponibilidad del agua (Murphy y Lugo 1986). En el continente Americano, los bosques secos tropicales se localizan sobre la zona tropical del continente, desde el Norte (México), pasando por Costa Rica, Panamá, varias islas del Caribe y el norte de Colombia y Venezuela. Hacia el sur del continente, estas formaciones ocupan las costas del sur de Ecuador y del norte de Perú, rodeando la región semidesértica de la Catinga en Brasil hasta el norte de Argentina, el suroccidente de Paraguay y el sur de Bolivia, donde conforman una parte del Chaco y otra del llamado bosque Chitiano (Sarmiento 1975). Adicionalmente, existen algunos enclaves en las zonas bajas de los valles interandinos de Colombia y del norte de Perú (Mendoza-C. 1999; Sarmiento 1975).

El bosque seco tropical representa 50% de las áreas boscosas en Centroamérica y 22% en Sudamérica (Murphy y Lugo 1986). En Colombia se distribuía originalmente en las regiones de la llanura Caribe y valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca entre los 0 y 1000 m de altitud y en jurisdicción de los departamentos del Valle del Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Antioquía, Sucre, Bolívar, Cesar, Magdalena, Atlántico y sur de La Guajira (IAVH 1997), eso sin mencionar muchos enclaves pequeños de este ecosistema en el resto del país (Mendoza-C. 1999). No obstante en la actualidad no se dispone de información exacta de la extensión de la cobertura original. Se han registrado, a través de estudios especiales, que queda menos del 4% de la cobertura original del bosque seco tropical maduro en Colombia y otro 5% está relacionado a los remanentes de Bs-T con intervención antrópica, lo que quiere decir que más del 90% de estos ecosistemas secos se encuentran intervenidos (Pizano y Garcia 2014).

## 2.5 Diversidad de mariposas diurnas del Bosque Seco Tropical (Bs-T)

En Colombia son varios los estudios realizados en diversidad de mariposas diurnas en los Bs-T. Se destacan el trabajo de Orozco, et al. (2009) en el occidente antioqueño, hallando alrededor de 933 individuos agrupados en 113 especies, observándose 96 registros para esta zona. Del mismo modo, en el parque regional el Vínculo (Valle del Cauca), un análisis de diversidad de mariposas permitió determinar esta área como una de las zonas con mayor riqueza (16.43%) de lepidópteros del país (Gaviria-Ortiz y Henao-Bañol 2011). Por su parte en el departamento de Santander, Torres (2010) realizó un estudio de diversidad de mariposas del enclave de Bosque Seco conformado por los cañones de los ríos Chicamocha, Suarez y Sogamoso, en los cuales se registraron 1.266 individuos y 162 especies, siendo la familia HesperIIDae la más diversa en el orobioma azonal de río Sogamoso con 62 especies, representando el 29% de la abundancia total registrada. De la mismo modo, en la Mesa de los Santos (Santander), Casas-Pinilla et al. (2017) realizaron un estudio de diversidad de mariposas en un paisaje de Bosque Seco Tropical, en el cual se registraron 1.389 individuos y 121 especies. Observaron que la abundancia y presencia de algunas especies de mariposas, como es el caso de *Eumaeus godartii* (Boisduval, 1870), está relacionada con sus plantas hospedantes.

Por su parte, en la región Caribe colombiana, se destaca el estudio de Montero et al. (2009) realizado al sur del departamento del Atlántico, registrando 123 especies y 1010 individuos. Asimismo, Vargas-Zapata et al. (2015) analizaron la variación espacio-temporal de la abundancia de las mariposas de la subfamilia Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la Reserva Campesina La Montaña, capturando 76 individuos. De acuerdo a la variación temporal (meses secos y con lluvias) el mayor número de capturas se registró en la época

seca, siendo la fruta fermentada el cebo donde se capturó la mayor riqueza (6 especies) y abundancia (62 individuos).

Por otra parte Boom-Urueta et al.(2013) en la Reserva Ecológica Luriza, reportan 48 especies; mientras que Zapata et al. (2011) evaluaron la variación de la riqueza y abundancia de mariposas diurnas en la reserva natural las Delicias (Santa Marta, Magdalena), registrando 432 individuos y 66 especies que representan 53.7% de los reportados en el Bs-T en el departamento del Atlántico. Del mismo modo al norte del departamento de Córdoba, Campos et al. (2011) realizaron un estudio de mariposas diurnas en las áreas circundantes de las ciénagas de este departamento, encontrando 51 especies y 215 individuos. Lo más representativo de este estudio es que por primera vez se registraron para el Caribe Colombiano las especies *Pseudolycaena marsyas* (Linnaeus, 1758), *Zaretis itys* (Cramer, 1777) y *Phocides polybius polybius* (Fabricius, 1793).

Estudios de composición de mariposas diurnas también fueron registrados para el departamento de la Guajira por Moreno-M y Acuña-Vargas (2015) en el Santuario de Fauna y Flora los Flamencos. Se registraron 1.126 individuos distribuidos en tres familias, 9 subfamilias, 20 géneros, 24 especies, 14 subespecies, siendo la familia Nymphalidae la de mayor riqueza con 16 especies que representan el 66,6% de los registros obtenidos.

Para el departamento de Sucre los estudios realizados en términos de diversidad de mariposas se han enfocado principalmente en la reserva protectora serranía de Coraza, dado que esta área es una zona protegida y carente de estudios que permitan conocer en realidad la riqueza de estos grupos. De esta forma en el 2009 el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (Humboldt) caracterizó la biodiversidad y los sistemas

de uso en áreas de influencia de la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE), registrando 629 individuos y 143 especies, dando a conocer un nuevo registro para el país: *Ariconias albinus*. Además Domínguez et al. (2011) evaluaron la diversidad del ensamblaje de mariposas diurnas en la ribera del arroyo el sereno en el municipio de Coloso. En total se recolectaron 2.134 individuos y 285 especies que corresponde al 8.7% de las especies registradas para Colombia.

No obstante y asumiendo los esfuerzos abordados a la fecha para conocer la riqueza de mariposas en los bosque secos de Colosó (Montes de María), los cuales demuestran la gran diversidad de mariposas diurnas, existe una carencia de información que permita puntualizar en las mariposas como un modelo para conocer la calidad del bosque e identificar cuales especies conforma diferentes ensamblajes que permitan mejorar nuestro entendimiento sobre la conservación del bosque seco tropical, así como el impacto de la transformación entre los diferentes tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la riqueza y abundancia de las mariposas.

Es importante destacar que el recambio de especies entre las distintas coberturas (diversidad beta), no se ha tenido en cuenta en la mayoría de los trabajos anteriores, por lo cual la complementariedad entre los distintos hábitat del bosque seco como factor explicativo de la diversidad regional (diversidad gamma), no puede ser explorado. De esta manera, un análisis de diversidad de la comunidad de mariposas asociadas a distintos tipos de coberturas dentro un paisaje típico de bosque Seco en Colombia (como el bosque, áreas de cultivo y potreros), permitiría inferir el efecto potencial de la intervención antrópica sobre la estructura de la comunidad de mariposas y los cambios en la composición de especies en el bosque seco, así

como evaluar la importancia de algunos factores ambientales como la temperatura y la humedad en la diversidad de estos organismos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar el ensamblaje de especies de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura: bosque, potrero y cultivo en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza-Colosó (Sucre, Colombia).

#### **3.2 Objetivos específicos**

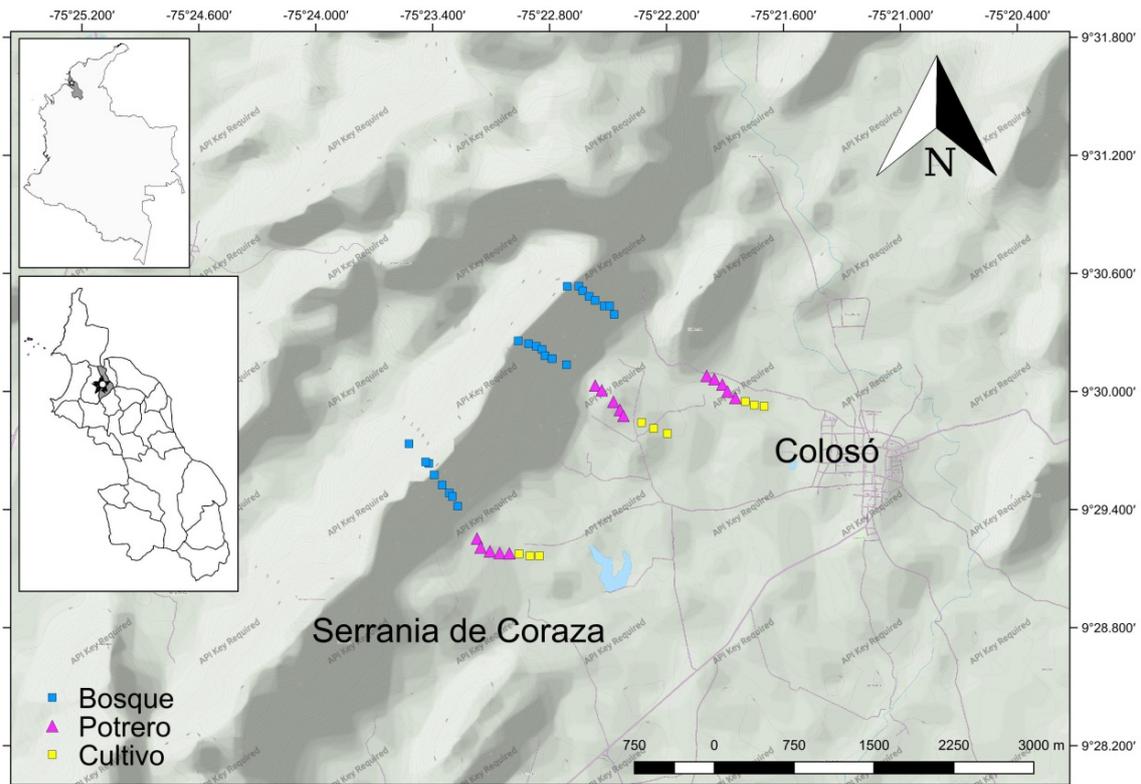
- Establecer la composición y especies típicas de cada una de las coberturas estudiadas en la reserva en los tres tipos de cobertura: bosque, potrero y cultivo
- Analizar la diversidad de mariposas diurnas a través de índices de diversidad verdadera alfa y beta, distinción taxonómica y su variación, en los tres tipos de cobertura: bosque, potrero y cultivo.
- Conocer el efecto de la humedad y temperatura sobre los ensamblajes de especies en el área de estudio, en los tres tipos de cobertura: bosque, potrero y cultivo.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Área de estudio

La subregión Montes de María está ubicada en la parte nororiental del departamento de Sucre, localizada en las tierras bajas de la llanura del Caribe colombiano (Díaz 2013). En esta subregión se encuentra localizada la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza que se ubica a 9°35' de latitud Norte, 9°26' de latitud Sur; 75° 22' longitud Este y 75° 25' longitud Oeste en el municipio de Colosó (Galvan-Guevara et al. 2009) (Figura 1). Esta reserva presenta temperaturas entre los 25-28°C, precipitación de 896 a 1233 mm anual y la humedad relativa es de 83.5% anual (Aguilera, 2005; IGAC, 1969). Está constituida principalmente por bosque seco tropical (Bs-T) con suelos calcáreos y comprenden entre 40-45% del área del municipio de Colosó (Galvan-Guevara et al. 2009).

Entre los elementos más característicos del Bs-T se resaltan especies de árboles como *Ampelocera edentula*, *Aspidosperma polyneuron*, *Brosimum alicastrum*, *Myrcia fallax*, *Simira cordifolia* (Herazo et al. 2017). No obstante, en gran parte de la subregión, la deforestación, la ganadería extensiva, intensidad agrícola y la urbanización han modificado la mayoría de las zonas boscosas, principalmente en Ovejas y San Onofre. Teniendo en cuenta esta problemática, fueron creadas dos reservas naturales protectoras: Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza y Montes de María (dpto. de Sucre) y el Santuario de Fauna y Flora Los Colorados (dpto. de Bolívar) (Aguilera 2013).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio (Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza en el municipio de Coloso).

## 4.2 Fase de campo

Se diseñaron tres transectos virtuales lineales de 1.200m de largo, en los cuales se establecieron 16 parcelas circulares (ocho parcelas en el bosque, cinco en el potrero y tres en el cultivo en cada transecto) de 15 m de radio (utilizadas cuando se toman medidas en la vegetación (Elias et al. 2008), separadas 60 m entre sí, para un total de 48 parcelas de muestreo. Dentro de cada parcela se realizó la recolecta de las mariposas diurnas usando dos métodos: red entomológica y trampas Van Someren Rydon, cebadas con una mezcla atrayente de banano, ron y jugo de caña con el fin de atraer mariposas frugívoras, que incluyen especies típicas de zonas tropicales y subtropicales, siguiendo la metodología de Freitas et al. (2014). El muestreo con trampas se realizó durante cinco horas efectivas por

parcela de muestreo, ubicadas a dos metros del suelo, la trampa fue visitada dos veces al día para la recolección de los ejemplares capturados.

La recolecta con red entomológica fue realizada entre las 8:00 -16:00 horas por tres personas en cada transecto, con un esfuerzo total de 5 horas de muestreo por parcela. Cabe destacar que todas las mariposas fueron recolectadas, pero solo se incluyeron en el análisis las mariposas pertenecientes a las familias Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae, por las dificultades particulares con la familia Hesperidae mencionadas anteriormente.

El almacenamiento de los ejemplares se realizó por medio de sobres de papel milano siguiendo a Borrer et al. (1982) donde se escribieron los siguientes datos: número de parcela, datos de localidad (departamento, municipio), fecha, nombre del recolector, altitud, y coordenadas geográficas tomadas con un GPS Garmin® Etrex 10.

Del mismo modo, un pre-muestreo fue realizado durante los periodos de sequía (enero de 2014 y 2015), durante los cuales no se obtuvieron valores representativos en términos de individuos y por lo tanto en su composición, lo cual afectaría los análisis ecológicos y estadísticos mencionados más adelante. Según lo anterior el muestreo fue realizado en cinco salidas de campo con una duración de ocho días por salida entre los meses de Octubre y Noviembre del año 2014 y Abril y Mayo del año 2015 donde se presentaron los picos más altos de lluvias, que coincide con los picos poblacionales según Freitas et al. (2014). Cada

método de muestreo tuvo un total de 300 horas, para un total de 600 horas efectivas de muestreo en toda el área.

#### **4.2.1 Medición de variables ambientales**

Para la medición de las variables ambientales humedad relativa y temperatura se utilizó un Termohigrometro digital con sensor externo en toda la fase de campo, dispuesto a una altura de 1m del suelo por 30 minutos en cada parcela. Las variables fueron tabuladas en hojas de cálculo para su posterior análisis.

