

2013

DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS Y ESPECIES CON POTENCIAL PRODUCTIVO EN UN PAISAJE FRAGMENTADO, RESERVA NÁMAKU, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA



MARJORIE MOLINA LUBO

**UNIVERSIDAD DEL
MAGDALENA**

DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) Y
ESPECIES CON POTENCIAL PRODUCTIVO, EN UN PAISAJE FRAGMENTADO,
RESERVA NÁMAKU, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

Autora

MARJORIE MOLINA LUBO

Trabajo de Grado para optar por el título de Bióloga

Director

JOSE F. GONZALEZ-MAYA PhD(c)

Asesor

DIEGO ZARRATE-CHARRY Esp.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
PROGRAMA DE BIOLOGIA
SANTA MARTA, 2013

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santa Marta, 2013

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con la ayuda de muchas personas que ofrecieron su amistad, tiempo, o conocimientos, a quienes quiero agradecerles profundamente por haberme apoyado en este proceso que ha sido un reto tanto profesional como personal muy importante.

A Jose Gonzales y Diego Zarrate, quienes dirigieron este trabajo, gracias por su paciencia, apoyo y seguimiento especialmente en el proceso de redacción.

Quiero agradecer también al profesor Giovanny Fagua, quien me asesoro y ofreció las herramientas necesarias para la determinación taxonómica de las mariposas. Fue una experiencia muy buena el haber estado en el grupo de sus alumnos, gracias a todos por su amabilidad, confianza y buena disposición.

Le agradezco a los que en determinado momento estuvieron acompañándome en campo, a Alvarito, Alfonso, Nora, Diego y Jose.

Eliána, Ángela y Miladis, gracias por su ánimo y amistad.

Gracias a mis padres por haberme apoyado en todas las formas posibles.

CONTENIDO

| | Pagina |
|--|--------|
| 1. PRESENTACIÓN..... | 1 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 3. ANTECEDENTES..... | 6 |
| 4. MARCO TEORICO CONCEPTUAL..... | 9 |
| 5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN..... | 16 |
| 6. OBJETIVOS..... | 17 |
| 7. DISEÑO METODOLÓGICO..... | 18 |
| 7.1 ÁREA DE ESTUDIO..... | 18 |
| 7.2 . RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN..... | 20 |
| 8. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS..... | 22 |
| 9. RESULTADOS..... | 26 |
| 9.1 CARACTERIZACIÓN DE MARIPOSAS DIURNAS EN BOSQUE CONSERVADO Y AREA ABIERTA..... | 26 |
| 9.1.1 Riqueza y Abundancia..... | 26 |
| 9.1.2 Composición..... | 28 |
| 9.1.3 Índices de Diversidad..... | 31 |
| 9.1.4 Esfuerzo de Muestreo..... | 32 |
| 9.2 CARACTERIZACIÓN EN LOS ESTRATOS VERTICALES EN LA RESERVA Y BORDE..... | 34 |
| 9.2.1 Riqueza y Abundancia..... | 34 |
| 9.2.2 Composición..... | 37 |
| 9.2.3 Esfuerzo de Muestreo..... | 41 |
| 9.3 ESPECIES CON POTENCIAL PRODUCTIVO..... | 43 |
| 10. DISCUSIÓN..... | 46 |
| 10.1 GENERAL..... | 46 |

| | | |
|------|--|----|
| 10.2 | RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD..... | 48 |
| 10.3 | COMPOSICIÓN DE ESPECIES..... | 51 |
| 10.4 | POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.. | 52 |
| 11. | CONCLUSIONES..... | 55 |
| 12. | BIBLIOGRAFÍA..... | 57 |
| 13. | ANEXOS..... | 64 |
| 13.1 | LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS EN BORDE DE BOSQUE, BOSQUE CONSERVADO Y AREA ABIERTA..... | 64 |
| 13.2 | FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES CON POTENCIAL PRODUCTIVO..... | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Etapas del ciclo de vida de <i>Anartia jathrophae</i> | 10 |
| Figura 2 Fotografía de las zonas de muestreo, camino en la finca las mercedes,, borde de bosque donde , interior del bosque en la reserva Námaku | 21 |
| Figura 3. Distribución de abundancias por especie en la finca Las Mercedes y en la reserva Námaku..... | 27 |
| Figura 4. Porcentajes de riqueza y abundancia por familia, porcentaje de abundancias por subfamilia en el área abierta..... | 28 |
| Figura 5. Porcentajes abundancia por familia, riqueza por familia, porcentaje de abundancias por subfamilia en el bosque de la reserva Námaku SNSM..... | 29 |
| Figura 6. Especies dominantes en el área abierta de la finca las mercedes SNSM..... | 30 |
| Figura 7. Especies dominantes en el bosque de la reserva Námaku SNSM..... | 30 |
| Figura 8. Dendrograma de similitud entre el área abierta (finca) y bosque de la reserva Námaku según el índice de Bray-Curtis..... | 31 |
| Figura 9. Variación mensual y promedio general, del índice de Shannon y Simpson para las mariposas diurnas en el área abierta y bosque de la reserva Námaku SNSM..... | 32 |
| Figura 10. Curva de acumulación de especies en el área abierta y bosque utilizando los estimadores Jackknife 1 y Chao1..... | 33 |
| Figura 11. Comparacion de la riqueza mediante rarefaccion para el ensamblaje de mariposas frugivoras en las coberturas borde y bosque..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Figura 12. Variación de la diversidad de Shannon, entre las coberturas vegetales Bosque - Borde, y sus estratos verticales Sotobosque - Dosel..... | 36 |
| Figura 13. Variación del índice de diversidad de Simpson, en las coberturas vegetales Bosque-Borde, y entre sus estratos verticales Dosel-Sotobosque..... | 36 |
| Figura 14. Riqueza general de mariposas frugívoras por subfamilia..... | 37 |
| Figura 15. Comparación de la abundancia por subfamilia en la zona de borde en la finca las mercedes, y en el bosque de la reserva Námaku SNSM..... | 38 |
| Figura 16. Dendrograma de similitud según el índice de Sorensen, entre los ensamblajes de mariposas frugívoras en dosel y sotobosque de las zonas de Borde y bosque en la reserva Námaku SNSM | 40 |
| Figura 17. Curva de acumulación de especies para el muestreo completo de mariposas frugívoras utilizando los estimadores Chao 1, Jacknife 1 y Jacknife 2..... | 41 |
| Figura 18. Curva de acumulación para las mariposas frugívoras registradas en 14 trampas revisadas durante 48 horas en los estratos verticales de la zona de Borde, según el estimador Jacknife 2 | 42 |
| Figura 19. Curva de acumulación para las mariposas frugívoras registradas en 14 trampas revisadas durante 48 horas en los estratos verticales del Bosque, según el estimador Jacknife 2..... | 42 |

LISTA DE TABLAS

Pagina

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Procedimiento empleado para el muestreo en la reserva Námaku y finca las Mercedes SNSM..... | 22 |
| Tabla 2. Riqueza de especies por muestreo en bosque conservado y área abierta en la reserva Námaku y finca las Mercedes SNSM..... | 27 |
| Tabla 3. Abundancia absoluta por muestreo en el bosque y área abierta en las reserva Námaku y finca las Mercedes SNSM..... | 27 |
| Tabla 4. Riqueza de mariposas frugívoras por cobertura y estrato vertical..... | 35 |
| Tabla 5. Abundancia de mariposas frugívoras por cobertura en cada estrato vertical..... | 35 |
| Tabla 6. Especies representativas de los estratos verticales dosel y sotobosque con sus respectivas abundancias en la zona de borde y bosque, en la finca las Mercedes y reserva Námaku SNSM..... | 39 |
| Tabla 7. Especies con potencial productivo..... | 44 |

RESUMEN

Se realizó una caracterización del ensamblaje de mariposas diurnas en un fragmento de bosque secundario, borde de bosque y área abierta en la Reserva Námaku y finca las mercedes, ubicadas en el sector noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. Los atributos examinados fueron, la diversidad, riqueza, abundancia, composición, y potencial de las especies para su cría sostenible y comercialización. Un total de 71 especies, 55 géneros y 16 subfamilias de Papilionoidea fueron registrados. La riqueza y diversidad en el bosque fue baja en comparación al borde y área abierta que presentaron mayor heterogeneidad ambiental y disponibilidad de microhabitats. La composición de especies reflejó los cambios en el grado de intervención de cada sitio; con especies propias de ambientes húmedos en el bosque, como, *Pseudoscada timna*, *Hypoleria lavinia*, *Morpho helenor* y *Mechanitis polymnia*. En el borde predominaron *Pareuptychia ocirrhoe*, *Hermeuptychia hermes*, *Cissia terrestris*, e *Historis odius*, y en la zona abierta hubieron especies indicadoras de áreas degradadas, siendo más abundantes *Eurema albula*, *E. elathea*, *Anartia amathea*, *Janatella leucodesma* y *Hermeuptychia hermes*. Un total de 25 especies son utilizadas en actividades de zocria y venta de mariposas, representando un potencial para enfocar esta actividad hacia el ecoturismo de la Sierra Nevada o en la liberación de mariposas en eventos sociales.

PRESENTACIÓN

Lepidóptera es un orden hiperdiverso que cuenta con aproximadamente 180.000 especies descritas, sus grupos más conocidos son las súperfamilias Papilionoidea y Hesperioidea designadas en conjunto como mariposas diurnas (Lamas, 2008). En Colombia hay cerca de 3272 especies (Andrade et al., 2007) y para la Sierra Nevada de Santa Marta se han registrado 500, siendo el 10% endémicas (Adams, 1973; Takahashi y Tsuchi 1969). Estos organismos son importantes en el ecosistema al ser polinizadores y ejercer presión selectiva sobre las plantas mediante la herbivoría; dado que son relativamente bien conocidas, se han utilizado como bioindicadoras de la calidad del hábitat (Raguso y Llorente, 1997)

Algunas especies presentan adaptaciones a plantas que utilizan como alimento y hospedero, y a condiciones ambientales específicas, que las hacen vulnerables ante alteraciones del hábitat, sean estas de origen natural o antrópico (Brown, 1997). Después de un disturbio las comunidades de mariposas responden cambiando su composición, diversidad y abundancia (Brown, 1997). El análisis de estos atributos es de interés científico porque permite evaluar de forma indirecta el estado de conservación de un ecosistema, conocer su capacidad para mantener las especies nativas (Andrade, 1998; Horner-Devine et al., 2003), y determinar que sitios en un paisaje son más importantes para la conservación (Hernández et al., 2003).

Para la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) se tiene poca información sobre los cambios en las comunidades de mariposas, ocasionados por la fragmentación y expansión de la frontera agrícola, existiendo únicamente el trabajo de Vargas et al., (2011) sobre la composición y diversidad de especies, en dos sitios de bosque seco con distinto porcentaje de cobertura natural remanente.

Por otra parte, algunas especies de mariposas tienen importancia económica, siendo criadas y comercializadas para la elaboración de artesanías, exhibiciones en eventos sociales, ecoturismo, coleccionismo y educación ambiental; y se encuentran dentro de los productos forestales no maderables que pueden ser aprovechados de forma sostenible como una estrategia para apoyar la conservación del bosque y mejorar las condiciones económicas en las comunidades rurales (Pro-Export e IAvH, 2003)

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el ensamblaje de mariposas diurnas de acuerdo a su riqueza, diversidad y composición, en tres coberturas vegetales con distinto nivel de intervención: Bosque conservado, borde de bosque área agrícola. y evaluar el potencial productivo de especies nativas en la reserva Námaku, Sierra Nevada de Santa Marta.