#### **4.3 Fase de laboratorio**

Los ejemplares capturados fueron rehidratados en cámaras húmedas por un periodo mínimo de 24 horas para su ablandamiento y posterior montaje (Devries 1997); la extensión de las alas se realizó siguiendo los protocolos por Borror et al. (1982). Una vez extendido el material se procedió a la identificación taxonómica, la cual consistió principalmente de dos procesos: a) identificación mediante la comparación con fotografías de ejemplares tipos depositados en el sitio web Butterflies of América (Warren et al. 2013), y otras guías de campo (Lamas 2004; Le Crom et al. 2002; 2004) b) en el Museo entomológico de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín) fueron verificadas las entidades taxonómicas.

Finalmente, para aquellos individuos donde no fue posible una aproximación a una entidad taxonómica fueron realizadas disecciones de los órganos genitales usando una solución líquida de KOH al 10% en baño de maría durante 15 min siguiendo la metodología de Andrade-C et al. (2013), para posterior observación en un estereoscopio Leika K100 (a 35X).

## 4.2 Análisis de diversidad

El análisis de diversidad se realizó usando los índices de diversidad verdadera (números de “Hill”) expresada en el número efectivo de especies (Jost 2006), y perfiles de diversidad para comparar la diversidad de mariposas de los tres tipos de cobertura mediante el programa PAST ver 2.17 (Hammer et al. 2001).

Para este estudio se tuvieron en cuenta tres medidas de diversidad verdadera ( $q=0$ ,  $q=1$  y  $q=2$ ). La diversidad del orden cero ( $q=0$ ) o riqueza de especies, la cual es insensible a la frecuencia de las especies; la diversidad del orden uno ( ${}^1D$ ) o exponencial del índice de Shannon, donde todas las especies son consideradas en el valor de la diversidad proporcional a su abundancia en la comunidad (Jost et al. 2010a) y finalmente la diversidad del orden dos ( ${}^2D$ ), o inverso del índice de Simpson, el cual pesa a las frecuencias de las especies más abundantes en la comunidad (Chao & Gotelli et al. 2014). Estos índices fueron calculados mediante el programa SPADE (Chao y Shen 2010).

Para comparar la composición, abundancia y uniformidad de las especies de mariposas en los tres tipos de coberturas evaluados (bosque, potrero y cultivo) se realizaron curvas de rango-abundancia con transformación  $\log(10)$ , que nos permite conocer la estructura de la comunidad de mariposas dentro de la Reserva.

### 4.4.1 Representatividad del muestreo

Para calcular el número esperado de especies en cada tipo de cobertura se realizó una curva de rarefacción y extrapolación-interpolación. Este método, descrito en Chao et al. (2014) usa

la muestra y una curva de completitud elaborada con el doble del tamaño de la muestra de referencia más pequeña a comparar, con un intervalo de confianza al 95% obtenido por un remuestreo bootstrap de 100 réplicas. Dichos análisis fueron implementados en la plataforma iNEXT disponible en <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>, siguiendo los parámetros establecidos por Chao et al. (2014) y (Colwell et al. 2012).

#### **4.4.2 Diversidad beta**

Para analizar la variación en la composición de especies de mariposas entre los tres tipos de coberturas (bosque, potrero y cultivo) se calculó la diversidad beta verdadera usando la partición multiplicativa gamma  $\beta D = \gamma D / \alpha D$ , esta medida se denomina número efectivo de comunidades (Jost 2007), y se refiere al número de comunidades virtuales en la región distintas en su composición de especies y puede variar desde uno, en caso de que todas las comunidades de mariposas compartan todas sus especies, hasta un máximo igual al número de comunidades que se están comparando (tres, en este caso), cuando las comunidades no comparten ninguna especie o no tienen especies comunes entre ellas. De igual manera se estimó la diversidad beta pareada de Whittaker entre las parcelas de diferentes tipos de cobertura para establecer el porcentaje de recambio de especies necesario para establecer una comunidad.

Se aplicaron las técnicas multivariadas de agrupamiento (Clúster Analysis) para analizar la diversidad beta a través de su segundo componente la similitud por distancia (primer componente, recambio de especies) de la siguiente manera: (a) todas las parcelas de los transectos fueron incluidas en una matriz de ausencia presencia para establecer que las parcelas al interior del bosque, de forma independiente al transecto conforman un único

grupo, al igual que potreros y cultivos. Una vez finalizada esta comparación se abordó Clúster al interior de cada transecto para verificar los grupos conformados en el primer agrupamiento considerando la abundancia de las especies de mariposas de las familias indicadas, y un análisis de ordenación con la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis. El NMDS es una técnica multivariante que representa en un espacio geométrico de pocas dimensiones las similitudes existentes entre un conjunto de objetos, muestras o sitios, en este caso representamos la comunidad de mariposas a nivel de parcelas. Todos los análisis de diversidad beta fueron implementados en el programa estadístico PAST 2.17 (Hammer et al. 2001)

#### **4.4.3 Índices de diversidad taxonómica**

Para evaluar el grado de relación y variedad taxonómica de las comunidades de mariposas entre las coberturas estudiadas, se estimó la diversidad taxonómica a partir de datos de presencia mediante dos estimadores, el índice de distinción taxonómica promedio ( $\Delta+$ ), el cual representa la longitud de la trayectoria taxonómica promedio medida entre cualquier par de especies aleatoriamente elegido (Warwick y Clarke 1998) y el índice de la variación de la distinción taxonómica, que refleja el grado en el cual ciertos taxa están sobre o insuficientemente representados en las muestras, esta medida puede ayudar a distinguir entre dos árboles taxonómicos que pueden tener el mismo número de especies e incluso un valor idéntico en la distinción taxonómica (Clarke y Warwick 2001; Moreno et al. 2009).

Con el fin de abordar los índices anteriormente mencionados, se elaboró una matriz de agregación con 4 niveles taxonómicos (especie, género, subfamilia y familia) y una matriz de

presencia de las especies de mariposas recolectadas en las tres coberturas (bosque, potrero y cultivo). El cálculo de los índices taxonómicos se desarrolló mediante la aplicación TAXDTEST, incluida en el programa PRIMER v.6. Esta aplicación contrasta los valores obtenidos con una distribución de probabilidad esperada la cual se genera con base en el remuestreo mediante simulaciones aleatorias sin reemplazo (Clarke y Warwick 2001).

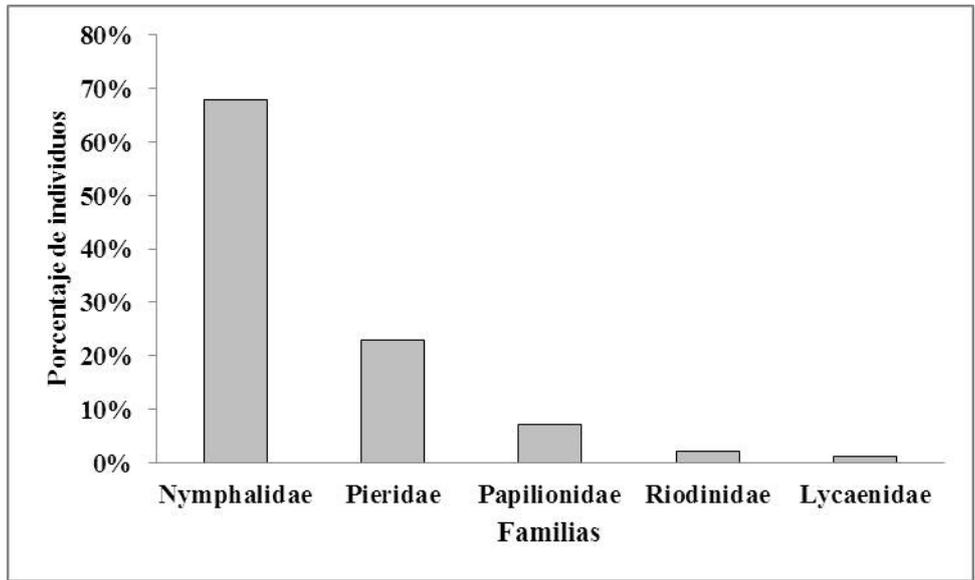
#### **4.5 Asociación con factores ambientales**

Para evaluar el efecto de las variables ambientales (temperatura y humedad) sobre la comunidad de mariposas asociadas a tres tipos de coberturas (bosque, potrero y cultivo) se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC), el cual es una técnica multivariada que emplea la estadística de regresión lineal para estimar y evaluar estadísticamente los efectos de las variables ambientales en las comunidades biológicas (Braak y Verdonschot 1995). Para el análisis se seleccionaron las especies con más de dos individuos (se eliminaron los singletons y doubletons). Este análisis fue empleado a través del programa estadístico PAST 2.17 (Hammer et al. 2001).

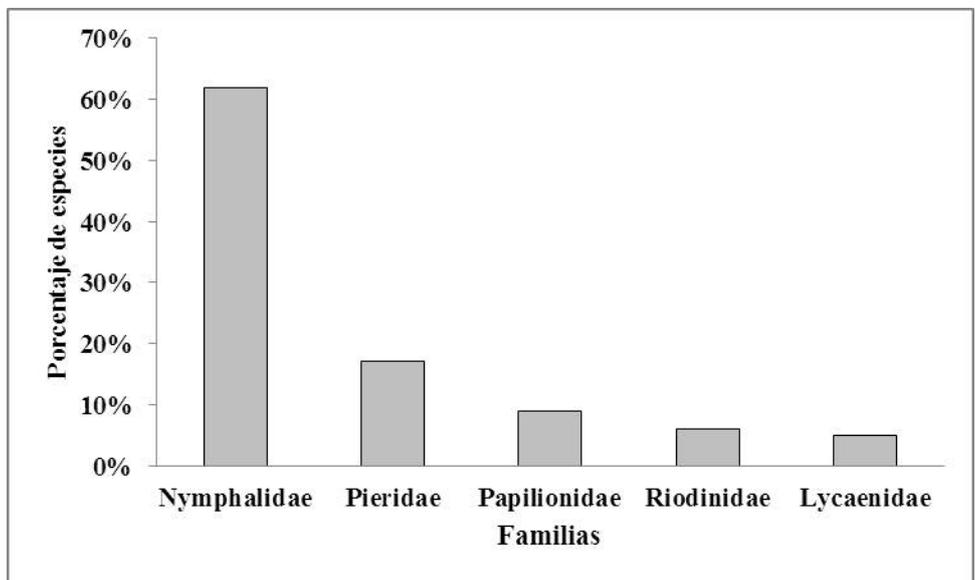
## 5 RESULTADOS

### 5.1 Composición de mariposas

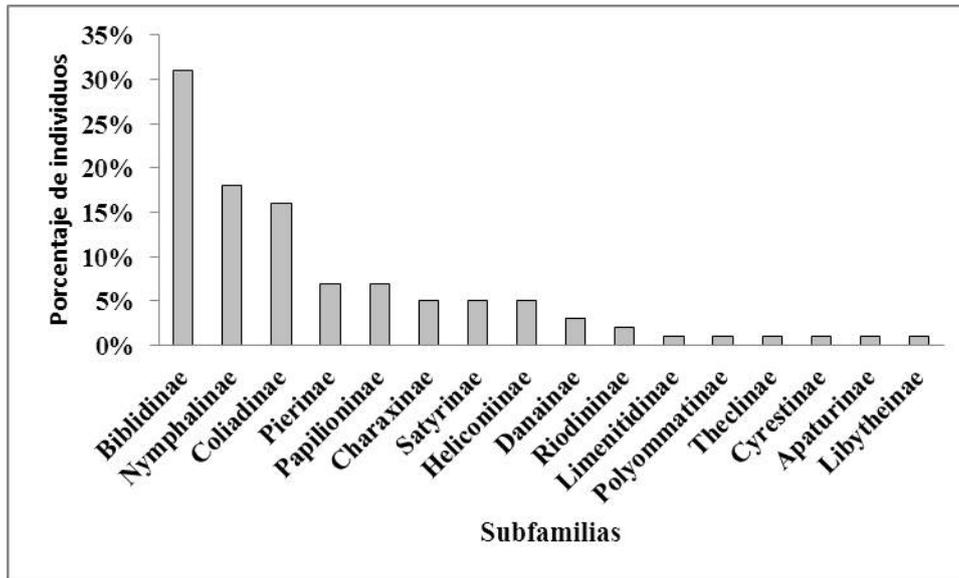
En total se recolectaron 890 individuos de las cinco familias estudiadas, que incluyeron 15 subfamilias, 27 tribus, 63 géneros y 80 especies (Anexo 1). La familia más representativa fue Nymphalidae con 605 individuos que representan 67% de las capturas, seguida de Pieridae con 23%, Papilionidae 7%, Riodinidae 2% y Lycaenidae 1% (Figura 2). Así mismo la familia Nymphalidae presentó la mayor riqueza con 62%, Pieridae 17%, Papilionidae 9% y Riodinidae y Lycaenidae con 6% y 5% respectivamente (Figura 3). Las subfamilias con mayor abundancia fueron Biblidinae (272 individuos), Nymphalinae (159), y Coliadinae (138) (Figura 4). La especie más abundante fue *Junonia evarete* (Cramer, 1779) con un total de 111 individuos, seguida de las especies *Hamadryas februa* (Hübner, [1823]) con 81 y *Eurema daira* (Godart, 1819) con 66. En las trampas Van Someren Rydon se capturaron 30 especies y 272 individuos, que representan 44% y 30% de la riqueza y la abundancia respectivamente. De las especies capturadas, 25 (83,3%) pertenecen a las subfamilias estrictamente frugívoras según Freitas et al. (2014). Las especies restantes fueron recolectadas utilizando red entomológica (Figura 5).



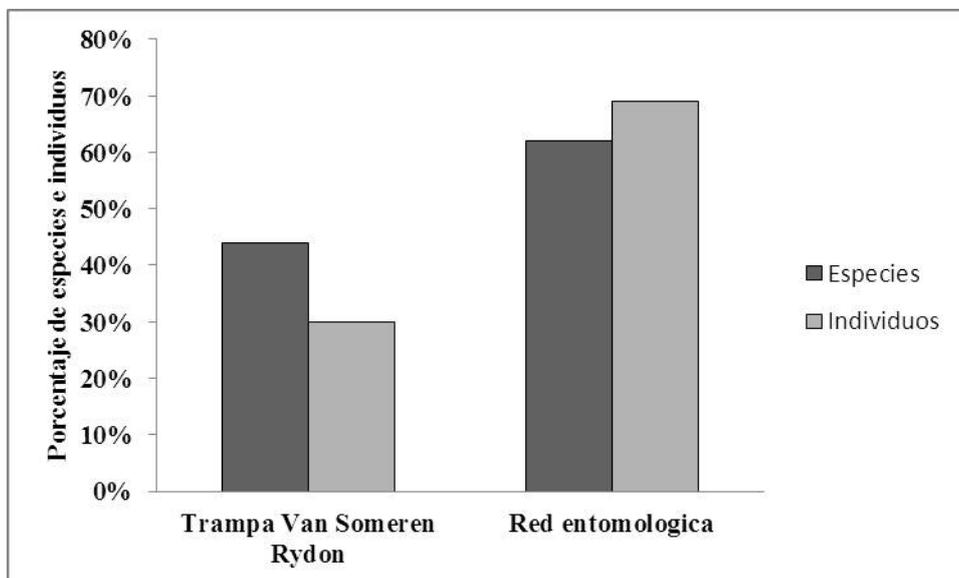
**Figura 2.** Representación de abundancias por familia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza



**Figura 3.** Representación de especies por familia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza



**Figura 4.** Representación de abundancias por subfamilia de la comunidad de mariposas diurnas en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.