El documento muestra una comparación entre el gremio de mariposas diurnas frugívoras del bosque conservado y borde de bosque. Y una comparación del grupo completo de mariposas diurnas, entre bosque conservado y área agrícola, por último muestra la información taxonómica y ecológica de las especies seleccionadas como potencialmente útiles para la zoo-cría.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Sierra Nevada de Santa Marta es un macizo montañoso de alta importancia para la conservación en el caribe colombiano; el cual contiene formaciones desérticas, xerofíticas, bosque seco, húmedo, selvas andinas, paramo, nieve (UAESPNN, 2005), y una densidad de especies más alta que otros sistemas montañosos de Colombia (Kattan et al., 2004). También garantiza el funcionamiento de actividades agropecuarias, mineras y turísticas realizadas en su zona de influencia (UAESPNN, 2005).

Una de las presiones más importantes que enfrentan los ecosistemas en la Sierra Nevada de Santa Marta, es la continua pérdida de hábitat a causa de la transformación del bosque en parcelas de cultivo y pasturas (UAESPNN, 2005; Vilorio, 2005). Aproximadamente 60.000 indígenas y 170.000 campesinos, subsisten a partir de actividades del sector agropecuario, muchas veces los sistemas de producción implementados (cultivos limpios, pastoreo excesivo) generan una rentabilidad baja, obligando a las personas a talar y quemar más bosque para ampliar el área de productiva, y a cazar animales silvestres para obtener el sustento diario (Rojas et al., 2002)

Este proceso ha generado la transformación de un 38% de los bosques en tierras agropecuarias, quedando 31% de la vegetación boscosa en toda la Sierra Nevada (Viloria, 2005). Para el sector perteneciente a la cuenca del río Gaira, donde se localiza la zona de estudio, el paisaje está fragmentado y queda menos del 60% de cobertura boscosa (Gutiérrez, 2009).

La transformación del hábitat representa una amenaza para las especies que no pueden adaptarse a nuevas condiciones ambientales, algunas poblaciones

colapsan al quedar aisladas en los fragmentos de bosque; sin embargo, no todos los taxones responden de la misma forma, existiendo especies que se benefician de ambientes intervenidos. (Harvey et al., 2007). La única referencia respecto al estado de conservación de mariposas en la Sierra Nevada de Santa Marta (Constantino, 2007) indica que la fragmentación de hábitat es una amenaza importante para especies endémicas y de distribución restringida.

Dadas las consecuencias negativas asociadas a actividades antrópicas, se ha impulsado el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, como estrategia para conservar la biodiversidad y al mismo tiempo generar bienestar social (Gómez y Tabares, 2007; UAESPNN, 2005). En este sentido, la cría y venta de mariposas es una opción que permite obtener ingresos económicos a las familias campesinas, sin recurrir a la tala, quema o actividades degradantes (Brickenhoff, 1999)

Considerando lo expuesto anteriormente; la fundación Pro-CAT propuso realizar una caracterización de mariposas diurnas en la reserva Námaku, ubicada en el sector noroccidental de la Sierra a 700msnm. Con el fin de conocer como varía la composición, diversidad y riqueza del ensamblaje en las coberturas vegetales que conforman el paisaje fragmentado de la reserva e identificar especies que representen una buena opción de aprovechamiento económico.

Esta investigación fue necesaria porque la información disponible sobre lepidópteros en la SNSM es escasa, e inexistente para el sector de estudio; los nuevos datos generados en este proyecto pueden ser útiles en la interpretación de resultados de futuros monitoreos ambientales que se realicen en la sierra, ya que las mariposas también son buenas indicadores de la calidad del hábitat (Andrade, 1998). Las preguntas que se busca responder son ¿Cómo cambian los

ensamblajes de mariposas diurnas y mariposas frugívoras entre unidades de paisaje con diferente estado de intervención? y ¿Cuáles especies tienen importancia económica en el sector de la zootecnia y qué requerimientos ecológicos tienen?

2. ANTECEDENTES

Entre las caracterizaciones de mariposas realizadas en Colombia, para unidades de paisaje comunes en zonas rurales se encuentra, la de Tobar et al., (2002) con una descripción de los atributos comunitarios de mariposas diurnas en la cuenca del río Roble -Quindío; los resultados mostraron que la composición entre pastizales y fragmentos mayores a 10 ha fue diferente, pero en fragmentos menores a 5 ha las especies de áreas abiertas lograban entrar al interior del bosque y por lo tanto su composición fue similar a la de pastizales. No se encontró correlación entre la riqueza y abundancia con el tamaño del fragmento.

Arango et al., (2007) muestran una comparación entre pastizales y relictos boscosos de bosque húmedo pre-montano, registrando 79 especies con una diferencia notable en su composición por hábitat, mientras que la riqueza varío poco. Por su parte, Prieto y Constantino (1996) describieron el ensamblaje de lepidópteros en cuatro tipos de vegetación: bosque primario, secundario, borde de bosque y carretera, utilizando trampas cebadas con fruta y censos visuales; se observaron más especies en la carretera, y las áreas boscosas presentaron una riqueza similar variando entre 15 a 19 especies.

Millán et al., (2009) estudiaron mariposas diurnas en cinco biotopos de un paisaje fuertemente intervenido en el Cauca; realizando recorridos de 100m y trampeo con fruta fermentada. Según los resultados, las cercas vivas a borde de carretera presentaron el doble de riqueza y diversidad de Shannon en comparación con los otros sitios. El análisis de la composición mostro un mayor número de especies exclusivas en las cercas vivas todas ellas típicas de hábitats perturbados, en el bosque ripario y policultivo de café hubo una especie con altos requerimientos de hábitat e itominos asociados a ambientes húmedos; los autores concluyeron que a pesar de la intervención del paisaje el hecho de albergar 90 especies justificaba su

conservación. En el departamento del atlántico Montero et al., (2009) describieron la comunidad de mariposas en cinco fragmentos de Bosque Seco Tropical registrando 129 especies, e Hincapié (2001) realizó un inventario de Papilionoidea y Hesperioidea en las zonas verdes de Santa Marta registrando 51 especies.

En la Sierra Nevada de Santa Marta las investigaciones más completas sobre el orden Lepidóptera fueron realizadas por Takahashi y Tsuchi (1969) reportando 500 especies, sin embargo, las listas con los nombres se publicaron por partes y hasta el momento es difícil acceder a esta información. Adams (1973) registró 484 especies y se estimó que la fauna real de mariposas en la Sierra Nevada podría alcanzar las 600, su trabajo muestra una evaluación sobre la distribución espacial de las mariposas, en los lados: norte, occidental y oriental, desde el nivel del mar hasta la zona de paramo a 4000msnm para un total de 8 zonas; Según los resultados, la fauna de mariposas en la S.N.S.M. tiene valores de complementariedad muy altos incluso entre sitios cercanos.

Erazo y Gonzales (2008) publicaron un catálogo con ilustraciones para 180 especies de mariposas diurnas en el santuario de flora y fauna Los Besotes ubicado entre los valles del río Cesar y Ranchería. Por último Vargas et al., (2011) muestran un análisis de diversidad, e inventario con 66 especies del bosque seco tropical en la reserva las Delicias, ubicada en el sector noroccidental de la sierra entre 200m y 450 msnm.

La posibilidad que presentan las mariposas para su aprovechamiento económico en la Sierra Nevada es otro aspecto que requiere de investigación. La zoo cría de mariposas en Colombia se ha desarrollado principalmente en Valle del Cauca, Quindío y Antioquia, donde aproximadamente 15 microempresas ofrecen mariposas vivas y disecadas. Martínez (2005) menciona que las productoras y

comercializadoras más importantes son: Alas de Colombia LTDA, Metamorfosis, Inplanco LTDA, Mariposas de Colombia y Mariposas La Farfalla. También destacan los mariposarios del Jardín Botánico del Quindío, Zoológico de Cali y Parque Zoológico Santa Fe, recibiendo casi 700.000 personas por año (Constantino, 2006).

Existen varias publicaciones con información básica sobre la zocria de mariposas, como los artículos de Brickenhoff (1999) y Constantino (2006) ; descripciones de mercado presentadas por Díaz y Ávila (2002), Martínez (2005) y Pro-Export e IAvH (2003); guías con procedimientos de cría y construcción de zoocriaderos por la Fundación Sirua (2006), Mulanovich (2007) y Montero (2007), además en la web existen sitios con información relevante sobre ciclos de vida, requerimientos ecológicos, compra y venta de especies.

3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Taxonomía. Las mariposas diurnas son un grupo conformado por integrantes de dos súperfamilias del orden Lepidóptera: Papilionoidea y Hesperioidea, de las cuales hacen parte 7927 especies en el Neotrópico y 3274 (41%) pueden encontrarse en Colombia siendo el segundo país con mayor cantidad de especies de mariposas. Actualmente se reconocen seis familias dentro de mariposas diurnas: HesperIIDae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, LyCenidae y Riodinidae (Lamas, 2008).

Para los estudios de diversidad es importante definir la unidad natural sobre la que se realizan las comparaciones, en el presente estudio se utilizó el termino ensamblaje propuesto por Fauth et al., (1996) como, miembros de una comunidad filogenéticamente relacionados (Magurran, 2004)

Ecología de las mariposas. En los lepidópteros se da la metamorfosis completa pasando por cuatro fases en su ciclo de vida (Figura 1); inicialmente la hembra coloca huevos fertilizados sobre una planta adecuada para su alimentación durante la fase de larva, que tiene una duración aproximada de tres a cuatro semanas, en esta fase el individuo acumula biomasa y crece cambiando la cutícula por lo general cinco veces; simultáneamente a la última muda inicia la etapa de crisálida o pupa, un estadio inmóvil donde los tejidos de la oruga se transforman en las estructuras corporales del adulto; finalmente cuando el adulto emerge presenta alas, tres pares de patas, una proboscis y es maduro sexualmente (Montero, 2007).

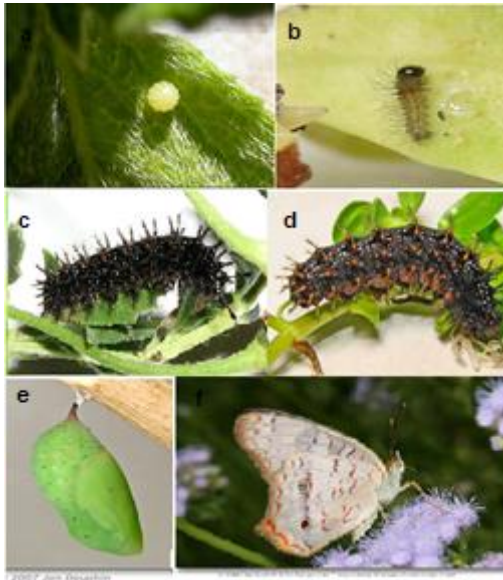


Figura 1. Etapas del ciclo de vida de *Anartia jatrophae*. a) Huevo día 1, b-d) Larvas desde el día 5 hasta el día 19, e) Pupa día 26, f) Adulto día 27. Tomado de http://butterfliesofamerica.com/L/t/Anartia_jatrophae_a.htm

En el estado de larva existen tres categorías de alimentación de acuerdo al nivel de selectividad el recurso: Orugas monófagas que comen solo una especie de planta, oligófagas que se alimentan de un grupo de plantas enmarcadas en un género o familia por ejemplo *ithominae* en *solanaceae* y las orugas polífagas aprovechan una gama amplia de plantas pertenecientes a dos o más familias (Andrade, 1998). La preferencia de las larvas hacia una grupo de plantas está determinada por el contenido de metabolitos secundarios, y adicionalmente las características estructurales de la vegetación pueden limitar la aceptabilidad del alimento, por ejemplo algunas larvas comen brotes pero no hojas duras de la misma planta, viéndose obligadas a moverse hacia plantas cercanas en caso de no encontrar las condiciones apropiadas (Ehrlich y Raven, 1964).