**Figura 5.** Porcentaje de especies y de individuos recolectados utilizando las Trampa Van Someren Rydon y Red entomológica.

Las especies *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764), *Hamadryas februa* (Hübner, [1823]), *H. feronia* (Linnaeus, 1758), *Battus polydamas* (Linnaeus, 1758), *Cissia Themis* (A. Butler, 1867), *Eurema arbela* Geyer, 1832, *E. दौरा* (Godart, 1819), *Hypna clytemnestra* (Cramer, 1777), *Parides anchises Serapis* (Boisduval, 1836) y *Phoebis argante* (Fabricius, 1775)

fueron encontradas en los tres tipos de coberturas (bosque, potrero y cultivo), siendo *H. februa* la especie más abundante con 82 individuos. El tipo de cobertura con un mayor número de especies exclusivas fue el bosque con 31 especies, seguido del potrero con nueve y posteriormente el cultivo con sólo dos (Tabla 1).

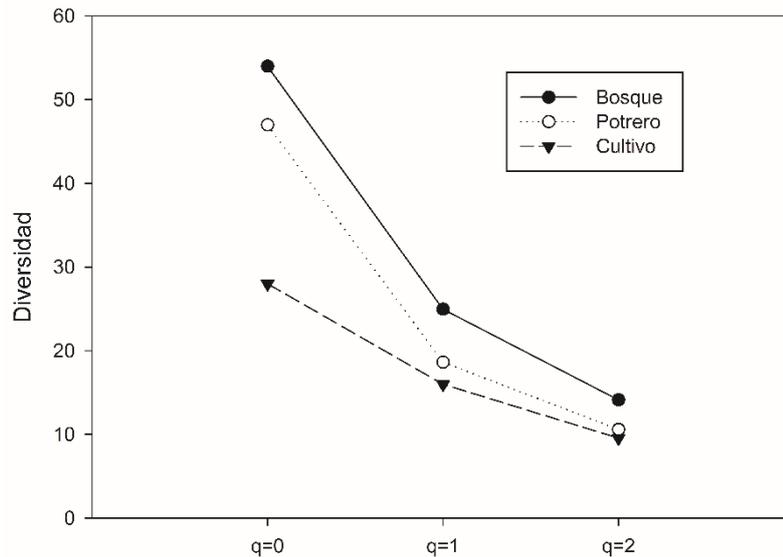
**Tabla 1.** Especies de mariposas exclusivas a las diferentes coberturas de bosque, potrero y cultivo en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

Bosque	Potrero	Cultivo
<i>Adelpha fessonia ernestoi</i> (Willmott, 2003)	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	<i>Cissia Themis</i> (A. Butler, 1867)
<i>Adelpha iphicleola</i> (H. Bates, 1864)	<i>Anteos maerula</i> (Fabricius, 1775)	<i>Eurema agave</i> (Cramer, 1775)
<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, [1814])	<i>Heraclides thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	
<i>Caligo brasiliensis morpheus</i> Stichel, 1903	<i>Juditha</i> sp Hemming, 1964	
<i>Callicore pitheas</i> (Latreille, [1813])	<i>Microtia elva</i> H. Bates, 1864	
<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Consul fabius</i> (Cramer, 1776)	<i>Strymon</i> sp Hübner, 1818	
<i>Ectima erycinoides</i> C. Felder & R. Felder, 1867	<i>Thereus cithonius</i> (Godart, [1824])	
<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schäffer, [1855])		
<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)		
<i>Heliconius ethilla</i> (Godart, 1819)		
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)		
<i>Itaballia pandosia</i> (Hewitson, 1853)		
<i>Janatella leucodesma</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		
<i>Libytheana carinenta</i> (Cramer, 1777)		
<i>Melanis electron</i> (Fabricius, 1793)		
<i>Memphis arginussa</i> (Geyer, 1832)		
<i>Mesosemia carissima</i> H. Bates, 1866		
<i>Morpho helenor</i> Cramer, 1776		
<i>Myscelia leucocyana</i> C. Felder & R. Felder, 1861		
<i>Neographium anaxilaus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)		
<i>Nica flavilla</i> (Godart, [1824])		
<i>Parides eurimedes mycale</i> (Godman & Salvin, 1890)		
<i>Pyrisitia dina</i> (Poey, 1832)		
<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval, 1836)		

<i>Pyrrhogyra neaerea</i> (Linnaeus, 1758) <i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus, 1758) <i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781) <i>Taygetis laches</i> Fabricius, 1793 <i>Zaretis ellops</i> (Ménétriés, 1855)
---

## 5.2 Diversidad de mariposas

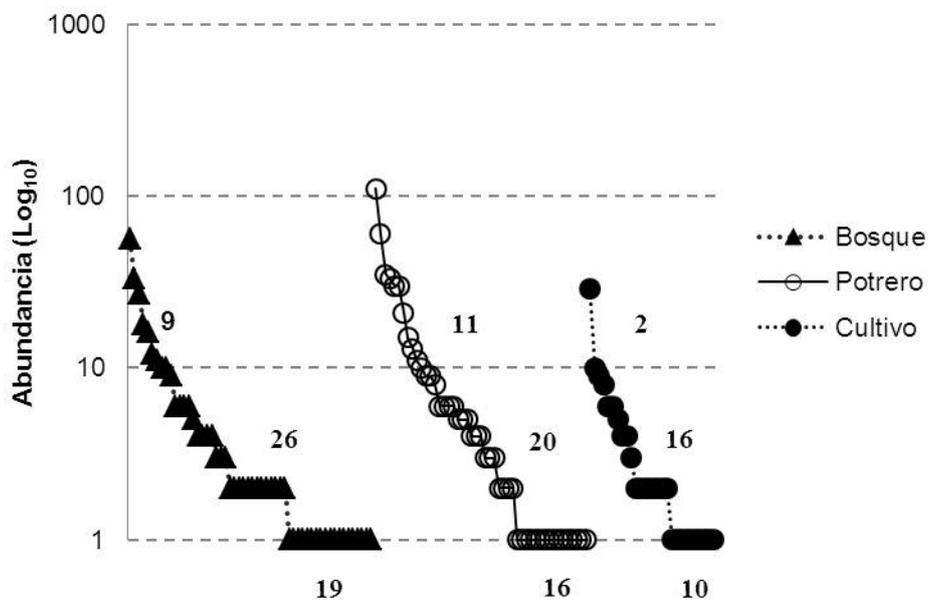
La diversidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) fue comparada por medio de los perfiles de diversidad (Figura 6), mostrando la mayor riqueza ( $q=0$ ) en el bosque con 54 especies, que representan 67% de la riqueza regional (o diversidad gamma), seguida del potrero con 47 especies (59%) y el cultivo con 28 especies (35%). Con la medida de diversidad del orden 1 ( $q=1$ ) el bosque, de igual forma, presentó la mayor diversidad con 24,96 especies efectivas, seguida del potrero con 18,64 y el cultivo con 15,99. Al observar la magnitud de la diferencia entre la diversidad del bosque con respecto al potrero y al cultivo, el bosque muestra 6 especies más (32,19%) que el potrero y 9 especies más (56,29%) que el cultivo, así mismo con la medida de diversidad del orden 2 ( $q = 2$ ) se encontró que el bosque presentó la mayor diversidad con 14.13 especies efectivas, de las cuales siete son especies exclusivas (*Morpho helenor*, *Myscelia leucocyana*, *Nica flavilla*, *Zaretis ellops*, *Janatella leucodesma*, *Archaeoprepona demophon* y *Pyrisitia leuce*), seguido del potrero con 10.60 especies efectivas y el cultivo con 9.55 especies efectivas.



**Figura 6.** Perfiles de diversidad para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

La grafica de rango-abundancia muestra que no hay una clara dominancia de una especie en los tres tipos de cobertura (Figura 7); sin embargo, las especies más abundantes para el bosque son: *H. februa* (56 individuos), *Junonia genoveva* (33 individuos), *Myscelia leucocyana* (27 individuos), *Nica flavilla* (18 individuos) y *Zaretis ellops* (16 individuos) que representan 17% del total de individuos recolectados en el estudio. De estas especies *Myscelia leucocyana*, *Nica flavilla* y *Zaretis ellops* son exclusivas para este tipo de cobertura. Por su parte el potrero está representado por 11 especies más abundantes, siendo las más representativas: *Junonia evarete* (111 individuos), *Mestra hersilia* (60 individuos), *Hamadryas feronia* (35 individuos), *Eurema daira* (33 individuos) y *Ascia monuste* (30 individuos) que representan 30%, las cuales tienen en común el ser recolectadas en las tres coberturas (bosque, potrero y cultivo), excepto por las especies *Junonia evarete* y *Mestra hersilia* (capturadas en el cultivo y el potrero); y el cultivo está representado por una sola especie: *Eurema daira* (29 individuos) que representan 7% del total de individuos recolectados. Estos resultados sugieren que la comunidad de mariposas asociadas a cada

cobertura presentan una estructuración representada principalmente por especies igualmente comunes, es decir pocas especies dominantes.



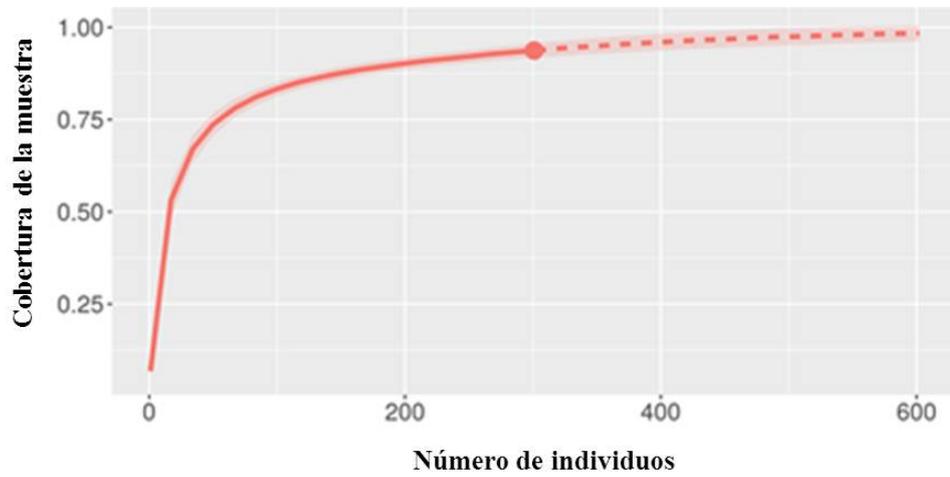
**Figura 7.** Gráfico de rango-abundancia de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres coberturas (bosque, potrero y cultivo) en la Resera Forestal Protectora Serranía de Coraza.

### 5.2.1 Representatividad del muestreo

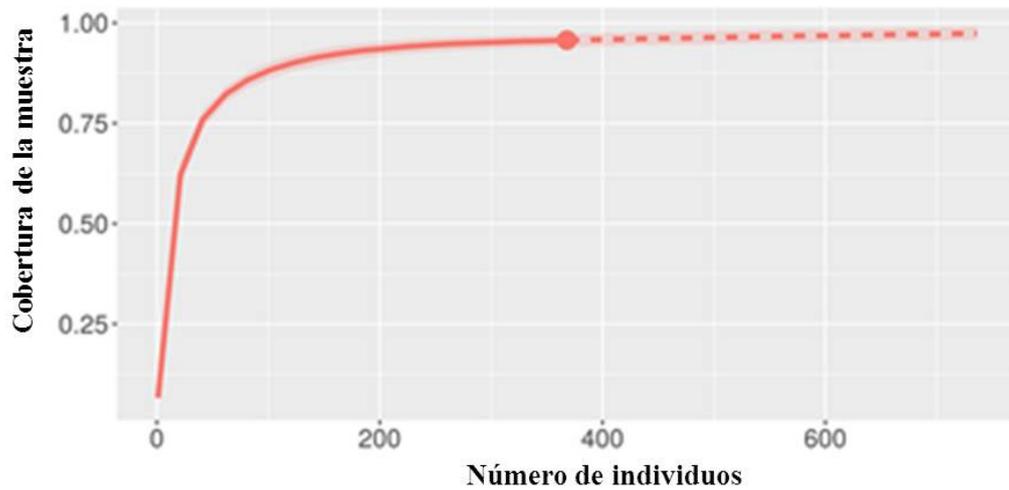
La completitud total del área de estudio fue de 89.01%, mostrando 93.7% para el bosque, 96.6% para el potrero y 91% para el cultivo. Para cada tipo de cobertura se observa que al aumentar el tamaño de la muestra de referencia (301 individuos) al doble (601 individuos) se observa que las estimaciones en la completitud del muestreo difieren poco, lo que significa que aunque se recolecten más individuos en el área de estudio, el muestreo sigue siendo representativo para los tres tipos de cobertura (Figura 8). Al comparar la riqueza de especies ( $q=0$ ) en relación al número de individuos entre los tres tipos de coberturas para la estimación de la riqueza, el intervalo de confianza del 95% en el bosque no se sobrelapa con la curva del

potrero y el cultivo, lo que sugiere que la riqueza de especies de mariposas esperada seguiría siendo superior en el bosque que en el resto de las coberturas (potrero y cultivo) aun cuando todas las especies existentes fuesen registradas (Figura 9).