En el estado adulto existen dos gremios alimenticios: Las Nectarívoras y las que se alimentan de jugos de frutos en descomposición (Frugívoras), este gremio comprende a las subfamilias de Nymphalidae: *Charaxinae*, *Morphinae*, *Brassolinae*, *Amathusinae*, *Satyrinae* y algunos géneros de *Nymphalinae*; en un bosque tropical ellas pueden abarcar entre el 40 – 50% de la riqueza total de Nymphalidae (Devries y Walla, 2001). Horner et al., (2003) señalan que al realizar estudios de diversidad, las mariposas frugívoras pueden emplearse como sustituto del grupo completo de las mariposas diurnas, ya que existe una correlación entre la riqueza de ambos grupos, y sus patrones de cambio en la composición de especies son similares. Las mariposas frugívoras se han utilizado para evaluar los efectos de diferentes clases de disturbio como tala selectiva Ribeiro y Freitas (2012), y Fragmentación Horner et al., (2003); Tobar (2004); Uehara-Prado et al., (2007); Veddeler et al., (2005)

Respuestas de las mariposas ante la fragmentación e intervención del hábitat. La fragmentación es la división de áreas extensas de vegetación en segmentos más pequeños, separados entre sí, por sistemas de cultivo, pasturas y otros usos de la tierra; el proceso tiene tres componentes reconocibles: pérdida general de hábitat, reducción o degradación del hábitat que persiste después de la división inicial, y aumento del aislamiento entre los parches de bosque; son especialmente notables los cambios en las condiciones microclimáticas y concentración de nutrientes que se dan en la proporción de hábitat ubicado en el perímetro o borde del fragmento (Bennet, 1998). Las consecuencias ecológicas de la fragmentación sobre la biodiversidad incluyen una pérdida gradual de especies, cambio en la composición de comunidades animales y vegetales (sucesión de vegetación), aumento de la competencia e interrupción de la dispersión de semillas y polinización de plantas a través del paisaje. (Bennet, 1998)

Algunas especies de mariposas presentan adaptaciones a factores climáticos y plantas alimenticias, que las hacen vulnerables ante modificaciones en la estructura, composición o productividad del bosque; prácticas como la tala selectiva, agricultura tradicional o agroforestal, introducción de vegetación no nativa y fragmentación de bosques, desencadenan respuestas específicas en una comunidad de mariposas, entre las que se ha observado pérdida de especies y aparición de elementos sinantrópicos (Brown, 1997).

Muchas especies tienen un rango estrecho de tolerancia a factores abióticos, permitiendo relacionar su presencia con determinados hábitat o microhabitats (Andrade, 1998). Por ejemplo, si después de un disturbio se observan cambios en la abundancia de especies, estos reflejan un aumento o disminución de hábitat, recurso alimenticio o depredadores (Brown, 1997). Existen otras características que facilitan el uso de mariposas como bioindicadores: Ciclo de vida corto, baja resiliencia, taxonomía bien conocida, y están ampliamente distribuidas permitiendo hacer comparaciones entre sitios, estaciones, hábitats y regímenes de uso humanos (Andrade, 1998; Brown, 1997)

Después de la fragmentación se ha observado que las especies adaptadas a las condiciones climáticas del bosque, son reemplazadas por especies comunes en áreas abiertas y zonas de borde (Andrade, 1998). Generalmente las especies afectadas presentan un rango de distribución estrecho, mientras que las especies con distribución amplia aprovechan mejor los ambientes modificados por el hombre, como resultado los paisajes fragmentados llegan a ser dominados por especies de amplia distribución (Wood, 1999)

Los cambios en la composición, también pueden ocurrir a causa de un cambio en la distribución de las especies en los estratos verticales del bosque; originalmente

algunas especies se encuentran distribuidas exclusivamente en el dosel o en el sotobosque con diferentes abundancias (DeVries y Walla, 2001). Las perturbaciones fuertes interrumpen la estratificación vertical, y los individuos del dosel descienden junto a los del sotobosque (Fermon et al., 2003) (Horner et al., 2003), incluso algunas especies restringidas al sotobosque, pueden desaparecer (Brown, 1997)

Los efectos de la fragmentación sobre la diversidad son variados y los estudios que han abordado el tema muestran resultados contradictorios. Por ejemplo, Veddeller et al., (2005) encontraron que una extensión continua de bosque primario presentaba mejores condiciones ambientales para sostener una mayor diversidad de mariposas en comparación a 24 parches de bosque secundario con áreas pequeñas. Beck y Schulze (2000) registraron disminución en la riqueza y diversidad relacionada con el grado de intervención, siendo alta en un bosque primario y baja en tierras de cultivo. Tobar (2004) registro una diversidad más alta en fragmentos de bosque que en pasturas y cercas vivas, y Fermon et al. (2003) encontró que un bosque manejado con tala selectiva era poco diverso en comparación a un bosque primario.

También se han observado respuestas positivas de las mariposas ante la intervención; Wood (1999) encontró que los bosques perturbados con abundantes claros en el dosel sostienen mayor diversidad de mariposas en comparación a bosques intervenidos; Araujo (2000) observo que a lo largo de un gradiente de disturbio, las unidades de paisaje más diversas fueron los bosques perturbados y bordes. Inclusive dentro de las coberturas vegetales remanentes en paisajes altamente intervenidos se ha registrado diversidad alta de mariposas: en plantaciones de café rodeadas de bosque Horner et al., (2003), pluricultivos (Abos, 2002) y bordes de camino (Millan et al., 2009).

Especies con potencial productivo. Las mariposas son un producto forestal no maderable con formas de manejo no dañinas para el bosque, basadas en la cría de huevos, larvas, pupas y adultos bajo condiciones controladas (Montero, 2007).

Una forma de manejo es el rancheo; consiste en sembrar plantas hospederas para que las hembras coloquen huevos en su hábitat natural, luego los productores recogen los huevos u orugas y finalizan su cría en cautiverio, al final del proceso productivo, las pupas y orugas no comercializadas se devuelven al bosque (Mackinnon, 1990). Otra forma de manejo es la cría *ex situ*, un proceso más controlado donde se obtiene el pie de cría del medio natural, y se introduce en un invernadero forrado en tul para que se apareen y coloquen huevos sobre las plantas hospederas, luego los huevos se trasladan a una zona protegida, donde eclosionan las larvas y son alimentadas con plantas hospederas cultivadas para este fin, cuando las orugas empupan se empacan para venderlas o se dejan eclosionar para iniciar de nuevo el proceso. Generalmente los zoocríaderos se ubican en las mismas zonas donde habitan las especies criadas para poder simular las condiciones del entorno natural (Montero, 2007)

Los productos finales obtenidos en los zoo-criaderos son: pupas recién formadas, mariposas adultas disecadas, y mariposas adultas vivas; estos se venden a museos, granjas, o jardines de exhibición contruidos con fines turísticos o educativos en países no tropicales, los adultos vivos se ofrecen para su liberación en eventos sociales como grados, matrimonios y aniversarios únicamente en el mercado local, y las mariposas disecadas se venden a mayoristas que las distribuyen a coleccionistas, museos y almacenes de adornos naturales (Pro-EXPORT & IAvH 2003).

El comercio de mariposas ha incrementado por el auge de los jardines de exhibición, en esta industria los países asiáticos lideran la producción y en Latinoamérica sobresalen Costa Rica, el Salvador y Perú; por su parte Colombia tiene un gran potencial en la oferta de mariposas e insectos en general, ya que ocupa el segundo lugar en biodiversidad del planeta (Pro-EXPORT & IAvH, 2003). El último análisis realizado para esta actividad en Colombia en el año 2005, mostró que este potencial no estaba siendo bien aprovechado, ya que en los zocriaderos se manejaban casi siempre las mismas especies, siendo en total unas 30 a 50, muy pocas si se tiene en cuenta que en el país existe la posibilidad de criar aproximadamente 1500 especies (Constantino, 2006).

Las mariposas de importancia comercial son las que presentan un atractivo estético, generalmente con tamaño mediano a grande, colores vivos, metalizados, figuras llamativas, y de vuelo lento; ya que estas generan más interés en las personas y son requeridas en los mariposarios de exhibición (Fundación SIRUA, 2006; Pro-EXPORT y IAvH, 2003). Además es preferible criar especies nuevas para el mercado, ya que las especies poco comunes o endémicas son requeridas en los museos y se venden a precios más altos, mientras que las especies comunes tienen relativamente un bajo costo (Fundación SIRUA, 2006)

Las especies criadas generalmente pertenecen a las familias Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae; y pocas de las familias Riodinidae y Lycaenidae porque la falta de conocimiento sobre su biología e interacciones con las hormigas complica su manejo en cautiverio. Entre los géneros más utilizados se encuentran: *Anteos*, *Phoebis*, *Agrias*, *Prepona*, *Archeoprepona*, *Memphis*, *Siderone*, *Zaretis*, *Consul*, *Morpho*, *Heliconius*, *Dannaus*, *Lycorea*, *Mechanitis*, *Oleria*, *Greta*, *Thyridia*, *Godyris*, *Ithomia*, entre otros (Mulanovich, 2007).

4. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

La investigación básica es una tarea de mucha relevancia ya que permite conocer nuestros recursos naturales, siendo prioritaria para obtener un marco de referencia sobre estos y saber cómo usarlos de forma sostenible (Ministerio del medio ambiente, 2002). La información que existe actualmente sobre las mariposas diurnas en la Sierra Nevada es poca, sin embargo, se sabe que por las características geográficas de la sierra, la composición de los ensamblajes de mariposas presenta diferencias notables en sus diferentes vertientes y rangos altitudinales (Adams, 1973) por esto, la información que se genera en este trabajo complementa las caracterizaciones existentes a la fecha de este grupo en otras zonas. Es importante destacar, que se hacen disponibles datos sobre la composición de especies, e información organizada sobre algunos aspectos ecológicos tomados durante un periodo largo, esta información es necesaria para iniciar la cría de mariposas ya que en la mayoría de los casos esta no se puede concretar por falta de información ecológica (Fundación Sirua, 2006).

Además, se muestra qué especies están protegidas en la reserva Námaku, y se hace una aproximación sobre el efecto que tiene la transformación del bosque en áreas agrícolas sobre las mariposas a nivel local.

5. OBJETIVOS

6.1 GENERAL

Caracterizar el ensamblaje de mariposas diurnas en tres tipos de cobertura arbórea y evaluar el uso potencial de especies nativas para la zootecnia en la reserva Námaku, Sierra Nevada de Santa Marta

6.2 ESPECÍFICOS

- Analizar la diversidad y composición del ensamblaje de mariposas diurnas dentro del fragmento de bosque en la reserva Námaku y en la zona abierta de la finca las Mercedes.
- Describir la diversidad y composición de mariposas frugívoras en el interior de bosque y en borde de bosque, teniendo en cuenta su estratificación vertical.
- Seleccionar las especies con potencial económico y recopilar información sobre su ecología.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 ÁREA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se encuentra ubicada sobre la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, a una altitud de 700-800 msnm, entre las coordenadas 11°06" N y 74°08" O. Según la clasificación de Holdridge, la formación vegetal de este sector corresponde a una transición entre bosque seco Tropical y bosque húmedo subtropical; el clima es templado con una temperatura promedio de 22°C, y precipitación anual de 2000 – 2500mm (Rueda et al., 2002). Las lluvias son poco intensas entre los meses de diciembre –abril, aumentando entre julio y agosto, y la precipitación máxima se da entre los meses de octubre a noviembre (UAESPNN, 1998).

Los muestreos fueron realizados en la reserva Námaku y finca las Mercedes, y en ellos se escogieron tres coberturas con distinto nivel de intervención, las cuales se describen a continuación:

Área abierta: está ubicada en la finca las mercedes, presenta parcelas pequeñas con pasto para ganado y cultivos no intensivos de tomate, maíz, frijol, ahuyama, y cilantro. En las áreas que no están dedicadas en el momento a la producción se observan hierbas y maleza con algunos árboles dispersos de guayaba, ciruela, mata ratón y caracolí. En esta zona se realizaron recorridos para capturar mariposas utilizando red entomológica. (Figura 2a)

Borde de bosque: Corresponde al borde de un bosque de galería, ubicado alrededor de dos quebradas temporales en la finca las Mercedes. La franja de vegetación alrededor de la quebrada tiene aproximadamente 5 m de anchura en las zonas que limitan con los cultivos o caminos, y en otras zonas mide más de

15m presentando vegetación similar a la encontrada en la reserva. Los árboles más altos miden aproximadamente 10m de altura, conformando el dosel para el muestreo de mariposas frugívoras, también se encuentran arbustos pequeños de 3 a 7m de altura mezclados con malezas, en esta zona se ubicaron las trampas de sotobosque. (Figura 2b)

Bosque: Está ubicado en la reserva Námaku, corresponde a un bosque secundario con 30 años sin intervención; se encuentran varias quebradas permanentes por lo tanto un área importante de la reserva está cubierta por vegetación riparia. Las familias más diversas en esta formación vegetal son Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae (Gutierrez, 2009). Presenta un dosel continuo de aproximadamente 15 metros de altura y entre las especies de árboles se observó dominancia de ficus sp (Higuerón) y en el sotobosque se observó dominancia de *Carludovica palmata* (iraca). En esta zona se ubicaron trampas Van Someren-rydon en dosel y sotobosque; y además se realizaron recorridos para capturar mariposas con la red entomológica. (Figura 2c)

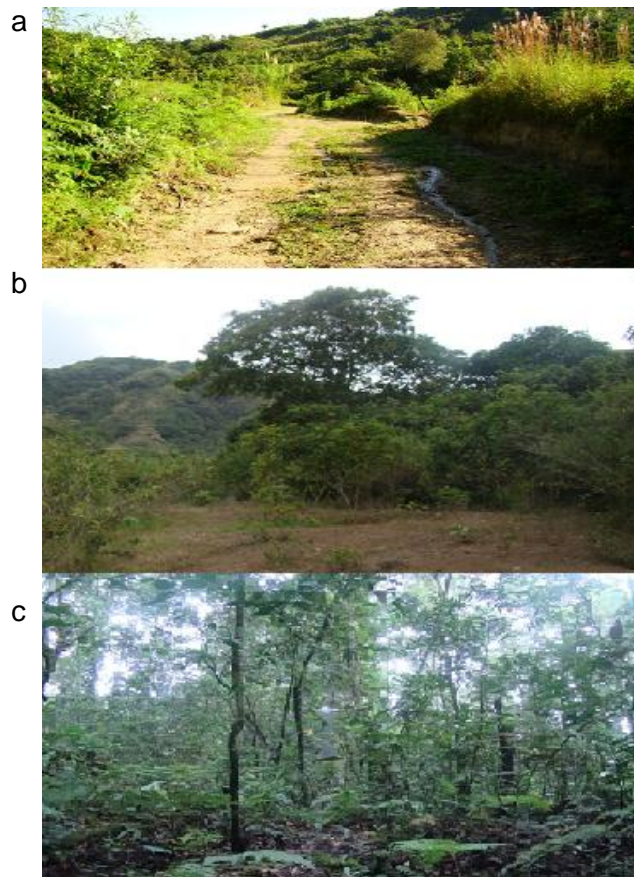


Figura 2. a) Camino en la finca las mercedes, b) Al fondo, Borde de bosque donde se aprecian los arboles más grandes y sotobosque conformado por arbustos, c) interior del bosque en la reserva Námaku.

7.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En el bosque y en la Finca, se establecieron cuatro transectos de 300m para observar y coleccionar individuos utilizando una red entomológica. Cada transecto fue recorrido durante 90 minutos entre las 7:00 am y 3:00 pm, modificando la metodología indicada en Villareal et al., (2006) de acuerdo a los resultados de una salida previa.

En el bosque y zona de borde, se muestreó utilizando seis Trampas Van Someren Rydon cebadas con fruta (Guayaba, banano y piña fermentados por 5 días); tres trampas fueron seleccionadas para ubicarlas en el dosel entre 8 a 10m de altura y tres trampas se ubicaron en el sotobosque entre 1 a 3m de altura. Cada trampa fue revisada entre las 7:00am y las 5:00pm y permaneció activa durante cuarenta horas por salida (Tabla 1).

Se aplicó el mismo protocolo de muestreo en las cuatro salidas realizadas durante abril, mayo, julio y septiembre del 2011. Los individuos colectados se sacrificaron mediante presión en el tórax, o inyectándoles alcohol con una aguja de insulina (Villareal et al., 2004).

Tabla 1. Procedimiento empleado para el muestreo de mariposas diurnas en la Reserva Námaku, Sierra Nevada de Santa Marta.

| Sitio | Tipo de cobertura | Técnica de muestreo | Unidades de muestreo |
|---------------------------|---|----------------------------|--|
| Finca las Mercedes | Área abierta, conformada por cultivos y caminos | Red entomológica | 4 transectos de 300m |
| | Borde de bosque, en un fragmento de vegetación remanente de la finca, adyacente a los cultivos. | Trampas van Someren | 6 trampas (3 en sotobosque y 3 en dosel) |
| Reserva Námaku | Bosque secundario conservado | Red entomológica | 4 transectos de 300m |
| | | Trampas van Someren | 6 trampas (3 en dosel y 3 en sotobosque) |

El montaje y determinación taxonómica se realizó en el laboratorio de entomología de la Universidad Javeriana con la asesoría del profesor Giovanni Fagua, se utilizaron las claves e ilustraciones de D’Abrera (1981, 1984, 1987 a, 1987 b,

1988, 1994, 1995) LeCrom et al., (2002) y LeCrom et al., (2004). La validez de los nombres se rectificó en la lista taxonómica de la página www.nic.funet.fi.

Fue necesario corroborar la determinación taxonómica de algunos individuos pertenecientes a la familia Papilionidae mediante la comparación de genitalias, con las láminas mostradas en LeCrom et al., (2002). Para extraer las genitalias se sumergió el abdomen en una solución de KOH al 10% teniendo cuidado de no destruir las estructuras internas, después se conservaron en viales con alcohol para su revisión en el estereoscopio. Todos los individuos identificados se encuentran almacenados en la colección entomológica de la Pontificia Universidad Javeriana.

La identificación de especies con potencial productivo se realizó en base a las características estéticas mencionadas en el marco teórico, y por revisión de las especies y fuentes de información sugeridas en los documentos de Díaz y Ávila, (2002); Pro-EXPORT y IAvH, (2003); Montero, (2007). La información sobre la ecología de las especies se obtuvo mediante la observación en campo, anotando los sitios donde se encontraban con frecuencia y si estas estaban solas, en grupo o visitando alguna planta específica, esta información se complementó con datos tomados de internet y de diferentes fuentes bibliográficas entre estas: Beccaloni et al., (2008) y la página del INBIO Costa Rica www.darnis.inbio.ac.cr

7.2 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS.

Se organizó una matriz con los datos de abundancia e información taxonómica de las mariposas diurnas para el bosque conservado y área abierta.

Por separado se organizaron los datos para las mariposas frugívoras de cuatro microhabitats: Bosque- dosel, Bosque-Sotobosque, Borde- dosel y Borde-sotobosque, además se agruparon los datos por cada cobertura obteniendo datos generales para bosque y borde.

La abundancia (N) se midió como el número total de individuos en cada sitio. Se realizó una gráfica de rango-abundancia para observar las diferencias en la uniformidad de los ensamblajes entre área abierta y bosque (Magurran, 2004). a cada especie se le asignó una categoría de abundancia, así: especies raras (1 individuo), escasas (2-5), comunes (6-10), abundantes (más de 10 individuos).

La riqueza fue determinada como el número de especies por sitio. Adicionalmente para las mariposas frugívoras se realizó una curva de rarefacción para eliminar la influencia del tamaño de la muestra al comparar la riqueza entre coberturas vegetales. Este análisis calcula cual sería el número esperado de especies si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño (abundancia) estándar ($n < N$).

Para describir la diversidad, se utilizó el índice de Shannon (H') que refleja la heterogeneidad de una comunidad en base a su riqueza y abundancia relativa. y se utilizó el índice de diversidad de Simpson expresado en su forma de complemento ($1-D$), es considerado como una de las medidas de diversidad más robustas, su valor incrementa cuando el ensamblaje es más uniforme (Magurran, 2004)

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad D = \sum \left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right]$$

Donde, p_i = abundancia proporcional de la i -ésima especie

n_i = número de individuos de la i -ésima especie

N = número total de individuos.

Para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de diversidad se aplicó una prueba no paramétrica de Mann – Whitney, utilizando el programa InfoStat

El cambio en la composición de especies entre bosque y área abierta se evaluó mediante los coeficientes de similitud de Bray Curtis (C_n) basado en la abundancia a partir de datos transformados con raíz cuadrada para evitar que los datos estuvieran sesgados por las especies más abundantes (Magurran, 2004). El índice de Sorensen (C_s) basado en presencia-ausencia, se utilizó para comparar los ensamblajes de bosque y borde. Los resultados se representaron en un clúster construido con la técnica del ligamiento grupo promedio utilizando el programa Primer 5.0

$$C_s = 1 - \frac{2a}{2a+b+c} \qquad C_n = \frac{2jN}{Na+Nb}$$

Donde, a= número de especies presentes en ambas muestras,
b= número de especies presentes solo en la muestra 1,
c= número de especies presentes solo en la muestra 2

Na= número total de individuos en el sitio a,
Nb= número de individuos en el sitio b,
2jN= suma de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

El análisis de similitud se completó con un ANOSIM; esta prueba arroja un estadístico global R y un nivel de significancia que al ser inferior a 5% permite determinar diferencias significativas en la composición de las comunidades.

La eficiencia del muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies, a partir de datos arrojados por el programa EstimateS 8.0 (Colwell, 2006) utilizando los estimadores: Chao 1, Jackknife 1 y Jackknife 2. En la curva se representó el esfuerzo de muestreo como el número de recorridos en la zona de bosque y área abierta siendo 16 en total. Y para las mariposas frugívoras se representó como el número de trampas empleadas por cada tratamiento a lo largo de todos los muestreos siendo 14 en total incluyendo 2 trampas adicionales para cada tratamiento.

8. RESULTADOS

En total se observaron 71 especies y 763 individuos; pertenecientes a 5 familias, 16 subfamilias y 55 géneros; Nymphalidae presentó la riqueza más alta (43 especies), y el resto de familias tuvieron riquezas similares, para Pieridae se observaron 10 especies, Papilionidae tuvo 8 especies, Lycaenidae 5, y Riodinidae 4 especies (Anexo 1)

8.1 CARACTERIZACIÓN EN BOSQUE CONSERVADO Y ÁREA ABIERTA

8.1.1 Riqueza Y Abundancia

Se registraron 43 especies en la zona abierta y 23 en el bosque, ambos sitios compartieron seis especies. Durante todos los muestreos la riqueza fue superior en la zona abierta variando entre 16 a 32 especies, mientras que en el bosque se registraron entre 9 a 15 especies (Tabla 2)

Tabla 2. Riqueza de especies por muestreo en bosque conservado y área abierta de la reserva Námaku y finca las Mercedes SNSM:

| <i>Sitio</i> | <i>Abril</i> | <i>Mayo</i> | <i>Julio</i> | <i>Sept</i> | <i>Total</i> |
|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| <i>Bosque</i> | 9 | 11 | 12 | 15 | 23 |
| <i>A. abierta</i> | 16 | 32 | 25 | 17 | 43 |

El número total de individuos registrados en los transectos fue de 665, la mayoría (422) fueron registrados en el área abierta, mientras en el bosque se registraron 243; en ambos sitios la abundancia fue superior entre los meses de julio a septiembre cuando hubo mayor disponibilidad de flores (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia absoluta por muestreo en el bosque y área abierta

| Sitio | Abril | Mayo | Julio | Sept | Total |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|
| Bosque | 49 | 40 | 78 | 76 | 243 |
| A abierta | 78 | 97 | 118 | 129 | 422 |

En la figura 3 se muestran las diferencias en la distribución de abundancias de ambos ensamblajes; en el bosque hubo poca uniformidad, con un número elevado de especies raras (12 especies) que presentaron entre 1 – 2 registros, mientras que una sola especie aportó el 23% de los individuos. En el área abierta se observó un ensamblaje más uniforme y la diferencia con el bosque fue que hubo varias especies dominantes a lo largo de los muestreos, por ejemplo, *Actinote pellenea* y *Janatella leucodesma* dominantes en abril estuvieron poco representadas en los muestreos siguientes y *Eurema elathea*, *E. venusta* y *E. phiale* fueron dominantes solo entre Julio a septiembre, esto contribuyó a la heterogeneidad del ensamblaje y a su mayor uniformidad.