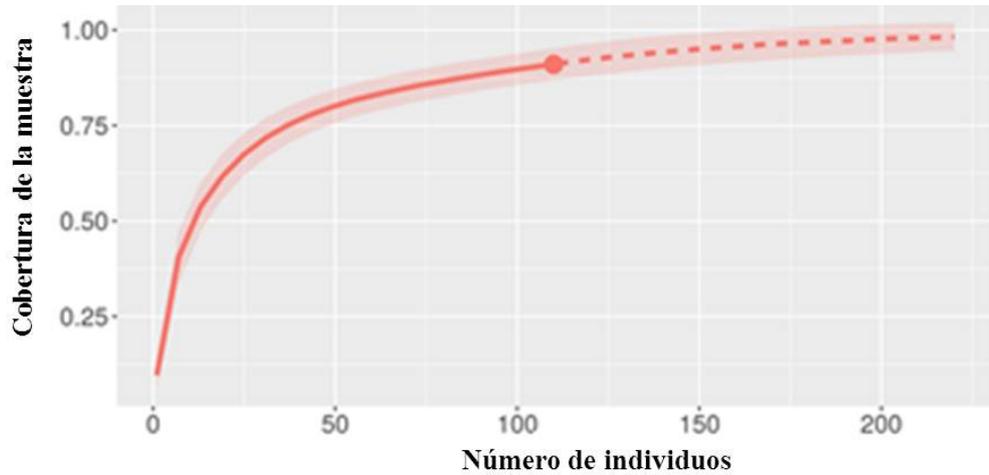
**A) Bosque**



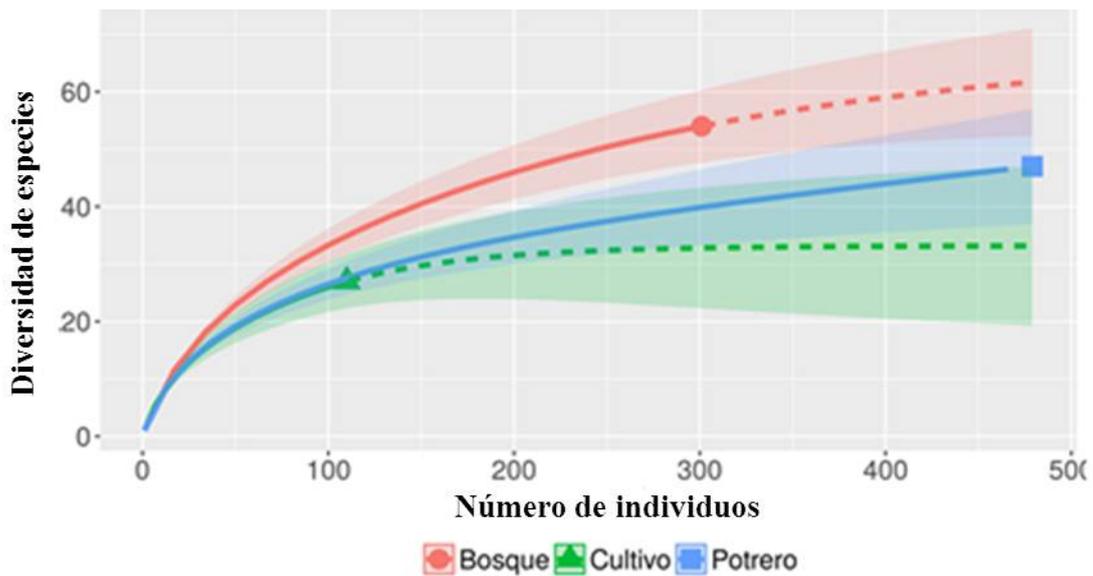
**B) Potrero**



### C) Cultivo



**Figura 8.** Curva de completitud de la muestra por rarefacción y extrapolación de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de coberturas: **A)** bosque, **B)** potrero y **C)** cultivo, en la Resera Forestal Protectora Serranía de Coraza. La línea sólida representa la cobertura de muestreo (interpolación) y la línea discontinua la extrapolación. El intervalo de confianza al 95% (área sombreada) fue obtenido por un método de bootstrap basado sobre 100 réplicas.



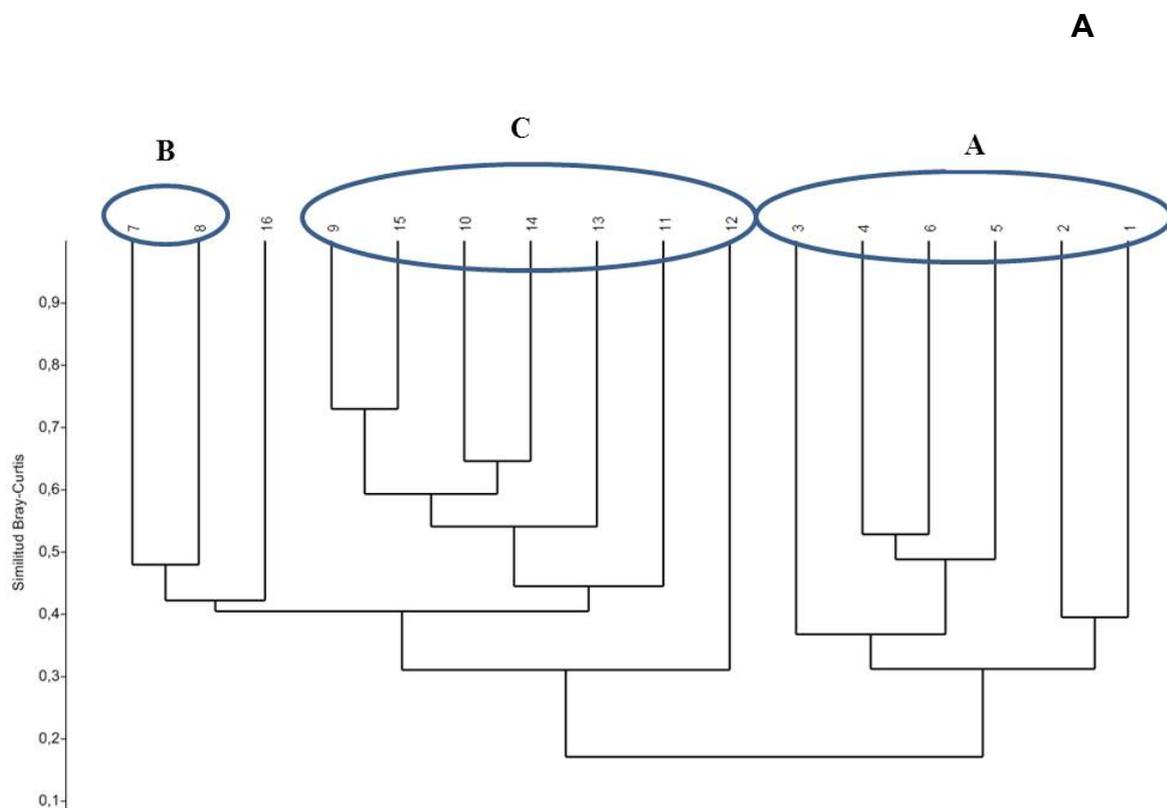
**Figura 9.** Comparación de la curva de rarefacción e interextrapolación-extrapolación, basado en la muestra de la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura: bosque, cultivo y potrero, en la Resera Forestal Protectora Serranía de Coraza. La línea sólida representa la cobertura de muestreo (interpolación) y la línea discontinua la extrapolación.

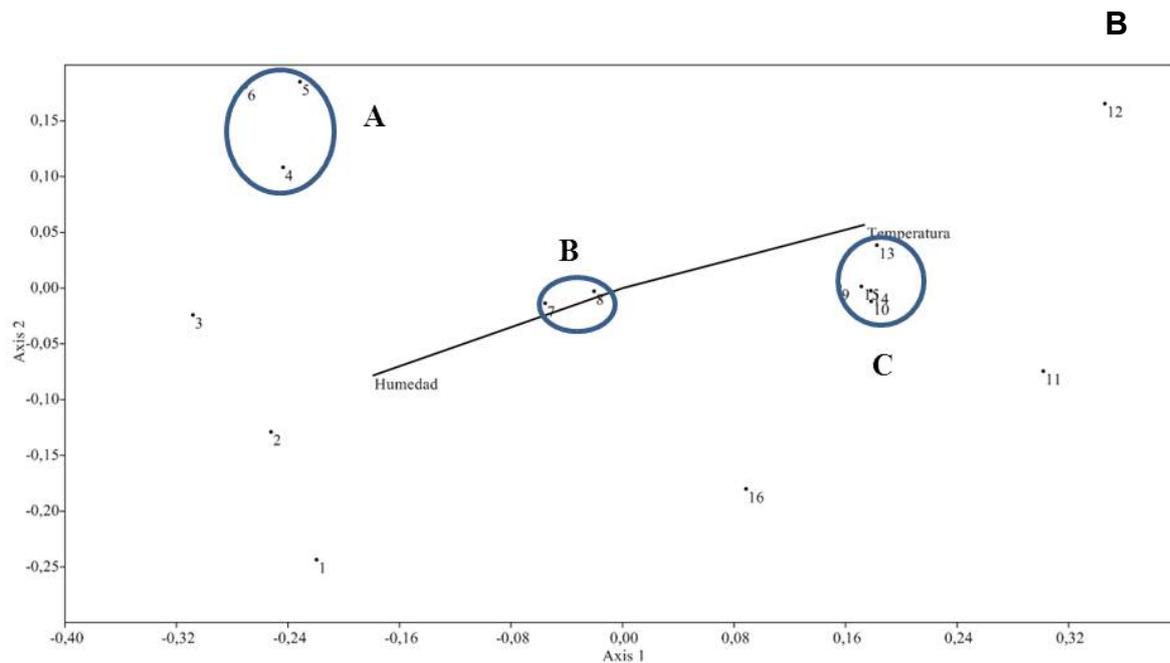
### 5.2.2 Diversidad beta

Cabe resaltar que la diversidad beta verdadera, fue calculada con los valores de  $q=0$ , que corresponden a la riqueza, en este contexto el valor represento 1.86 comunidades virtuales distintas en su composición de especies, lo que significa que existen casi dos comunidades de mariposas asociadas a las coberturas de vegetación. Con respecto al análisis pareado entre las parcelas los resultados fueron similares a la diversidad beta verdadera. Entre las parcelas del bosque y del potrero se requiere de un 75% de recambio de especies para conformarse como una sola comunidad, es decir que presenta una similitud del 25%. Entre las parcelas del bosque y el cultivo presentan un 85% de recambio de especies o 15% de similitud. Por su parte las parcelas del potrero y el cultivo presentan una similitud del 70% o un recambio de especies del 30%.

En el análisis clúster se distinguen tres grandes grupos de parcelas con un porcentaje de similaridad del 30% (Figura 10A). Grupo A conformado por las parcelas del interior del bosque (1, 2, 3, 4, 5, y 6) con un porcentaje de similaridad mayor al 30%, así mismo se muestra la formación de subgrupos (parcelas 4, 5, 6) con un porcentaje de similaridad mayor al 45%. El grupo B está integrado por las parcelas del borde de bosque y el potrero (7, 8, 16) con un porcentaje de similaridad del 40%, sin embargo, se observa una mayor similitud entre las parcelas del borde de bosque (parcelas 7 y 8), y el grupo C, conformado por las parcelas del potrero y el cultivo (9, 10, 11, 13, 14 y 15) con un porcentaje de similaridad mayor al 40%. Estos resultados fueron complementados con el NMDS mostrando resultados similares a los datos obtenidos en el análisis clúster (Figura 10B). El ordenamiento de los ejes explicó 93.31% de la varianza (eje 1=0.75. eje 2=0.18), con un Stress=0.14, lo que indica que el ajuste de los datos es bueno. El NMDS muestra que la temperatura es la variable de mayor

influencia sobre las parcelas ubicadas en el potrero y el cultivo (9, 10, 13, 14 y 15). Así mismo se observa la influencia de la variable humedad sobre las parcelas ubicadas al interior del bosque (1, 2, y 3).



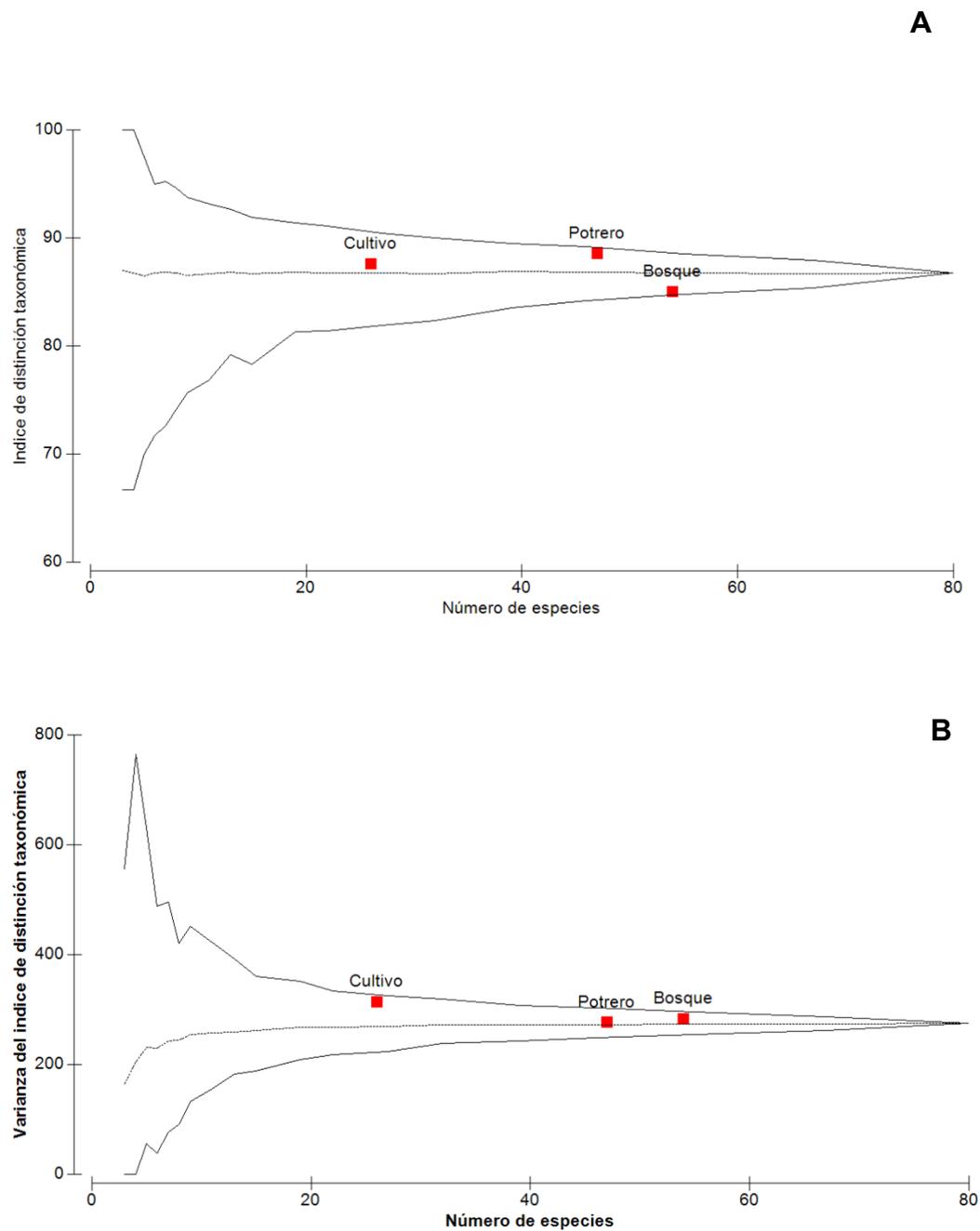


**Figura 10.** (A) Análisis de Clúster o agrupamiento y (B) Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), mostrando la similitud entre las parcelas utilizando el índice de Bray-Curtis. Los números del 1 al 16 representan las parcelas ubicadas en las diferentes coberturas (bosque, potrero y cultivo) de la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

### 5.2.3 Diversidad taxonómica

El modelo de distinción taxonómica promedio ( $\Delta+$ ) construido a nivel de las tres coberturas (bosque, potrero y cultivo), mostró que todos presentaron valores dentro de los intervalos de confianza al 95% (Figura 11A). Los mayores valores de  $\Delta+$  correspondieron al potrero, seguido del bosque y el cultivo. De manera similar las estimaciones de la variación de la distinción taxonómica ( $\Lambda+$ ) estuvieron dentro del intervalo de confianza al 95% (Figura 11B). El valor más alto de  $\Lambda+$  fue para el cultivo, seguido del bosque y por último el potrero. Esto significa que entre los tres tipos de cobertura el potrero tiene la mayor distinción taxonómica y la menor variación (Tabla 2), es decir es el tipo de cobertura más diverso taxonómicamente, por lo tanto se puede sugerir que todas las especies de mariposas del

potrero están menos relacionadas taxonómicamente por lo que sus especies pertenecen a diferentes géneros, subfamilias y familias.