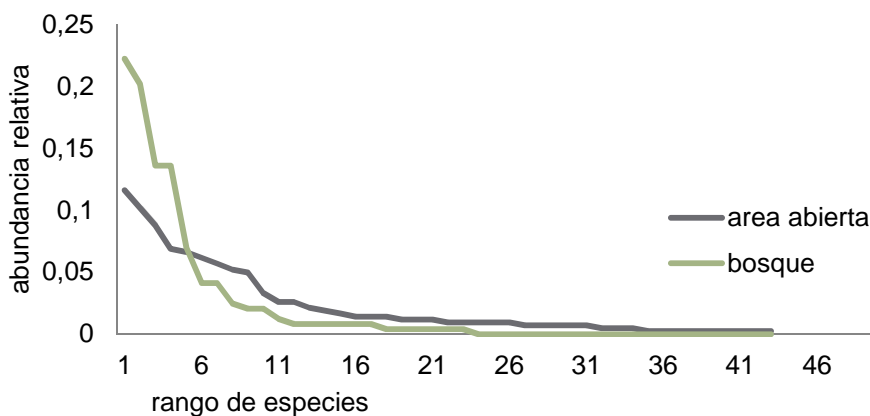


Figura 3. Distribución de abundancias por especie en el área abierta y bosque en la reserva Námaku y finca las Mercedes, SNSM.

8.1.2 Composición

El ensamblaje de la zona abierta estuvo conformado por 43 especies, 20 de ellas pertenecientes a la familia Nymphalidae, la familia Pieridae presento solo 9 especies pero tuvo la mayor abundancia. Las subfamilias observadas fueron 13 en total, destacando Coliadinae, Nymphalinae y Satyrinae con una alta riqueza y abundancia. (Figura 4)

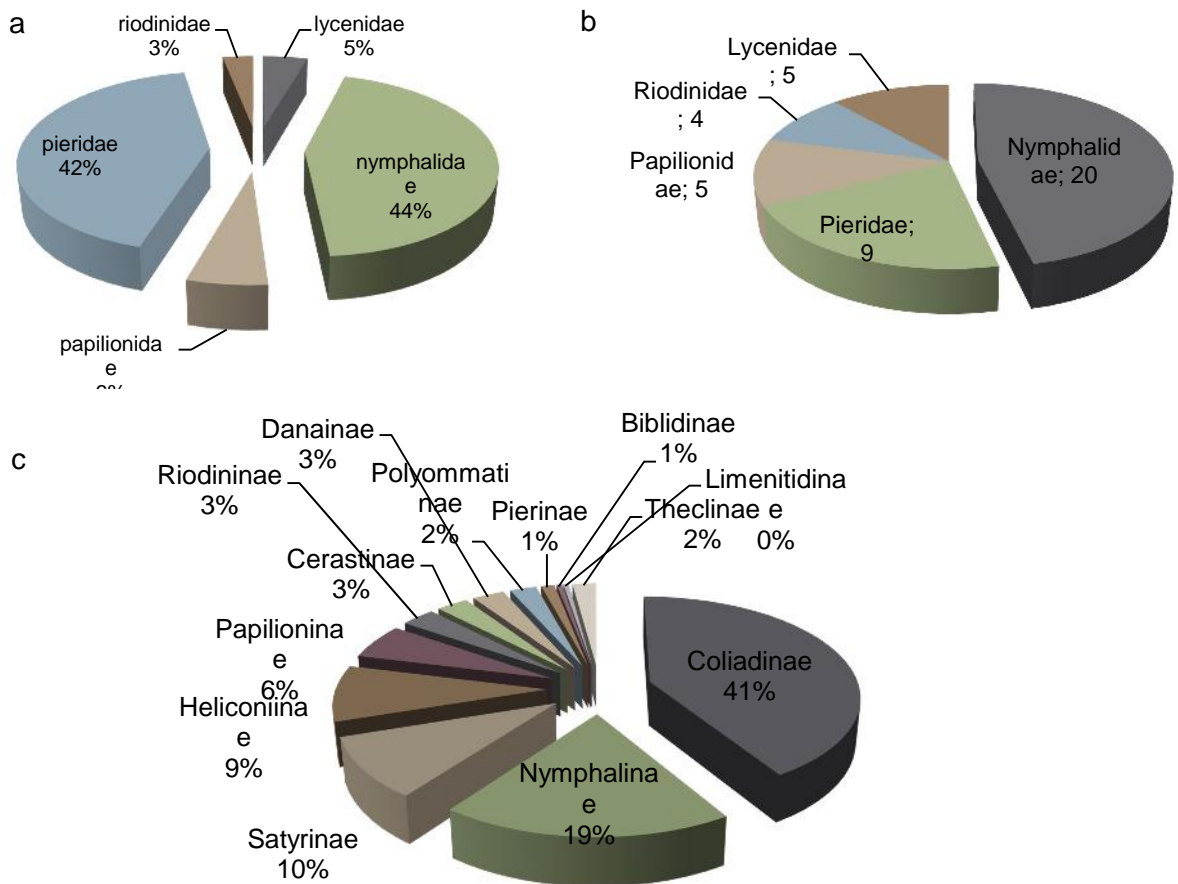


Figura 4. a) Porcentajes de abundancia por familia, b) riqueza de especies, c) porcentaje de abundancias por subfamilia en el área abierta, para las mariposas diurnas en la finca las mercedes, SNSM.

En el bosque las familias mejor representadas fueron Nymphalidae (15 especies) y Papilionidae (6 especies), a diferencia del área abierta no se registraron individuos de la familia Lycaenidae y la familia Pieridae fue poco abundante. Las subfamilias predominantes también fueron distintas a la del área abierta: Danaeinae, Papilioninae y Morphinae (Figura 5). Las especies dominantes de los dos sitios fueron completamente diferentes (Figura 6 y 7)

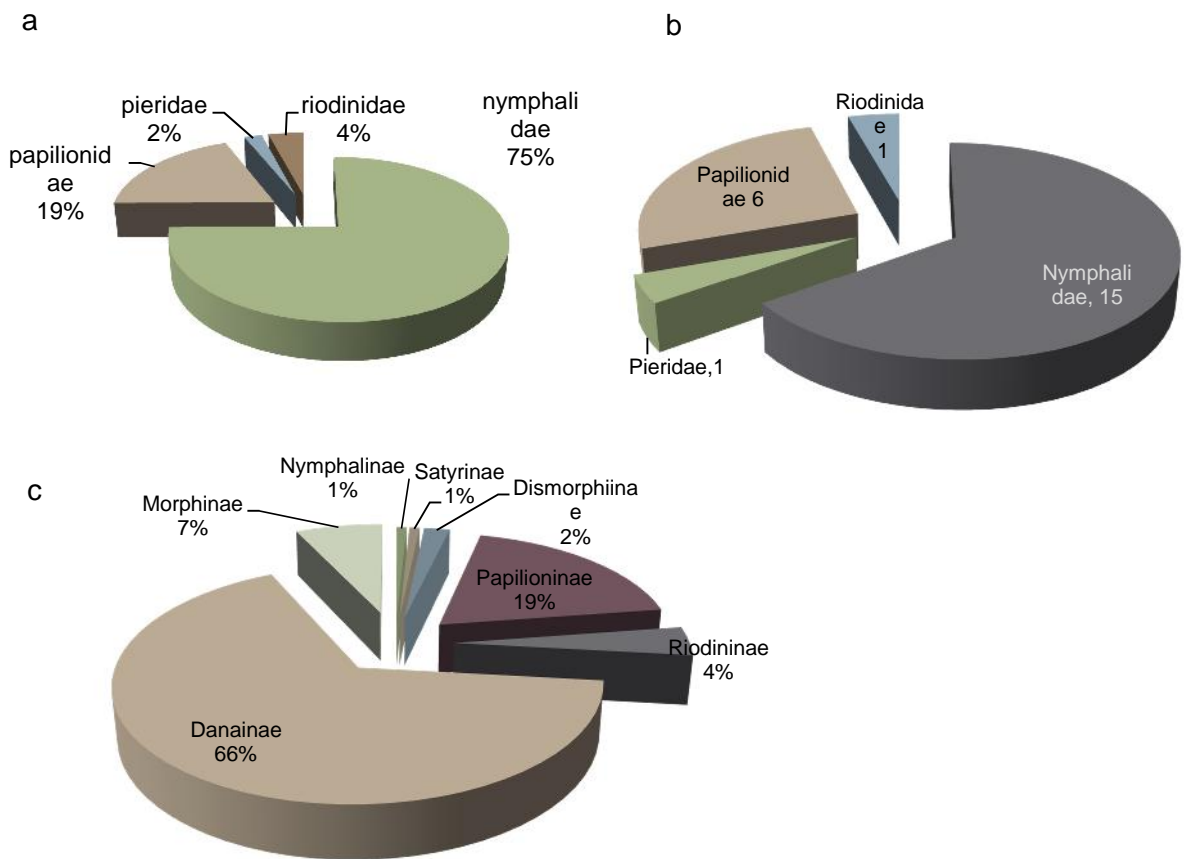


Figura 5. a) Porcentaje de la abundancia por familias, b) riqueza por familias, c) Abundancias por subfamilia en el bosque, para las mariposas diurnas en la reserva Námaku, SNSM.



Figura 6. Especies de mariposas diurnas dominantes en el área abierta de la finca Las Mercedes, SNSM. de izquierda a derecha se observan *Eurema albula*, *E. elathea*, *Anartia amathea*, *Janatella leucodesma* y *Hermeuptychia hermes*,



Figura 7. Especies dominantes en el bosque de la reserva Námaku, SNSM. de izquierda a derecha se observan *Hypoleria Lavinia*, *Mechanitis polymnia*, *Pseudoscada timna* y *Parides iphidamas*.

El análisis de clasificación de acuerdo al índice de Bray-Curtis, mostró que los ensamblajes del área abierta y bosque son dos grupos independientes con una similitud del 6,6%; las muestras tomadas en el bosque tuvieron una similitud de 52%, y la muestras de la zona abierta son similares en un 42,7% (Figura 8)

La prueba Anosim mostro que las diferencias en la composición y estructura en los dos sitios fueron significativas con un R global de 1, nivel de significancia= 2,9%.