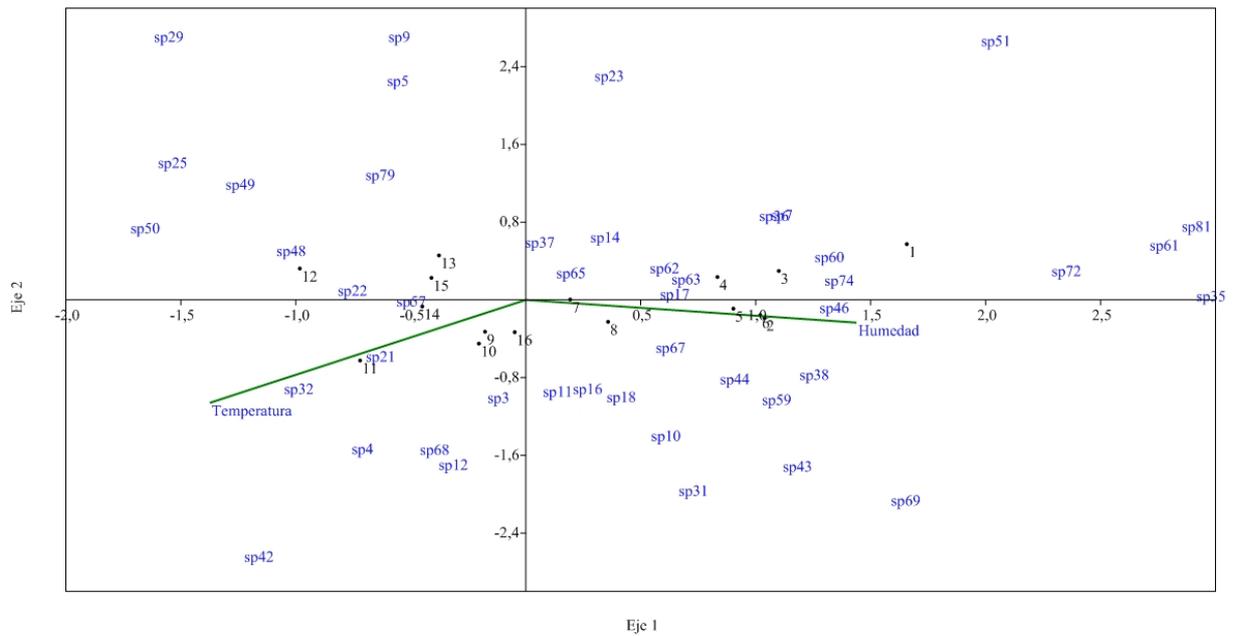
**Figura 11. (A)** Estimaciones de la distinción taxonómica promedio ( $\Delta^+$ ) y **(B)** variación de la distinción taxonómica ( $\Lambda^+$ ), para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza. Valores observados representados por cuadros rojos y valores esperados por azar con sus intervalos de confianza al 95% (líneas) en relación a la riqueza de especies.

**Tabla 2.** Valores del modelo de distinción taxonómica promedio y su variación para la comunidad de mariposas diurnas asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

Coberturas	$\Delta+$	$\Lambda+$
<b>Potrero</b>	<b>88,55</b>	<b>276,56</b>
<b>Cultivo</b>	<b>87,62</b>	<b>313,93</b>
<b>Bosque</b>	<b>85,05</b>	<b>283,00</b>

### 5.3 Asociación con factores ambientales

El análisis de correspondencia canónico (ACC) mostró que 98% de la variación explicada corresponde al eje 1, y solo 0,1% es explicado por el eje 2. La variable que más aportó al eje 1 fue la humedad ( $r= 0,719$ ), el eje 2 fue explicado principalmente por la temperatura ( $r= -0,529$ ) (Figura 12). De esta manera la variable ambiental con mayor influencia en la comunidad de mariposas aquí estudiadas es la humedad relativa.



**Figura 12.** Análisis de correspondencia canónico (CCA) para la comunidad de mariposas asociada a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo). Las letras (sp) corresponden a las especies. Las líneas verdes representan las variables incluidas en el muestreo. Los números (1-16) son las parcelas ubicadas en los tres tipos de cobertura.

## 6 DISCUSIÓN

### 6.1 Composición de mariposas

Las especies de mariposas registradas en este estudio (80 especies) representan 2.43% de las mariposas de Colombia. A nivel de familias fueron encontradas las seis reportadas en Colombia por Montero et al. (2009), Orozco et al. (2009) y Domínguez et al. (2011) en fragmentos de bosque seco en el departamento del atlántico, el occidente antioqueño y el departamento de sucre respectivamente, sin embargo, es importante destacar que estas comparaciones se realizaron con base a toda el área de estudio, es decir teniendo en cuenta los tres tipos de coberturas evaluados (bosque, potrero y cultivo).

Por lo tanto, si enfocamos las comparaciones solo al bosque, tendríamos solo cinco familias (ausencia de la familia Lycaenidae), y 15 subfamilias de las 26 registradas por Warren, et al (2013). La ausencia de la familia Lycaenidae dentro del bosque puede estar relacionada a sesgos en el método de captura, principalmente por su tamaño pequeño y colores oscuros que presentan estos grupos (Vargas-Zapata et al. 2015), además la mayor parte de las especies de esta familia suelen volar en estratos más altos y se posan en la parte alta de los árboles lo que hizo difícil su captura dentro del bosque (Prieto y Dahners 2006). Un aspecto importante en estos grupos es el comportamiento “hilltopping”, específicamente para la tribu Eumaeini (Prieto y Dahners 2006), de la cual tres especies fueron encontradas dentro de la Reserva, sin embargo, este comportamiento no se tuvo en cuenta en este trabajo, lo que pudo haber afectado en la riqueza y abundancia de estas comunidades.

La familia Nymphalidae fue la más representativa en cuanto al número de individuos y de especies, lo que se ha registrado en la mayoría de los estudios realizados en Colombia. En

este sentido, en el departamento del Cauca, Millan et al. (2009) y Gaviria-Ortiz y Henao-Bañol (2011) reportan 60 y 90 especies respectivamente; en Antioquia, Orozco et al. (2009) identifican alrededor de 78 especies; en el departamento del Atlántico Prince-Chacon et al.(2011) reportan 38 especies, mientras en el departamento de Sucre, Domínguez et al. (2011) reportan los valores más altos con 102 especies. Estos valores de riqueza pueden ser el producto de sus preferencias alimenticias ya que se ha reportado que sus especies son codependientes de sus hospederos (Caballero 2009).

La subfamilia Biblidinae presentó el mayor número de individuos (120) y la mayor riqueza (9 especies) lo que puede estar relacionada con la etapa de larva, ya que estos grupos se alimentan de plantas pertenecientes a las familias Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Sapindaceae, (Diaz 2006), las cuales son típicas de estos ecosistemas secos; en este sentido Herazo et al.(2017) señalan que las familias Malvaceae, Sapindaceae y Euphorbiaceae son de gran relevancia en términos de riqueza y dominancia en la flora de Montes de María.

En relación a estudios sobre la riqueza de la subfamilia Biblidinae en fragmentos de bosque seco en la región Caribe, Domínguez et al. (2011) presentaron los valores más altos con 20 especies, seguido de Montero et al. (2009) y Vargas Zapata et al. (2011) con 13 y 10 taxones respectivamente, caso contrario al estudio reportado por Vargas-Zapata et al. (2015) en el departamento del Atlántico con solo seis especies. Bajo este contexto, Vargas Zapata et al. (2011) señalan que la alta riqueza de esta subfamilia puede estar relacionada con la capacidad que tienen sus especies de utilizar una gran variedad de recursos en diferentes estratos vegetales. Así mismo Domínguez et al. (2011) reportan que estas especies se ven favorecidas desde un punto de vista ecológico, debido a la gran variedad de estrategias anti depredadores,

amplio periodo de vuelo, lo que les garantiza una mayor proliferación a lo largo del año, por lo tanto sus poblaciones se mantienen abundantes, siendo más fácil su recolecta.

La abundancia de la especie *Junonia evarete* puede verse reflejada en el método de captura, tipo de hábitat y vuelo, ya que casi todas las especies fueron recolectadas utilizando red entomológica en potrero y cultivos, observándose durante largo tiempo en el suelo o visitando flores lo cual facilitó su captura. Bajo este contexto, podemos sugerir que estas especies tienen preferencias hacia áreas abiertas con escasa vegetación, potreros, bordes de camino y zonas perturbadas (Apaza Ticona 2005), de allí la razón por la que fueron recolectadas solo en estas coberturas.

Las especies de mariposas comunes a los tres tipos de coberturas: *Ascia monuste*, *H. februa*, *H. feronia*, *Battus polydamas*, *Cissia Themis*, *Eurema arbela*, *Eurema daira*, *Hypna clytemnestra*, *Parides anchises Serapis* y *Phoebis argante* se caracterizan por habitar zonas perturbadas, que pueden incluir bordes de bosque, zonas abiertas, claros de bosque secundario y tierras de cultivo (García - Robledo et al. 2002) lo que es característico de la Reserva Forestal Serranía de Coraza. Además DeVries et al. (1997) argumenta que algunas especies que se mueven entre parches de bosque utilizan áreas intermedias en su proceso de migración. Por lo tanto se puede sugerir que los potreros y cultivos de la reserva sirven como corredor de paso para estas especies (Orozco et al. 2009).

La alta abundancia de *H. februa* y *H. feronia* (subfamilia Biblidinae), las cuales según García - Robledo et al. (2002) presentan hábitos frugívoros; además tienen preferencias hacia el néctar de diferentes flores (Andrade, M, com pers.); en otras palabras, su abundancia en las

trampas puede ser el producto de sus hábitos alimenticios, ya que el 87% de las especies en este estudio fueron recolectadas con trampas cebadas con frutas en descomposición.

Por otra parte Vargas- Zapata et al. (2015) muestra que estas especies habitan donde la densidad de árboles es mayor, lo que proporciona mayor cobertura vegetal y poca radiación solar, las cuales mantienen una temperatura y humedad ambiental óptimas para su actividad, así como la oferta de recursos y sustratos para camuflarse. Lo anterior pudo reflejarse en el presente estudio, debido a que la reserva presenta abundantes árboles y la mayor parte de estas especies se posaban en la corteza, lo que facilitó la captura de algunos grupos con red entomológica y trampas.

Las especies *Eurema arbela*, *Eurema daira* y *Phoebis argante*, pertenecientes a la subfamilia Coliadinae, toleran paisajes muy intervenidos (Orozco et al. 2009) lo que puede explicar la asociación de este grupo a los diferentes tipos de cobertura. Cuando un ambiente primario es intervenido, tienden a desaparecer especies de mariposas sensibles a la perturbación, perdurando las especies tolerantes (Robinson 1996). En base a lo anterior se puede sugerir que este grupo de mariposas asociada a los tres tipos de cobertura pueden considerarse especies tolerantes que en incidencias antrópicas drásticas son capaces de aprovechar de manera eficiente los recursos que el medio ambiente les ofrece (Ramírez -Restrepo et al. 2007).

Por otra parte, en el bosque se pueden encontrar el mayor número de especies exclusivas, en donde se pudo evidenciar la preferencia de *Archaeoprepona demophon*, *Archaeoprepona demophon*, *Consul fabius*, *Memphis arginussa* y *Zaretis ellops*, pertenecientes a la subfamilia Charaxinae, por el cebo de fruta en descomposición. Lo anterior es importante ya

que solo dentro del bosque se pueden hallar diferentes especies de árboles de las familias Sapindaceae, Moraceae, Anacardiaceae, Myrtaceae entre otras, que generan frutos dulces y comestibles, los cuales al ser consumidos por otros mamíferos o al no ser consumidos caen al suelo y se descomponen de tal forma que las mariposas pueden absorber sus azúcares. Un comportamiento similar fue reportado por Millan et al. (2009), en donde las especies de esta subfamilia nunca fueron recolectadas libando en flores, y las que fueron capturadas con red entomológica se encontraban posando sobre las hojas de los árboles.

La especie *Morpho helenor* fue encontrada al interior del bosque y según Tavera (2000) depende de bordes de quebradas e interior de bosque poco alterados (Millan et al. 2009) debido a que presenta complejos requerimientos en el hábitat. Bajo este contexto podríamos sugerir que los bosques secos de la Reserva presentan condiciones ambientales propicias lo que influye en la composición vegetal y por consiguiente en las poblaciones de estos grupos de insectos.

Las especies *Smyrna blomfildia*, *Hermeuptychia Hermes*, *Colobura dirce*, *Siproeta stelenes* y *Libytheana carinenta* se han registrado volando sobre claros de bosque, bordes de bosque primario y secundario, pastizales y quebradas (Devries 1987), algunas de estas especies en especial *Smyrna blomfildia* y *Hermeuptychia Hermes*, suelen encontrarse bajo el follaje o cerca de suelos húmedos y son traídas por frutas en descomposición (Orozco et al. 2009), así mismo la especie *Colobura dirce* se alimenta de frutos fermentados, exudados de cortezas y excrementos de mamíferos (Devries 1987). La presencia de las especies exclusivas dentro del bosque puede explicarse por la disponibilidad de recursos para los adultos, plantas hospederas de las larvas o la humedad ambiental, debido a las fuentes de

agua cercanas (Orozco et al. 2009) que ofrecen estos bosque a diferencia de los otros tipos de coberturas.

Una característica importante es que las especies recolectadas en este estudio suelen ocurrir en bosque en buen estado de conservación, pero toleran hábitat con intervención antrópica (Millan et al. 2009), por lo tanto la mayor parte de estas especies pueden ser útiles como modelo para monitorear la calidad del hábitat en los bosque secos de la Reserva

Un aspecto de gran interés, es que de las 31 especies de mariposas registradas como exclusivas para el bosque, 19 mostraron menos de tres individuos, lo cual nos permite sugerir que las 19 especies son raras o que transitan temporalmente por los diferentes ecosistemas. En este sentido, Domínguez et al. (2011) proponen una escala de abundancia según la metodología de Fagua (1996), en donde las especies con menos de tres individuos son consideradas raras y su ocurrencia está relacionada con periodos de vuelo discontinuos o emergencias alternas de imagos en diferentes especies de mariposas.

Dentro del grupo de especies recolectadas en este estudio, *Callicore pitheas* es un ejemplo de especie rara al interior del bosque, ya que en otras localidades de bosque estacionalmente secos también fueron halladas en números muy reducidos (Vargas-Zapata et al. 2015). Además según Brown y Freitas (2002) esta especie también es considerada rara y sus requerimientos de hábitat se restringen a áreas poco alteradas o factores microclimáticos que puedan afectar la composición y abundancia de esta especie en un lugar determinado. Sin embargo, es importante analizar a mayor profundidad estas comunidades y entender el concepto de “especie rara” para poder concluir la importancia de este linaje en Coraza.

Master (1991) propone que la ocurrencia de las especies raras dentro del bosque pueden indicar áreas de interés para la conservación, lo que sugiere la importancia de seguir conservando estos ecosistemas secos de la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

Las especies de mariposas exclusivas para potrero y cultivo son comunes de zonas perturbadas como el caso de las especies *Anteos maerula*, *Eurema elathea* y *Eurema agave* que hacen parte de la familia Pieridae y suelen establecerse en hábitat abiertos o fragmentados, y de este modo ser tolerantes a condiciones de temperatura, humedad muy diferentes a la presentes en el área de bosque (Garcia - Perez 2008), así mismo la especie *Anartia jatrophae* habita en bosque secundarios, bordes de camino, zonas abiertas, cafetales de sol y sombra y bordes de quebrada, aunque se alimentan de néctar (Garcia - Robledo et al. 2002; Valencia et al. 2005).

## **6.2 Diversidad de mariposas**

El análisis de diversidad de mariposas ( $q=0$ ,  $q=1$ ,  $q=2$ ) mostro que el bosque es el tipo de cobertura más diverso, en relación al potrero y cultivo, lo que sugiere que la diversidad de mariposas está estrechamente relacionada con la diversidad florística y estructural de la vegetación, debido a que este tipo de coberturas presenta mayor biomasa vegetal que el potrero y el cultivo, lo que permite el establecimiento de un mayor número de especies fitófagas (Murdoch et al. 1972).

La disminución en la diversidad de especies de mariposas en potrero y cultivo podría relacionarse con los cambios en la composición y diversidad vegetal producto de las

actividades de la ganadería intensiva (Krauss et al. 2003) y la agricultura, lo que afectaría negativamente la presencia de plantas hospederas y mariposas de hábito nectarívoro. Estudios reportados por Kitahara et al. (2008) muestran que la riqueza de mariposas fue afectada positivamente por la riqueza de especies vegetales en floración, e incluso refieren que la diversidad vegetal puede ser un factor limitante para la densidad de poblaciones de mariposas.

La gráfica de rango-abundancia muestra que no hay una clara dominancia de una especie en los tres tipos de cobertura, mostrando una estructuración representada por especies igualmente comunes y pocas especies dominantes. Además, se pudo observar que la mayor parte de las especies de mariposas más abundantes son propias de cada tipo de cobertura, por ejemplo *Myscelia leucocyana*, *Nica flavilla* y *Zaretis ellops* son especies exclusivas del bosque, sin embargo el género *Zaretis* ha sido relacionado con bosque húmedos y no con el Bosque Seco Tropical (García - Robledo et al. 2002). De manera similar, en zonas aledañas al presente estudio, Domínguez et al. (2011) observaron que la comunidad de mariposas no presenta poblaciones dominantes, ya que sus especies son muy equitativas debido a que estos grupos tienen la capacidad de aprovechar todos los recursos disponibles que estos ecosistemas secos proporcionan.

### **6.2.1 Representatividad del muestro**

La curva de rarefacción extrapolación de la riqueza de especies muestra que aun cuando todas las especies de mariposas fuesen registradas, la riqueza de especies esperada seguiría siendo superior en el bosque que en el resto de las coberturas. Este resultado puede atribuirse

a la estrecha relación que existe entre la diversidad de mariposas y la diversidad florística, lo que permite el establecimiento de un mayor número de especies en el bosque (Murdoch et al. 1972). Tobar et al. (2006) observaron que los hábitat con mayor diversidad florística (en bosque) presentaron los valores más altos en diversidad de mariposas, quizá porque en los bosque se presenta una regeneración natural y gran variedad de recursos alimenticios como flores, frutos, excrementos, plantas hospederas y sitios de descanso o percha.

Otro factor que puede incidir en la riqueza de mariposas en el bosque es la época de muestro, debido a que algunas especies pueden tener mecanismos de termorregulación más efectivos que otras y pueden ser más frecuentes en épocas de lluvia (Prieto y Dahners 2006), además en esta época se produce un aumento en el follaje lo que genera mayor disponibilidad de nichos permitiendo el crecimiento de plantas hospederas que sirven de alimento y refugio para las mariposas es su estado larval (Prince-Chacon et al. 2011). Estos resultados son consistentes con los reportados por Prince-Chacon et al. (2011) y Vargas Zapata et al. (2011) en fragmentos de bosque seco tropical, quienes encontraron mayor riqueza y abundancia de mariposas en épocas de lluvia.

### **6.2.2 Diversidad beta**

Los valores de diversidad beta verdadera fueron representativos entre los tres tipos de cobertura, lo que indica que el reemplazo en la composición de especies es alto. Estos resultados pueden estar relacionados a la poca cantidad de especies compartidas (10 especies), que representan el 12% del total de especies de mariposas recolectadas, indicando una alta tasa de recambio de especies o variación en la composición de mariposas entre los

tres tipos de cobertura. Este resultado es contrario a lo reportado por Prince-Chacon et al. (2011) en fragmentos de Bosque Seco Tropical del Caribe, donde existe una baja tasa de recambio de especies debido al elevado número de especies compartidas (39, que representan el 53% de especies recolectadas), lo que refleja homogeneidad en la comunidad de mariposas.

Bajo este contexto, los sitios que comparten muchas especies de mariposas se deben a que estas encuentran recursos que los bosques aledaños no suministran (Munyuli 2012) por lo tanto podemos sugerir que los tres tipos de cobertura en la Reserva presentan condiciones ambientales y recursos alimenticios que favorecen el establecimiento de comunidades de mariposas en cada tipo de cobertura, acorde a lo sugerido por Henao- Bañol (2006), sin dejar de notar que el bosque sigue siendo el tipo de cobertura con más especies exclusivas y más diverso.

La discusión anterior es consistente con los resultados obtenidos del análisis clúster entre parcelas ubicadas en los distintos tipos de coberturas (bosque, potrero y cultivo) mostrando un porcentaje de similitud del 30%, lo que implica que existe una disimilitud del 70% aproximadamente en la composición de especies. Esta disimilitud está dada principalmente por la cantidad de especies exclusivas del bosque, que presentan el 41% del total de especies recolectadas. Vargas Zapata et al. (2011) explican que en los bosques tropicales se mantiene una mayor similitud en la riqueza y abundancia de especies de mariposas diurnas durante los periodos secos y tiende a variar a medida que inician las precipitaciones, esto puede ser un factor que también puede incidir en la disimilitud de las especies de mariposas debido a que el presente estudio fue realizado en la temporada de lluvias.

Por su parte la similitud entre las parcelas del potrero y cultivo se debe principalmente a la contribución de las especies que son compartidas entre estas coberturas como *Junonia evarete* (Cramer, 1779), *Eurema daira* (Godart, 1819) y *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758), quienes en términos generales hacen parte de las especies más abundantes.

El análisis de la diversidad beta de Whittaker muestra claramente la formación de tres comunidades de mariposas diferentes según el tipo de cobertura evaluado, lo que indica que la diferencia de especies entre una comunidad a otra es alta. Bajo este contexto, se puede sugerir que las comunidades de mariposas de cada tipo de cobertura presentan características fisiológicas diferentes producto de la variación de las condiciones ambientales que cambian en cada tipo de cobertura. Sumado a esto la competencia entre especies y los eventos históricos propios de cada tipo de cobertura (historia biogeográfica) (Leprieur et al. 2011) pueden ser factores que han incidido en el alto recambio de especies entre las comunidades de mariposas de cada tipo de cobertura, sin embargo estos aspectos no fueron tenidos en cuenta dentro del análisis.

### **1.2.3 Diversidad taxonómica**

El análisis de diversidad taxonómica de los tres tipos de cobertura nos permite tener una visión más amplia de la composición y diversidad de mariposas en relación a las distintas categorías taxonómicas que constituyen estos grupos. A nivel general el potrero presentó el valor más alto en la distinción taxonómica en relación al bosque y al cultivo, es decir que la comunidad de mariposas en el potrero presenta una distribución uniforme de las especies entre los diferentes niveles taxonómicos, lo que resulta en un bajo valor de variación en la

distinción taxonómica; esto indica que las especies de mariposas en este tipo de cobertura tienen un mayor número de géneros, subfamilias y familias a las que sus especies pertenecen, lo que demuestra que las especies están menos relacionadas taxonómicamente.

Bajo este contexto, aunque en el presente estudio no fueron empleadas medidas filogenéticas, si es claro que la distinción taxonómica y su variación pueden ser empleadas como medidas homologas (Warwick y Clarke 1998), por lo tanto es posible que las comunidades que hoy se observan dentro del potrero puedan ser producto de interacciones ecológicas como la competencia entre especies (Velasquez-Puentes y Bacon 2016) que moldearon dichas comunidades. Además, existen otras medidas que no fueron empleadas en este estudio, pero que pueden explicar las relaciones taxonómicas entre estas comunidades, como el conservatismo de nicho, en donde las especies cercanamente emparentadas son más similares en cuanto a sus características ecológicas, morfológicas y funcionales que las especies lejanamente relacionadas (Peterson 1999), lo que nos permite inferir que la comunidad de mariposas dentro del potrero han sido afectadas por dichos procesos.

Un aspecto importante es que el bosque presentó de acuerdo a los perfiles de diversidad verdadera la mayor diversidad, pero fue el segundo valor más alto tanto en la distinción taxonómica como en la variación taxonómica, esto se debe posiblemente a que las comunidades de mariposas asociadas al bosque presentan dosel cerrado, lo que permite condiciones micro climáticas favorables con una temperatura y humedad adecuadas ideales para el establecimiento de algunas poblaciones de mariposas (Constantino 2000). Lo anterior puede ser una explicación por la cual estas comunidades se encuentran más relacionadas taxonómicamente que las del potrero.

Por otra parte el bajo valor en la distinción taxonómica y la mayor variación en el cultivo puede estar relacionado a las condiciones ambientales del ecosistema que favorecen la presencia de especies con requerimientos ecológicos y características similares (Peterson 1999), lo que hace posible su coexistencia dentro de este tipo de cobertura, y por consiguiente es posible que sus especies estén más relacionadas taxonómicamente. Bajo este contexto Webb et al. (2002) sugieren que en ambientes estresados las condiciones ambientales, serían el principal factor estructurador y sólo especies con determinadas adaptaciones tendrían la capacidad de tolerarlas, por lo tanto es de esperarse encontrar al interior de los cultivos especies taxonómicamente relacionadas con determinadas adaptaciones lo que les permite vivir en estos ambientes.

Uno de los aspectos importantes de estos índices en su sensibilidad para detectar los efectos causados por factores naturales o humanos en los ecosistemas (Warwick y Clarke 1998), sin embargo a pesar de la fuerte presión que ejerce las actividades humanas sobre el potrero, la comunidad de mariposas de este tipo de cobertura presentó la mayor diversidad taxonómica, lo que puede estar relacionado a que en la Reserva, los potreros conforman un mosaico de microhábitat producto de la actividad ganadera y agrícola lo que permite la existencia de gran variedad de especies. Además, como se ha mencionado anteriormente la mayor parte de estas especies se han adaptado a condiciones ambientales de estrés lo que permite que estas comunidades puedan habitar en este tipo de coberturas.

### **6.3 Análisis de correspondencia canónica (ACC)**

El análisis de correlación mostró que la humedad es la variable de mayor influencia sobre estas comunidades. Esto es importante ya que en diferentes estudios se ha establecido que este factor ambiental influye en el desarrollo del ciclo de vida de este grupo de insectos (Palanca 1987); además Boom-Urueta et al. (2013) en un fragmento de Bs-T en la Reserva Ecológica de Luriza en el departamento del Atlántico, observaron que la humedad fue un parámetro clave en la abundancia de las mariposas y un efecto mínimo de la temperatura sobre estas comunidad debido a la presencia de fuentes hídricas que mantuvieron constante las condiciones de temperatura.

Por otra parte Domínguez et al. (2011) en zonas de bosque seco tropical en el departamento de Sucre, observaron que la temperatura y la humedad relativa variaron poco en el área de estudio y explican que la distribución de las mariposas está fuertemente relacionada con estas dos variables. Sin embargo, es importante destacar que este estudio fue realizado en bosque de galería y en las dos temporadas (lluvia y sequia), lo que explica que los resultados arrojados fueran diferentes al presente estudio. Bajo este contexto en fragmentos de bosque seco tropical, la variación climática es muy grande durante la temporada de lluvias, incidiendo en los valores de humedad y temperatura que son importantes en la regulación de las comunidades de insectos en ecosistemas tropicales (Prince- Chacón et al. 2013)

Sin embargo, existen factores que no se tuvieron en cuenta en este estudio como la exposición lumínica y la precipitación, lo que pudo haber afectado la diversidad de

mariposas en esta zona. Según Ospina- López et al. (2015) aspectos como la exposición lumínica condicionan la presencia de ciertas especies por su relación con sus hábitos alimenticios. Por su parte, las variaciones de la precipitación no solo pueden afectar la estructura vegetal, también induce cambios en las variables ambientales, como la humedad (Boom-Urueta et al. 2013). Es así como la precipitación se considera como un factor ambiental importante que modela la fenología del bosque seco y por consiguiente la disponibilidad de refugio y alimento necesario para estos insectos (Vargas Zapata et al. 2011).

## 7 CONCLUSIONES

- Los resultados del presente estudio, muestran como la transformación de los bosques secos hacia otros tipos de coberturas (potreros y cultivos), podrían afectar la diversidad de mariposas, reflejándose en la estructura de las comunidades asociadas a cada una de las coberturas evaluadas.
- Las especies de mariposas que conforman la comunidad del bosque y del cultivo se encuentran taxonómicamente más estrechamente relacionadas de lo esperado por el azar que las especies del potrero, lo que puede ser el resultado de procesos determinísticos responsables de la estructura de las comunidades, como por ejemplo, el conservatismo del nicho, la competencia interespecifica, la extinción, entre otros factores, que pueden incidir en las relaciones filogenéticas entre las especies.
- Los ensamblajes de especies de mariposas que se forman en el área de estudio son influenciados principalmente por factores ambientales como la humedad, debido a la fuerte relación que existe entre la distribución de las mariposas y la humedad relativa, por ser una variable que afecta desde el inicio la vida del imago.