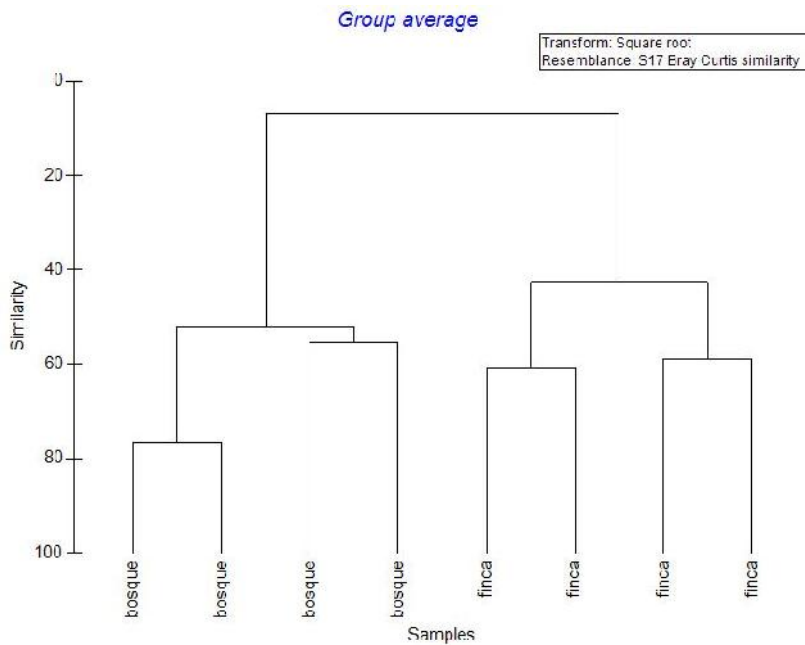


Figura 8. Dendrograma de similitud entre el área abierta (finca las mercedes) y bosque de la reserva Námaku, según el índice de Bray-Curtis.

8.1.3 Índices de Diversidad

Los valores de diversidad promedio (H') fueron de 2.02 para la finca y 1.53 en la reserva, en general los valores registrados en los distintos muestreos fueron muy parecidos; fluctuando entre 2.24 – 2.14 en el área abierta y en el bosque fluctuaron entre 1.53 - 1.67

Igualmente, el índice de diversidad de Simpson reflejó mayor diversidad en el área abierta en comparación al bosque, con promedios de 0.85 y 0.80 respectivamente; para el muestreo de abril se registraron valores inferiores influenciados por la alta dominancia de *Actinote pellenea* en el área abierta, y *M. polymnia* en el bosque. (Figura 9)

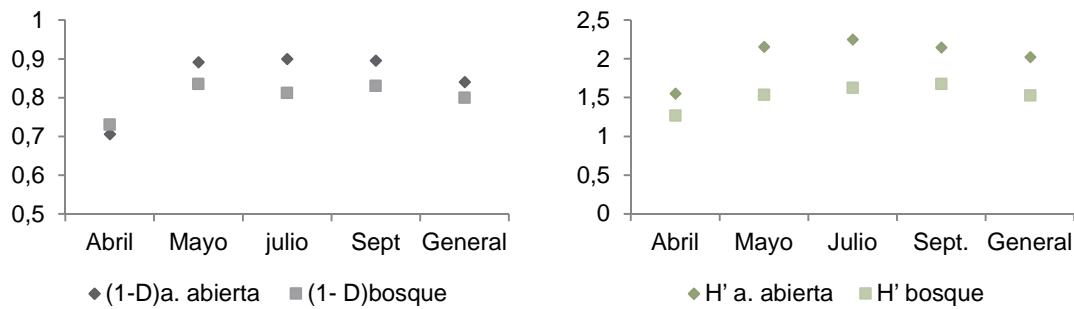


Figura 9. Variación mensual y promedio general, de la diversidad de mariposas diurnas, según el índice de Shannon H' (Log e), e índice de Simpson (1-D) en el área abierta de la finca las mercedes, y bosque en la reserva Námaku, SNSM.

Las diferencias en la diversidad de Shannon entre los dos sitios fueron significativas ($n=16$ transectos, $W=178,50$, $P=0.0013$), e igualmente para el índice de diversidad de Simpson ($n=16$ transectos, $W=335$, $P=0.0075$).

8.1.4 Esfuerzo De Muestreo

La riqueza estimada por chao 1 y Jackknife 1 en el área abierta fue de 56 especies, en la curva se observa que el número de especies sigue aumentando con el número de muestras, indicando que aún se pueden registrar más especies, sin embargo las especies observadas representaron un 76% de las estimadas (Figura 10)

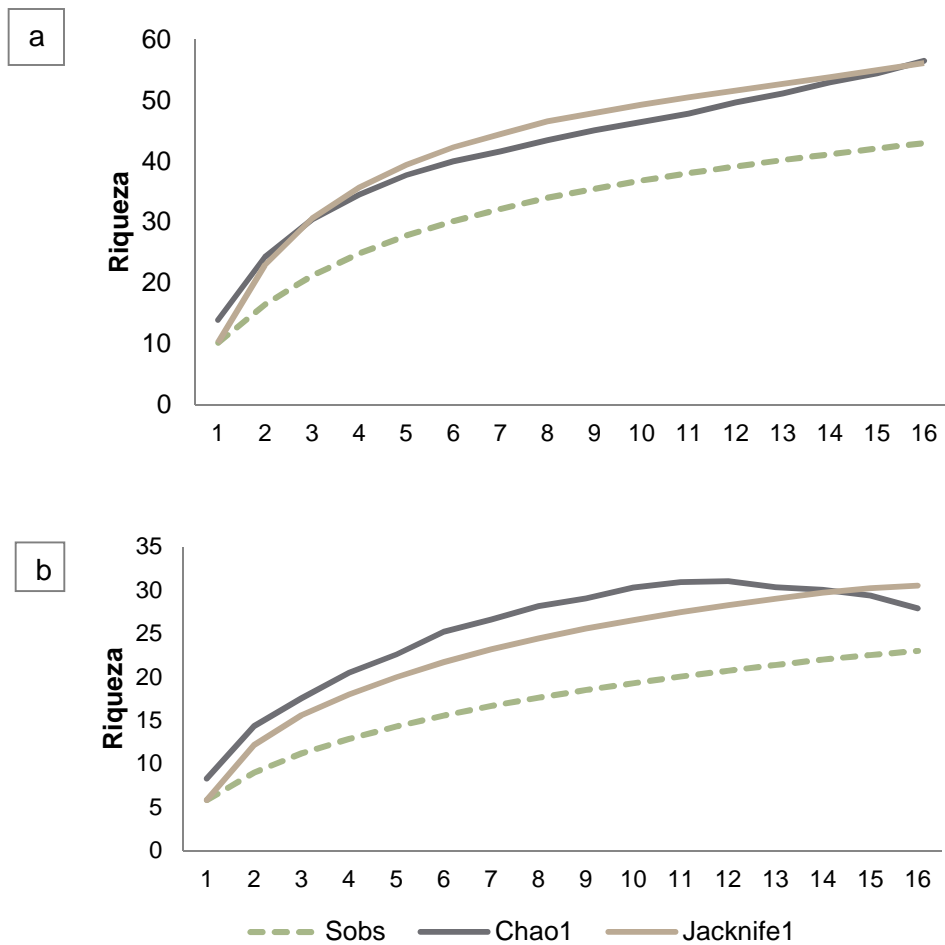


Figura 10. Curva de acumulación de especies en 16 recorridos de 300m, a) para el are abierta b) para la el bosque utilizando los estimadores Jacknife 1 y Chao 1.

La riqueza estimada para el bosque estuvo entre 27 a 30 especies, las 23 especies observadas representan entre el 85 al 76%, se puede observar que la curva de especies estimadas con Chao 1 logra estabilizarse a partir de la muestra 13 (Figura 9, b)

8.2 CARACTERIZACIÓN EN LOS ESTRATOS VERTICALES DE LA RESERVA Y BORDE DE BOSQUE

8.2.1 Riqueza, Abundancia y diversidad

Se registraron 20 especies de mariposas frugívoras con 98 individuos en total, la riqueza y abundancia fueron más altas en el borde (16 especies y 62 individuos) en comparación con el interior de bosque (9 especies y 36 individuos). El análisis de rarefacción utilizado para comparar la riqueza a un mismo n (36 individuos), confirmó que en la zona de borde hay un mayor número de especies siendo de 11.6 (Figura 11).

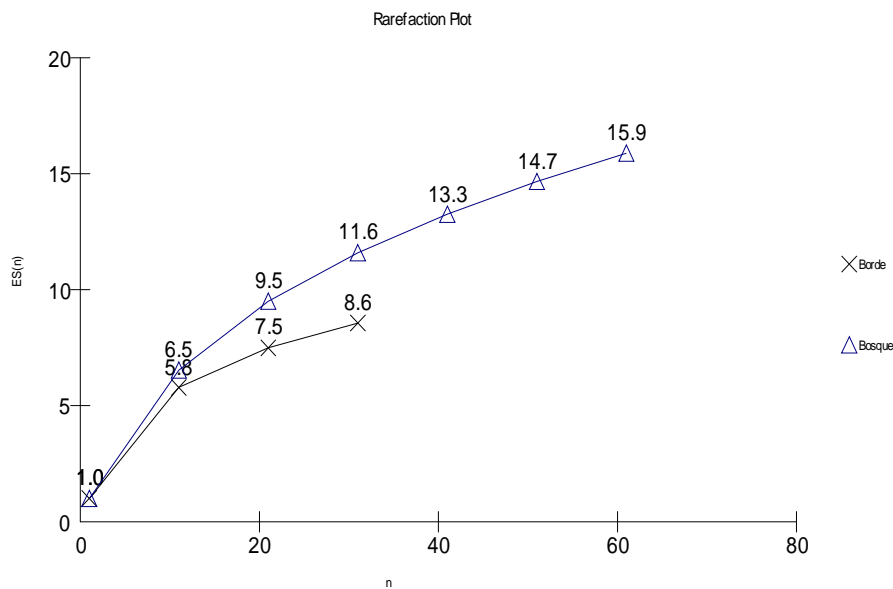


Figura 11. Comparación de la riqueza mediante rarefacción para el ensamblaje de mariposas frugívoras en las coberturas borde y bosque, reserva Námaku, SNSM.

La riqueza en el bosque estuvo distribuida de forma muy similar en los estratos verticales; con siete especies en el dosel y seis en el sotobosque, cuatro de ellas ambos estratos. En la zona de borde la riqueza fue mayor en el sotobosque con 11 especies disminuyendo a cinco especies en el dosel (Tabla 4)

Tabla 4. Riqueza de mariposas frugívoras por cobertura y estrato vertical.

| <i>Sitio</i> | <i>Dosel</i> | <i>Sotobosque</i> | <i>Ambos</i> | <i>Total</i> |
|---------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| <i>Bosque</i> | 7 | 6 | 4 | 9 |
| <i>Borde</i> | 9 | 11 | 4 | 16 |

La abundancia absoluta fue mayor en los dos Sotobosques con 24 individuos en el bosque, y 42 en la zona de borde; en el Dosel las abundancias disminuyeron a 12 y 20 individuos respectivamente (Tabla 5)

Tabla 5 Abundancia de mariposas frugívoras por cobertura en cada estrato vertical.

| <i>Sitio</i> | <i>Dosel</i> | <i>Sotobosque</i> | <i>Total</i> |
|----------------|--------------|-------------------|--------------|
| <i>Reserva</i> | 12 | 24 | 36 |
| <i>Borde</i> | 20 | 42 | 62 |

El índice de Shannon mostró un valor general más alto para el borde (2,23). Dentro de sus estratos verticales el sotobosque fue más diverso, de acuerdo con la riqueza superior de este sitio (11 especies). En los estratos del bosque se obtuvo una diversidad superior en el dosel igualmente de acuerdo con la riqueza mayor de este estrato en comparación al sotobosque (Figura 12)

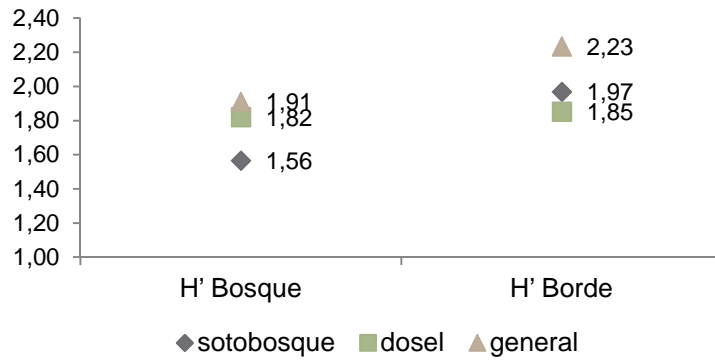


Figura 12. Variación de la diversidad de mariposas frugívoras, según el índice de Shannon (loge), en las coberturas vegetales Bosque y Borde, y sus estratos verticales Sotobosque y Dosel.