## 8 RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta la gran importancia de los bosque secos y la diversidad de especies de mariposas a un por descubrir en estos ecosistemas, específicamente en la región Caribe, se sugiere realizar estudios biogeográficos para determinar los patrones de diversidad biológica tanto en el espacio como en el tiempo así como las relaciones biogeográficas que pueden existir entre los distintos ecosistemas para la región.
- Las mariposas han sido sugeridas como grupos indicadores por su sensibilidad a los cambios ambientales y su estrecha relación con factores físicos, por lo tanto se recomienda medir otras variables ambientales como la precipitación, ya que permite modelar la fenología del bosque seco y por consiguiente la disponibilidad de refugio y alimento necesario para estos insectos.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio el tipo de cobertura con mayor diversidad de mariposas es el bosque, lo que sugiere que la diversidad de mariposas está estrechamente relacionada con la diversidad de plantas, sin embargo, para hacer un análisis detallado de estas relaciones se hace necesario desarrollar estudios de composición y diversidad florística de la vegetación en los bosque de la reserva que permitan establecer relaciones ecológicas y patrones de distribución.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera M. 2013. Documento de trabajo: economía regional. En: Republica BDL, ed. Montes de María: una subregión de economía campesina y empresarial. Cartagena: Centro de estudios economicos regionales (CEER). p. 93.**
- Andrade-C M. 2002. Monografías Tercer Milenio. En: -Sea SEA, ed. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia, vol. 2. zaragoza.**
- Andrade-C M, Campos L, Gonzales L y Pulido H. 2007. Santa Maria mariposas alas y color. En: Naturalez IDC, ed. Serie de guias de campo del Instituto de Ciencias Naturalez. Bogota: Universidad nacional de Colombia.**
- Andrade-C M, Henao-Bañol E y Triviño P. 2013. Técnicas y Procesamiento para la Recoleccion, Preservacion y Montaje de Mariposas en estudios de Biodiversidad y Conservcion (Lepidoptera:Hesperioidea-Papilionoidea) Rev. Acad. Colomb. Cienc, 37 (144): 311-325.**
- Andrade - C M. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de habitat y si biodiversidad en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc, 22 (84): 407-421.**
- Apaza Ticona MA. 2005. Evaluación del grado de amenaza al hábitat a través de bioindicadores (Lepidópteros) en dos comunidades dentro del área de influencia del PN ANMI MADIDI. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés, La paz, Bolivia, p. 137.**
- Arias J y Huertas B. 2001. Mariposas Diurnas de la Serrania de los Churumbelos, Cauca. Distribucion Altitudinal y Diversidad de Especies ( Ledidoptera: Rhopalocera: Papilionoidea). En: Muñoz P, ed. Revista Colombiana de Entomología, vol. 27. Medellin. p. 169-176.**
- Banda K, Delgado-Salinas A, Dexter KG, Linares-Palomino R, Oliveira-Filho A, Prado D, Pullan M, Quintana C, Riina R, Rodríguez M. GM, Weintritt J, Acevedo-Rodríguez P, Adarve J, Álvarez E, Aranguren B. A, Arteaga JC, Aymard G, Castaño A, Ceballos-**

**Mago N, Cogollo Á, Cuadros H, Delgado F, Devia W, Dueñas H, Fajardo L, Fernández Á, Fernández MÁ, Franklin J, Freid EH, Galetti LA, Gonto R, González-M. R, Graveson R, Helmer EH, Idárraga Á, López R, Marcano-Vega H, Martínez OG, Maturo HM, McDonald M, McLaren K, Melo O, Mijares F, Moggi V, Molina D, Moreno NdP, Nassar JM, Neves DM, Oakley LJ, Oatham M, Olvera-Luna AR, Pezzini FF, Dominguez OJR, Ríos ME, Rivera O, Rodríguez N, Rojas A, Särkinen T, Sánchez R, Smith M, Vargas C, Villanueva B y Pennington RT. 2016. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353 (6306): 1383-1387.**

**Boom-Urueta C, Seña-Ramos L, Vargas-Zapata M y Martínez-Hernandez N. 2013. Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de Bosque Seco Tropical, Atlántico, Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.*, 17 (1): 149-167.**

**Boom-Urueta C, Seña-Ramos L, Vargas-Zapata M y Martínez-Hernández N. 2013. Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de Bosque Seco Tropical, Atlántico, Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.*, 17 (1): 149-167.**

**Borror D, Triplehorn C y Johnson N. 1982. An Introduction to the Study of Insects Philadelphia: Hartcourt Brace Jovanovich College.**

**Braak C y Verdonschot P. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology *Aquatic Sciences*, 57 (3): 255-289.**

**Braby MF y Zwick A. 2015. Taxonomic revision of the *Taractrocera ilia* (Waterhouse) complex (Lepidoptera: Hesperioidea) from north-western Australia and mainland New Guinea based on morphological and molecular data. *Invertebrate systematics*, 29 (5): 487-509.**

**Brown JK y Freitas A. 2002. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *J Insect Conserv*, 6: 217-231.**

**Brown K. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. En: Collins NM y Thomas JA, editores. *The Conservation of Insects and their habitat*. New York: Academic Press. p. 349 - 404.**

**Caballero V. 2009. Diversidad de la Familia Nymphalidae (Lepidoptera) en los remanentes de bosque en los cañones de los ríos Chicamocha, Suarez y Sogamoso (Santander, Colombia). Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Industrial de Santander, Santander, p. 74.**

**Campos L, Gomez J y Gonzalo M. 2011. Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las cienagas del departamento de Córdoba, Colombia. *Entomologia*, 35 (134): 45-60.**

**Carrero D, Sanchez L y Tobar D. 2013. Diversidad y Distribución de Mariposas Diurnas en un Gradiente Altitudinal en la Región Nororiental Andina de Colombia. *Boletín Científico-Centro de Museos-Museos de Historia Natural*, 17 (1): 168-188.**

**Casas-Pinilla L, Mahecha-J J, Dumar-R C y Ríos-Malaver I. 2017. Diversidad de mariposas en un paisaje de Bosque Seco Tropical, en la Mesa de los Santos, Santander,**

- Colombia. (Lepidoptera: Papilionoidea). SHILAP Revista de Lepidopterología, 45: 83-108.
- Clarke KR y Warwick RM. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. Marine Ecology Progress Series, 216: 265-278.
- Colwell R, Chao A, Gotelli N, Shang-Yi L, Chang Xuan M, Robin L C y Jhon T L. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology, 5 (1): 3-21.
- Constantino L. 2000. Zoocría de Lepidópteros Rhopaloceros Rhopalocera en bosques húmedos tropicales del oriente Antioqueño. CORNARE, Bogota, p. 25.
- Chao A, Gotelli NJ, C HT, Elizabeth S, MA KH, Colwell RK y Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. Ecological Monographs, 84 (1): 45-57.
- Chao A y Shen T. 2010. Programa SPADE ( Species prediction and diversity estimation). <http://chao.stat.nthu.edu.tw>, ultima consulta.
- Devries P. 1987. Butterflies of Costa Rica and their natural history (Papilionidae, Pieridae, Nymphalinae) New Jersey: Princeton Univ. Press.
- Devries P. 1997. The Butterflies of Costa Rica, and their Natural History. Riodinidae Princeton: Princeton University Press.
- DeVries PJ, Murray D y Lande R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. Biological Journal of the Linnean Society, 62: 343-364.
- Diaz JM. 2006. Bosque Seco Tropical en Colombia Cali: Banco de Occidente.
- Diaz MA. 2013. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. En: Republica BDL, ed. Montes de Maria: una subregion de economía campesina y empresarial. Cartagena: Centro de estudios economicos regionales (CEER). p. 93.
- Domínguez K, Gonzalez J y Tamara Y. 2011. Composicion y Abundancia de Mariposas Diurnas ( Lepidoptera: Rhopalocera) en la Vegetacion de Ribera del Arroyo el Sereno, Municipio de Coloso, Departamento de Sucre. Facultad de Educacion y Ciencias. Universidad de Sucre, Sincelejo, p. 130.
- Elias M, Gompert Z, Jiggins C y Willmott K. 2008. Mutualistic Interactions Drive Ecological Niche Convergence in a Diverse Butterfly Community. PLoS Biol, 6 (12): 300-308.
- Fagua G. 1996. Comunidad de mariposas y artropodofauna asociada con el suelo de tres tipos de vegetación de la Serranía de Taraira (Vaupés, Colombia). Una prueba del uso de mariposas como bioindicadores. Revista Colombiana de Entomología., 22: 143-151.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 34: 487-515.

Footitt R y Adler P. 2009. *Insect Biodiversity. Science and Society: Blackwell Publishing Ltd.*

Fraija N y Medina G. 2006. Caracterización de la fauna del orden *lepidóptera (rhopalocera)* en cinco diferentes localidades de los llanos orientales colombianos. *Acta Biológica Colombiana*, 11: 55 - 68.

Freitas L, Iserhard C, Santos J, Junia O, Danilo R, Douglas A, Augusto H, Onildo a-F, Gustavo A y Mauricio U-P. 2014. Studies with butterfly bait traps: an overview. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (2): 203-212.

Galvan-Guevara S, Sierra M, Gomez F, De la ossa J y Fajardo-Patiño A. 2009. Biodiversidad en el area de influencia de la estacion primates de Coloso, Sucre, Colombia. *RECIA*, 1 (1): 95-118.

Galván-Guevara S, Sierra MI, Gómez fH, De la Ossa VJ y Fajardo-patiño A. 2009. Biodiversidad en el área de influencia de la estación primates de Colosó, Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana cienc. Anim*, 1 (1).

García-Morales R, Moreno C y Bello-Gutiérrez J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *THERYA*, 2 (3): 205-215.

Garcia - Perez JF. 2008. Diagnostico ambiental del relleno sanitario praderas Magdalena, Girardot ( Cundinamarca) empleando mariposas ( *Lepidoptera: Papilionoidea* y *Hesperoidea*) como indicador de tipo y calidad de hábitat. *Revista Tumbaga*, 3: 92-108.

Garcia - Robledo C, Constantino LM, Heredia MD y Kattan G. 2002. Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia: *Wild Life Conservation Society*.

Gaviria-Ortiz FG y Henao-Bañol ER. 2011. Diversidad de mariposas diurnas (*Hesperioidea-Papilionoidea*) del parque natural regional el vinculo (Buga-Valle del Cauca). *Boletin Cientifico-Centro de Museos-Museos de Historia Natural*, 15 (1): 115-133.

Gentry A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: Bullock SH., Mooney HA y Medina E, editores. *Seasonally Dry Tropical Forests*, vol. 85. Cambridge: Cambridge University Press. p. 146-194.

Hammer Ø, Harper DAT y Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9.

Henao- Bañol E. 2006. Aproximacion a la distribucion de mariposas del departamento de antioquia ( *Papilionidae*, *Pieridae* y *Nymphalidae: lepidoptera*) con Base en Zonas de Vida. *Boletin Cientifico-Centro de Museos-Museos de Historia Natural*, 10: 279-312.

Henao-Bañol E y Andrade-C M. 2013. Registro del género *Megaleas* (*Lepidoptera: Herperiidae: Hesperinae*) para Colombia con descripción de una nueva especie. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 37 (142): 29-35.

- Herazo V, Mendoza H y Mercado-Gomez J. 2017. Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre - Colombia). Ciencia en Desarrollo, 8 (1).**
- Hill M. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54: 427-432.**
- Holdridge LR. 1947. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. Science, 105: 367-368.**
- Huertas B. 2004. Butterfly Diversity in the Serranía of the yariagués: Elevational Distribution, Rapid Assessment Inventories and Conservation in the Colombian Andes (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperoidea). Imperial College. University of London and Natural History Museum, London.**
- IAVH IAVH. 1997. Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana Villa de Leyva: Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH.**
- Janzen D. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest : growth. Ann. Missouri Botanical Garden, 75: 105-116.**
- Jost L. 2006. Entropy and diversity. Oikos, 113: 363-375.**
- Jost L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. Ecology, 88 (10): 2427-2439.**
- Jost L, Chao A y Chazdon RL. 2010a. Estimating species richness. En: McGill MaBJ, ed. Compositional similarity and  $\beta$  (beta) diversity. New York.**
- Jost L, DeVries P, Walla T, Greeney H, Chao A y Ricotta C. 2010b. Partitioning diversity for conservation analyses. Conservation Biogeography, 16: 65-76.**
- Jost L y González-Oreja J. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. Acta zoológica lilloana, 56 ((1-2)): 3-14.**
- Kitahara M, Yumoto M y Kobayashi T. 2008. Relationships of butterfly diversity with nectar plant species richness in and around the Aokigahara primary woodland of Mount Fuji, central Japan. Biodiversity and Conservation, 17: 2713-2734.**
- Krauss J, Steffan-Dewenter I y Tscharrntke T. 2003. How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? Journal of Biogeography, 30: 889-900.**
- Kremen C, Colwell R, Erwin T, Murphy D, Noss R y Sanjayan M. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. . Conservation Biology, 7 (4): 796-808.**
- Lamas G. 2004. Atlas of Neotropical Lepidoptera. En: Heppner J, ed. CheckList: Part 4A Hesperoidea-Papilionoidea, Association for Tropical Lepidoptera, Scientific. p. 479.**