El índice de Simpson no mostro diferencias entre las coberturas con un valor de 0.85 en ambas, indicando que estas son similares respecto a su uniformidad, en ambas coberturas se obtuvieron valores más altos para el dosel que para el sotobosque, independientemente de si estos eran más ricos o no. (Figura 13)

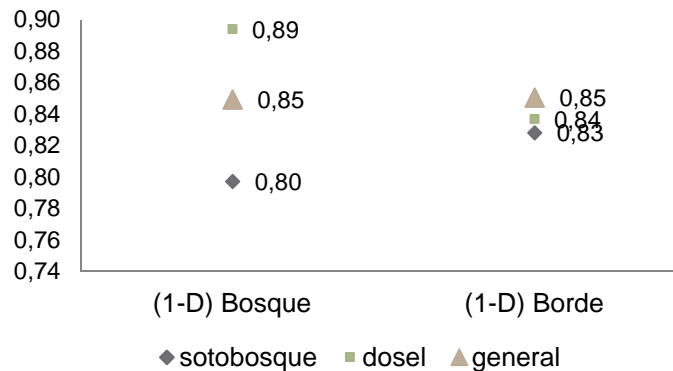


Figura 13. Variación del índice de diversidad de Simpson (1-D), en las coberturas vegetales Bosque – Borde, y entre sus estratos verticales Dosel y Sotobosque.

8.2.2 Composición

El ensamblaje de mariposas frugívoras en los dos tipos de bosque estuvo conformado por 7 subfamilias de Nymphalidae y una de Riodinidae. Destacando la riqueza de Satyrinae y Charaxinae; las subfamilias restantes mostraron una riqueza menor, estas fueron: Morphinae con tres especies; Danainae, Biblidinae y Nymphalinae con dos especies, y por ultimo Limenitidinae y Riodininae (Figura 14), las dos coberturas compartieron 9 especies.

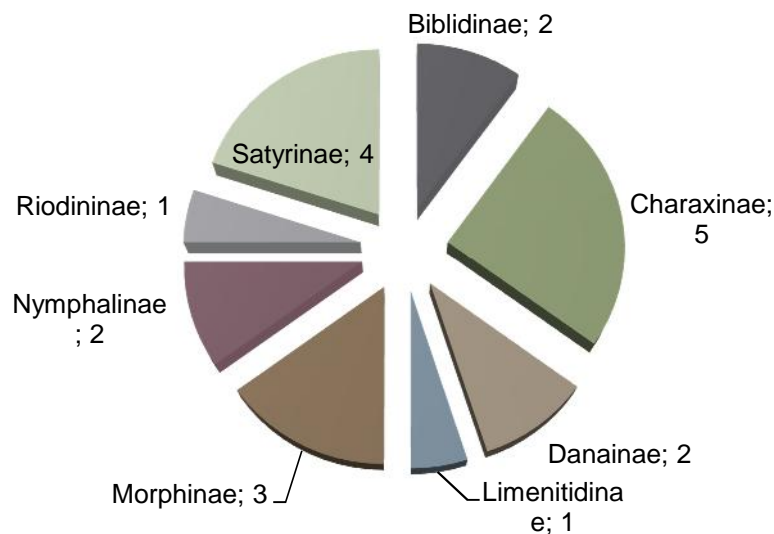


Figura 14. Riqueza general de mariposas frugívoras por subfamilias.

Todas las subfamilias mencionadas anteriormente se registraron en la zona de borde, predominando Satyrinae con 42 individuos (68%), Biblidinae con 8 individuos (13%) y Nymphalinae con 5 individuos (8%). El mayor aporte a estas abundancias lo hicieron 6 especies: *Pareuptychia ocirhoe*, *Hermeuptychia hermes*, *Memphis moruus*, *Cissia terrestris*, *Nica flavila* e *Historis odius* que en conjunto aportaron el 79% del total de individuos (Figura 15a)

En la reserva no se obtuvieron capturas para Riodininae ni Limenitidinae quedando registradas 6 subfamilias, estas no tuvieron diferencias importantes en su riqueza, ya que cada una mostró dos especies a excepción de Nymphalinae y Morphinae con una especie; sin embargo, respecto a las abundancias se destacó Danainae con 16 individuos (44%) y Morphinae con 8 individuos (22%) representadas con tres especies: *Pseudoscada timna*, *Hypoleria lavinia* y *Morpho helenor* (Figura 15b)

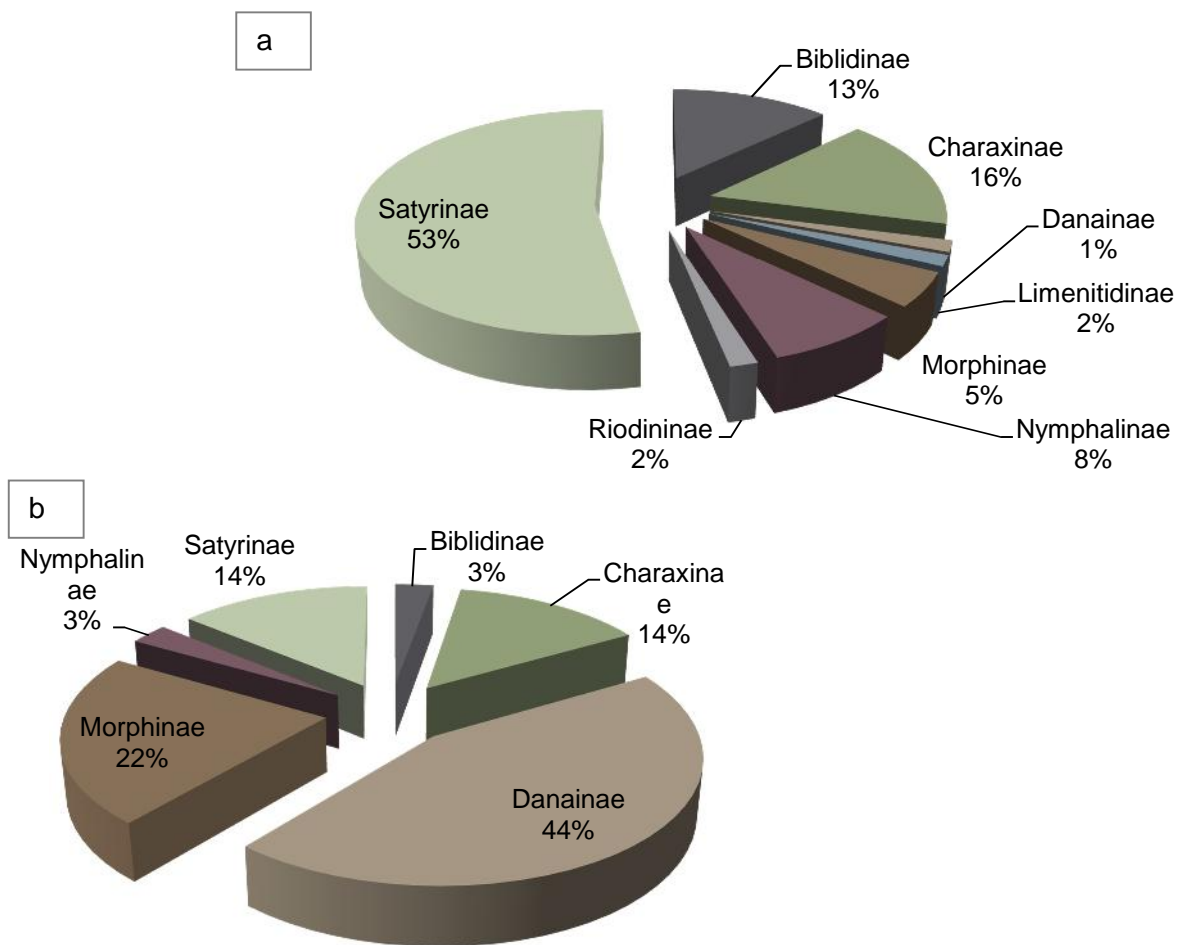


Figura 15. Comparación de la abundancia por subfamilia. a) en la zona de borde, finca las Mercedes b) en el bosque, reserva Námaku SNSM.

De las 20 especies de mariposas frugívoras 10 se registraron únicamente en el dosel o sotobosque, sin embargo el bajo número de capturas por especie no permitió realizar inferencias estadísticas sobre su distribución vertical; la Tabla muestra de manera general que en el borde hubo más especies con preferencia por uno de los estratos, entre las cuales se destacaron *Memphis moruus* (Charaxinae) en el dosel y *Cissia terrestris* (Satyrinae) en el sotobosque.

Tabla 6. Especies de mariposas frugívoras representativas del dosel y sotobosque con sus respectivas abundancias en la zona de borde y bosque, Reserva Námaku y finca las mercedes SNSM.

| <i>Estrato</i> | <i>Especie</i> | <i>Cobertura</i> | <i>Abundancia</i> |
|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|
| Dosel | <i>Memphis moruus</i> | <i>Bor</i> | 6 |
| | <i>Fountainea ryphea</i> | <i>Bor</i> | 2 |
| | <i>Memphis philumena</i> | <i>Bor</i> | 1 |
| | <i>Archaeoprepona</i> | <i>Bor- bosque</i> | 2 |
| | <i>Opsiphanes cassina</i> | <i>Bor</i> | 1 |
| Sotobosque | <i>Caligo telemonius</i> | <i>Bor</i> | 2 |
| | <i>Colobura dirce</i> | <i>Bor- bosque</i> | 3 |
| | <i>Callicore texa</i> | <i>Bor</i> | 1 |
| | <i>Taygetis leuctra</i> | <i>Bosque</i> | 3 |
| | <i>Cissia terrestris</i> | <i>Borde</i> | 5 |

El análisis de clasificación según el índice de similitud de Sorensen, separo al ensamblaje de mariposas frugívoras en dos grupos de acuerdo al tipo de cobertura. Dentro de cada grupo la similitud fue baja siendo de 30,15% para las muestras del Borde, y de 33,21% para las muestras del bosque. Hubo algunas asociaciones entre las muestras de acuerdo al estrato vertical, para el borde estas fueron (Soto1, Soto, 3), (Dosel1, Dosel 2) con un 66% de similitud; y en la reserva también se observan (Soto-2, Soto-3) y (Dosel 2, Dosel 3), con un 75 y 50% de similitud respectivamente (Figura 16).