- Le Crom JF, Constantino LM y Salazar JA. 2002. Mariposas de Colombia Tomo 1 Papilionoidae Bogota: CARLEC Ltda.**
- Le Crom JF, Constantino LM y Salazar JA. 2004. Mariposas de Colombia Tomo 2: Pieridae Bogota, Colombia: CARLEC Ltda.**
- Leprieur F, Tedesco P, Hugueny B, Beauchard O, Dürr H y Brosse S. 2011. Partitioning global patterns of freshwater fish beta diversity reveals contrasting signatures of past climate changes. Ecology Letters, 14: 325–334.**
- Maclaurin J y Sterelny K. 2008. What is Biodiversity? Chicago: The University of Chicago Press p. 224.**
- Maes J. 1999. Catalogo de insectos y artropodos terrestres de Nicaragua. 3: 639-657.**
- Master LL. 1991. Assessing treats and setting priorices for conservation. Conservation Biology, 5: 559-563.**
- Mendoza-C. H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. Caldasia, 21 (1): 70-94.**
- Millan C, Chacon P y Giraldo A. 2009. Estudio de la comunidad de Lepidopteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de Caloto ( Cauca, Colombia). Bol.cient.mus.hist.nat., 13 (1): 185-195.**
- Montero F, Moreno M y Gutiérrez C. 2009. Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de Bosque Seco Tropical en el departamento del Atlantico, Colombia. bol.cient.mus.hist.nat. , 13 (2): 157 - 173**
- Moreno-M G y Acuña-Vargas J. 2015. Caracterizacion de Lepidopteros Diurnos en dos sectores del Santuario de Flora y Fauna los Flamencos (San Lorenzo de Camaroenes, la Guajira). bol.cient.mus.hist.nat, 19 (1): 221-234.**
- Moreno C, Barragan F, Pineda E y Pavon N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 1249-1261.**
- Moreno C, Castillo-Campos G y Verdú J. 2009. Taxonomic diversity as complementary information to assess plant species diversity in secondary vegetation and primary tropical deciduous forest. Journal of vegetation Science, 20: 935-943.**
- Munyuli T. 2012. Butterfly Diversity from Farmlands of Central Uganda. Hindawi Publishing Corporation Psyche: 1-23.**
- Murdoch WW, Evans FC y Peterson CH. 1972. Diversity and Pattern in plants and insects. Ecology, 53: 819-829.**
- Murphy PG y Lugo AE. 1986. Ecology of tropical dry forest. Annual Review of Ecology and Systematics, 17: 67-88.**

**Murphy PG y Lugo AE. 1995. Dry forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock SH., Mooney HA y Medina E, editores. Seasonally Dry Tropical Forests, vol. 85. Cambridge: Cambridge University Press. p. 9-34.**

**Olarte–Quiñonez C, Acevedo–Rincón A, Ríos–Málaver V y Carrero–Sarmiento D. 2016. Diversidad de mariposas (Lepidoptera, Papilionoidea) y su relación con el paisaje de alta montaña en los Andes nororientales de Colombia. Arxius de Miscel·lània Zoològica, 14: 233-255.**

**Orozco S, Muriel S y Palacio J. 2009. Diversidad de Lepidopteros diurnos en una área de Bosque Seco Tropical del Occidente antioqueño. Actual Biol, 90 (31): 31 - 41.**

**Ospina- López L, Andrade - C M y Reinoso- Flórez G. 2015. Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima. Rev. Acad. Colomb. Cienc, 39 (153): 455-474.**

**Ospina- López L, García- Pérez J, Villa- Navarro F y Reinoso- Flórez G. 2010. Mariposas Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) de la Cuenca del Río Coello (Tolima), Colombia. Acta Biol. Colomb, 32 (93): 173-188.**

**Palanca A. 1987. Aspectos faunísticos y ecológicos de lepidópteros altoaragoneses. Monografías del Instituto Pirenaico de ecología. Jaca. p. 43.**

**Peña J y Reinoso G. 2016. Mariposas diurnas de tres fragmentos de bosque seco tropical del alto valle del Magdalena. Tolima-Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 28: 57-66.**

**Pereyra L y Moreno C. 2013. Divide y vencerás: revisión de métodos para la partición de la diversidad regional de especies en sus componentes alfa y beta. REvista Chilena de Historia Natural, 86: 231-239.**

**Peterson AT. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. Science, 285 (5431): 1265-1267.**

**Pfeiler E, R LM y Markow TA. 2016. Polyphyly in Urbanus and Astraptus (Hesperiidae: Eudaminae) Assessed Using Mitochondrial DNA Barcodes, with a Reinstated Status Proposed for Achalarus. The Journal of the Lepidopterists' Society, 70 (2): 85-95.**

**Pizano C y Garcia H. 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia Bogota: Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt (IAvH).**

**Prieto C y Dahners HW. 2006. Sección Morfología, Comportamiento, Ecología, Evolución y Sistemática Eumaeini (Lepidoptera: Lycaenidae) del cerro San Antonio: Dinámica de la Riqueza y Comportamiento de " Hilltopping". Revista Colombiana de Entomología, 32 (2): 179-190.**

**Prince- Chacón S, Vargas- Zapata MA, Salazar-E JA y Martínez- Hernández NJ. 2013. Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: lepidoptera) en dos fragmentos de Bosque Seco Tropical en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), 48: 243-252.**

- Prince-Chacon S, Vargas-Zapata M, Salazar-E J y Martinez-Hernandez N. 2011. Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta:Lepidoptera) en dos fragmentos de Bosque Seco Tropical en Corrales de San Luis, Atlantico, Colombia. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 48: 243-252.
- Pyrz T, Prieto C, Vioria A y Andrade-C M. 2013. New species of high elevation cloud forest butterflies of the genus *Pedaliodes* Butler from the northern Colombian Andes (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Zootaxa*, 3716 (4): 528-538.
- Ramirez -Restrepo L, Chacon P y Constantino L. 2007. Diversidad de Mariposas Diurnas (Lepidoptera:Papilionoidea y Hesperoidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (1): 54-63.
- Ramírez -Restrepo L y Halffter G. 2013. Butterfly diversity in a regional urbanization mosaic in two Mexican cities. *Landscape and Urban Planning*, 115: 39-48.
- Robinson WH. 1996. Insects and mite pests in the human environment. Urban entomology. Gran Bretaña: Chapman & Hall. p. 430.
- Sarmiento G. 1975. The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. *Journal of Biogeography*, 2 (4): 233-251.
- Scott J. 1986. The Butterflies of North America: A Natural History and Field Guide Stanford: Stanford University Press. p. 584.
- Tavera S. 2000. Efecto de borde en la estructura y composición de mariposas (Lepidoptera:Papilionoidea) de Bosque Andino en el sector occidental de la sabana de Bogotá. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Tobar D y Ibrahim M. 2010. ¿Las veredas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios? *Rev.Biol.Tro*, 58 (1): 447-463.
- Tobar D, Ibrahim M y Casasola F. 2006. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 45.
- Tobar D, Orlando J y Gonzalo M. 2002. Diversidad de Mariposas (Lepidoptera:Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia). Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. *Caldasia*, 24 (2): 393-409.
- Torres G. 2010. Diversidad de las Mariposas (Lepidoptera: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Hesperidae) del Enclave del Bosque Seco conformado por los Cañones de los ríos Chicamocha, Suárez y Sogamoso, Santander, Colombia. Facultad de Ciencias. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, p. 66.
- Valencia C, Gil Z y Constantino LM. 2005. Mariposas diurnas de la zona central cafetera de Colombia. Chinchiná (Colombia): Cenicafé. p. 244.
- van der Hammen T. 1974. The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1 (1): 3-26.

**Vargas- Zapata MA, Boom–Urueta C, Seña-Ramos L, Echeverry-Iglesias AL y Martínez- Hernández NJ. 2015. Composicion Vegetal, Preferencias Alimenticias y Abundancia de Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en un Fragmento de Bosque Seco Tropical en el Departamento del Atlantico, Colombia. Acta Biologica Colombiana, 20 (3): 79-92.**

**Vargas-Zapata M, Boom-Urueta C, Seña-Ramos L, Echeverry-Iglesias A y Martinez Hernandez N. 2015. Composicion vegetal, preferencias alimenticias y abundancia de Biblidinae (Lepidoptera:Nymphalidae) en un fragmento de Bosque Seco Tropical en el departamento del Atlantico, Colombia. Acta Biologica Colombiana, 20 (3): 79-92.**

**Vargas Zapata MA, Martinez Hernandez NJ, Gutierrez Moreno LC, Prince Chacon S, Herrera Colon V y Torres Períñan LF. 2011. Riqueza y Abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea(Lepidoptera) en la Reserva Natural las Delicias, Santa Marta Magdalena, Colombia. Acta Biol. Colomb, 16 (1).**

**Velasquez-Puentes F y Bacon C. 2016. Una introducción a la estructura filogenética de comunidades: Un caso de estudio en palmas de Bolivia. Ecología en Bolivia, 51 (2): 126-140.**

**Verbel C. 2008. Plan de desarrollo 2008- 2011 “COMPROMISOS SON HECHOS” Colosó. p. 170.**

**Warren AD, Davis KJ, Stangeland EM, Pelham J, P, Willmott KR y Grishin NV. 2013. Butterflies of America.**

**Warwick RM y Clarke KR. 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Mar Ecol Prog Ser, 129: 301-305.**

**Warwick RM y Clarke KR. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. Journal of Applied Ecology, 35: 532-543.**

**Webb CO, Ackerly DD, McPeck MA y Donoghue MJ. 2002. Phylogenies and community ecology. Annual Review of Ecology & Systematics, 33: 475-505.**

**Whittaker R, Willis K y Field R. 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. Journal of Biogeography 28: 453-470.**



## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1.** Listado de mariposas diurnas Papilionoidea asociadas a tres tipos de cobertura (bosque, potrero y cultivo) en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza.

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie	Bosque	Cultivo	Potrero
Nymphalidae	Apaturinae	Biblidini	<i>Doxocopa pavon theodora</i> (Lucas,1857)	1	0	1
		Biblidinae	Ageroniini	<i>Ectima erycinoides</i> (C.Felder & R. Felder1867)	1	0
	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, [1823])			56	4	21
	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)			12	8	35
	Biblidini		<i>Biblis hyperia</i> (Cramer,1779)	0	2	11
			<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius,1776)	0	5	60
	Callicorini		<i>Callicore pitheas</i> (Latreille,1813)	3	0	0
	Catonephelini	<i>Eunica tatila</i> (Herrich-Schäffer, 1855)	1	0	0	
		<i>Myscelia leucocyana</i> (C.Felder & R. Felder1861)	27	0	0	
		Epiphelini	<i>Nica flavilla</i> (Godart,1824)	18	0	0
	<i>Pyrrhogyra neaerea</i> (Menetries,1855)		1	0	0	
	<i>Temenis laothoe</i> (Cramer,1777)		1	0	6	
	Charaxinae	Anaeini	<i>Consul fabius</i> (A.Butler,1874)	2	0	0
			<i>Fountainea halice</i> (Godart,1824)	1	1	0
			<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	4	1	3
			<i>Memphis arginussa</i> (Geyer,1832)	2	0	0
			<i>Siderone galanthis</i> (Cramer,1775)	6	0	1
			<i>Zaretis ellops</i> (Menetries,1855)	16	0	0
		Preponini	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus,1758)	6	0	0
	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Linnaeus,1758)	1	0	0		
	<i>Prepona laertes</i> (Hubner,1811)	2	0	1		
	Cyrestinae	Cyrestini	<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius,1775)	0	1	1
	Danainae	Danaini	<i>Danaus eresimus</i> (Cramer,1777)	0	2	13
			<i>Danaus gilippus</i> (Cramer,1775)	0	2	5
			<i>Lycorea halia</i> (Hübner,1816)	1	0	1
	Heliconiinae	Argynnini	<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer,1779)	0	2	6
		Heliconiini	<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus,1758)	0	4	9
<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus,1758)			0	1	6	
<i>Dryas iulia</i> (Fabricius,1775)			1	0	1	
<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus,1758)			9	0	2	
<i>Heliconius ethilla</i> (Godart,1819)			2	0	0	
Libytheinae	Stalachtini	<i>Libytheana carinenta</i> (Cramer,1777)	2	0	0	
Limenitidinae	Limenitidini	<i>Adelpha fessonia ernestoi</i> (Willmott,2003)	2	0	0	
		<i>Adelpha iphicleola</i> (H. Bates,1864)	5	0	0	
	Coeini	<i>Historis odius</i> (Fabricius,1775)	0	1	4	
	Junonini	<i>Junonia evarete</i> (Cramer,1779)	0	13	111	
		<i>Junonia genoveva</i> (Cramer, 1780)	0	0	8	
	Melitaeini	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer,1837)	1	0	2	

			<i>Chlosyne poecile</i> (C.Felder & R. Felder1867)	3	0	1	
			<i>Janatella leucodesma</i> (C.Felder & R. Felder1861)	6	0	0	
			<i>Microtia elva</i> (H.Bates,1864)	0	0	1	
	Nymphalinae	Nymphidiini	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus,1758)	1	0	0	
			<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius,1781)	1	0	0	
		Victorinini	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus,1758)	0	2	2	
	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus,1763)		0	0	5		
	<i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus,1758)		2	0	0		
	Satyrinae	Brassolini	<i>Caligo brasiliensis morpheus</i> (Stichel,1903)	1	0	0	
		Satyrini	<i>Cissia themis</i> (A. Butler,1867)	4	1	3	
			<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius,1775)	1	0	0	
			<i>Taygetis laches</i> (Fabricius,1793)	1	0	0	
		Morphini	<i>Morpho helenor</i> (Kollar,1850)	33	0	0	
			<i>Anteos maerula</i> (Fabricius,1775)	0	0	1	
			<i>Eurema agave</i> (Godart,1819)	0	1	0	
			<i>Eurema arbela</i> (Geyer,1832)	2	1	5	
			<i>Eurema दौरa</i> (Godart,1819)	4	29	33	
			<i>Eurema elathea</i> (Cramer,1777)	0	0	3	
			<i>Phoebis agarithe</i> (Boisduval,1836)	0	1	2	
			<i>Phoebis argante</i> (Fabricius,1775)	1	2	6	
			<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus1758)	0	9	30	
			<i>Pyrisitia dina</i> (Poey,1832)	2	0	0	
			<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval,1836)	6	0	0	
Pieridae							
	Coliadinae						
	Pierinae	Pierini	<i>Ascia monuste</i> (Linnaeus,1764)	10	6	30	
			<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)	3	0	0	
			<i>Itaballia demophile calydonia</i> (Boisduval, 1836)	11	0	1	
			<i>Itaballia pandosia</i> (Hewitson,1853)	2	0	0	
Riodinidae							
	Riodininae	Nymphidiini	<i>Aricoris erostratus</i> (Westwood,1851)	0	2	4	
			<i>Juditha sp</i> (Hemming,1964)	0	0	1	
		Riodinini	<i>Detritivora hermodora</i> (C. Felder & R. Felder1861)	4	0	1	
	<i>Melanis electron</i> (Fabricius,1793)		2	0	0		
		Mesosemiini	<i>Mesosemia carissima</i> (H.Bates,1866)	1	0	0	
Papilionidae							
	Papilioninae		<i>Heraclides thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	0	0	1	
			Troidini	<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus,1758)	1	6	15
				<i>Parides anchises serapis</i> (Boisduval,1836)	10	1	10
				<i>Parides eurimedes mycale</i> (Godman & Salvin,1890)	1	0	0
				<i>Parides iphidamas</i> (Fabricius, 1793)	2	0	9
	Leptocircini	<i>Neographium anaõilau</i> (C. Felder & R. Felder1865)	2	0	0		
Lycaenidae							
	Theclinae	Eumaeini	<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus,1758)	0	0	1	
			<i>Strymon sp</i> (Cramer,1775)	0	0	1	
			<i>Thereus cithonius</i> (Godart,1824)	0	0	1	
	Polyommatainae	Theclini	<i>Leptotes cassius</i> (Cramer,1775)	0	2	4	