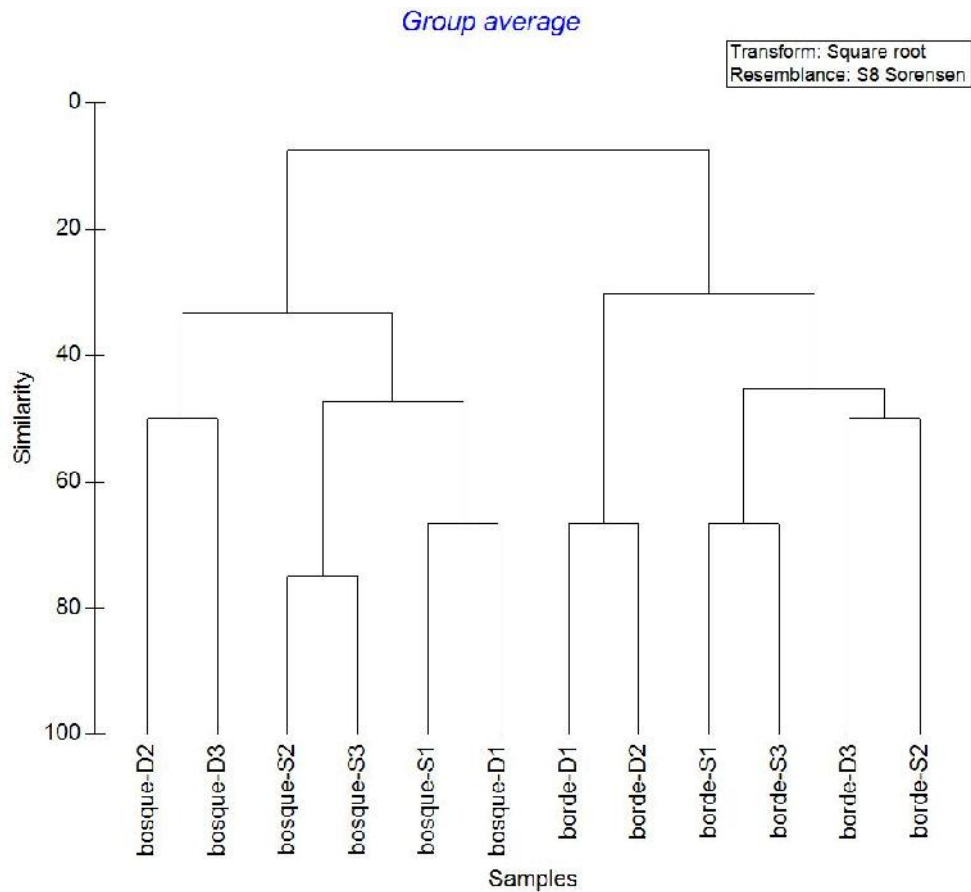


Figura 16. Dendrograma de similitud según el índice de Sorensen, entre los ensamblajes de mariposas frugívoras del dosel, y sotobosque en la zona de Borde y en el interior del bosque en la reserva Námaku, SNSM.

El análisis Anosim determinó que las diferencias en la composición de mariposas frugívoras encontradas en los dos tipos de bosque son significativas ($R = 0,839$, nivel de significancia=0.2%), pero las diferencias observadas entre estratos verticales no fueron significativas ($R = 0,062$ con un $NS = 25.8\%$)

8.2.3 Esfuerzo De Muestreo

Las 20 especies de mariposas frugívoras registradas representan un 72% de las especies estimadas (27), se considera que se realizó un buen inventario general teniendo en cuenta que las curvas tienden a subir con pendientes poco inclinadas y las curvas de especies únicas y duplicadas tienden a estabilizarse (Figura 17)

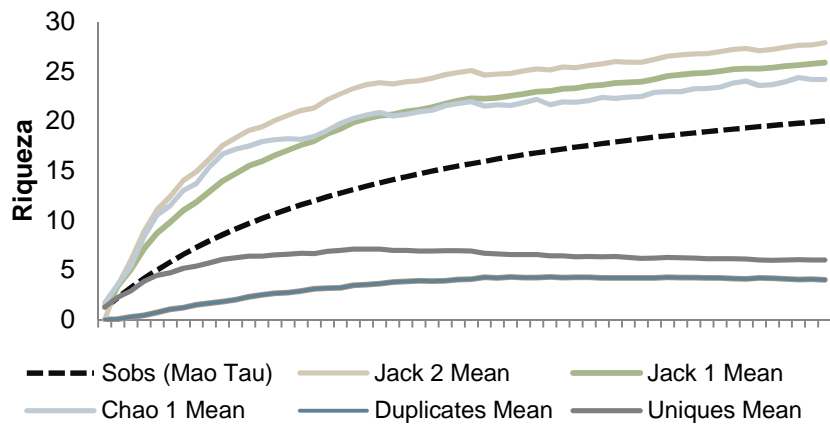


Figura 17. Curva de acumulación de especies para el muestreo completo de mariposas frugívoras utilizando los estimadores Chao 1, Jackknife 1 y Jackknife 2.

Las curvas de acumulación según el sitio/estrato, indican que el esfuerzo de muestreo no fue satisfactorio para caracterizar el ensamblaje a este nivel. En la zona de borde se observó la eficiencia más baja en el Dosel registrando el 50% de las especies estimadas; mientras que en el sotobosque fueron registradas 64% (11 especies) de 17 especies estimadas, (Figura 18).

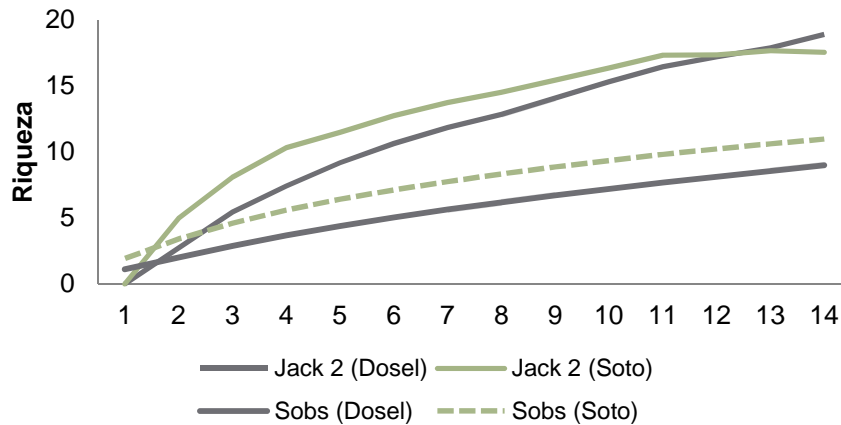


Figura 18. Curva de acumulación para las mariposas frugívoras registradas en 14 trampas revisadas durante 48 horas en los estratos verticales de la zona de Borde, según el estimador Jackknife 2

En el bosque, las 7 especies registradas en el dosel representan el 58% de las estimadas (12), en el sotobosque se registró el 75% de las especies (6 de 8 especies esperadas) (Figura 19)

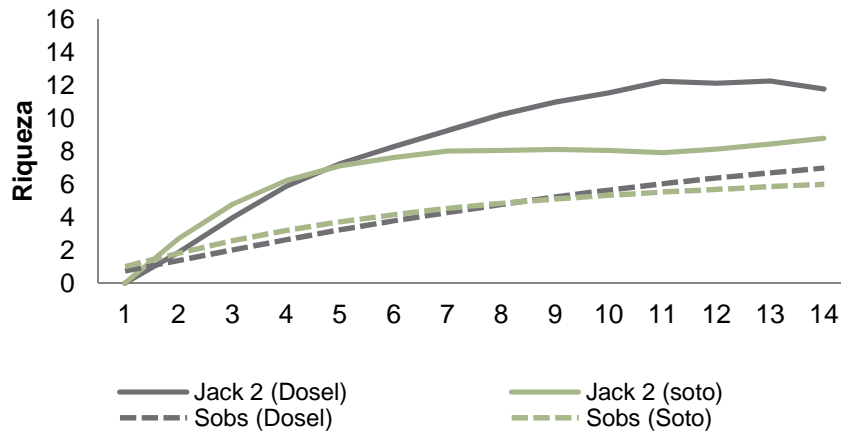


Figura 19. Curva de acumulación para las mariposas frugívoras registradas en 14 trampas durante 48 horas en los estratos verticales del bosque en la reserva Námaku, según el estimador Jackknife 2

8.3 ESPECIES CON POTENCIAL PRODUCTIVO

A partir de una comparación del inventario general con los manuales de cría de Mulanovich, (2007), Montero (2007), Pro-Export y IAvH, (2003) y sitios web sobre cría y venta de mariposas se seleccionaron 25 especies con potencial de comercialización, la información de las plantas hospederas se obtuvo mediante la comparación del catálogo de Beccaloni et al., 2008, con las listas de plantas presentadas por Pro-Sierra (2011) y Gutiérrez, (2009). A continuación se presenta en una tabla que sintetiza la información recopilada.

Tabla 7. Lista de especies con potencial económico e información ecológica

| Especie | Distribución Espacial | Distribución Temporal | Hábitat | Abundancia | Planta Hospedera | Plantas reportadas en la S.N.S.M. |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--|---|
| <i>Archaeoprepona amphimachus</i> | México - Amazonas | julio – noviembre | Dosel y Borde de bosque | Escasa | <i>Cinnamomun, Nectandra, Persea (Lauraceae) Annona</i> | <i>Nectandra acutifolia, N. globosa y Persea americana.</i> |
| <i>Archonias brassolis</i> | C. America- Argentina | mayo y septiembre | Zona abierta y borde de bosque | Escasa | <i>Loranthaceae</i> | <i>Oryctanthus cordifolius, Phtirusa adunca</i> |
| <i>Caligo telamonius</i> | México- Amazonas | septiembre | Borde de bosque | Común | <i>Heliconia, Calathea, Mussa y Coffea sp.</i> | <i>Calathea lutea, Heliconius bihai, H. lathispatha, Musa sp.</i> |
| <i>Callicore texa</i> | C. America- Brasil | octubre - noviembre | Claros y borde de bosque | Escasa | <i>Paullinia, Serjania, Cardiospermum y Alliophilus sp .</i> | <i>Paullinia macrophylla, Serjania paniculata</i> |
| <i>Colobura dirce</i> | México - Norte de Argentina | abril - septiembre | Claros de bosque | Escasa | <i>Cecropia, Cassia, Inga y Eucaliptus sp.</i> | <i>Cecropia petalta (guarumo), inga sp (Guamo)</i> |
| <i>Danaus gilippus</i> | Estados unidos - Argentina | mayo-septiembre | Zona abierta | Común | <i>Apocinaceae</i> | <i>Calotropis procera</i> |
| <i>Dryas iulia</i> | Neotropico | todo el año | Zona abierta | Común | <i>Passifloraceae</i> | <i>Passiflora vitifolia</i> |
| <i>Fountainea ryphea</i> | México - Amazonas | octubre - noviembre | Borde de bosque | Escasa | <i>Croton sp. (Euphorbiaceae)</i> | |
| <i>Heliconius erato</i> | Neotropico | mayo-septiembre | Borde de bosque | Abundante | <i>Passiflora arbórea, P.capsularis,</i> | <i>P. arborea</i> |
| <i>Papilio thoas</i> | América. | septiembre | Bosque y zonas abiertas | Escasa | <i>Pipper sp (Pipperaceae) Citrus sp. (Rutaceae)</i> | <i>Pipper aduncum</i> |
| <i>Historis odius</i> | Neotropico | abril - septiembre | Borde de bosque | Común | <i>Cecropia obtusifolia, C. petalta</i> | <i>C. obtusifolia, C. petalta</i> |

| Especie | Distribución Espacial | Distribución Temporal | Hábitat | Abundancia | Planta Hospedera | Plantas reportadas en la S.N.S.M. |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|--|--|
| <i>Hypoleria lavinia</i> | N. América-Brasil | todo el año | Interior de bosque | Abundante | <i>Cestrum</i> y <i>Solanum</i> sp (<i>Solanaceae</i>) | <i>Solanum bicolor</i> , <i>S. Jamaicensis</i> . |
| <i>Lycorea ilione</i> | México - Bolivia | abril | Claros de bosque | Rara | <i>Ficus</i> sp. (<i>Moraceae</i>), <i>Jacaratia</i> y <i>Carica</i> sp. | <i>Ficus glabrata</i> (Higuerón) |
| <i>Lycorea halia</i> | C. América-Argentina | abril | Claros de bosque | Escasa | <i>Carica papaya</i> , <i>Ficus</i> . | |
| <i>Marpesia berania</i> | México - Perú | julio - octubre | Zona abierta | Abundante | <i>Anacardiaceae</i> , <i>Moraceae</i> , <i>Rutaceae</i> | <i>Ficus citrifolia</i> , <i>Anacardium excelsum</i> |
| <i>Memphis moruus</i> | México - Argentina. | abril - julio | Dosel del bosque | Común | <i>Nectandra globosa</i> , <i>N. acutifolia</i> | <i>Nectandra globosa</i> , <i>N. acutifolia</i> |
| <i>Memphis philumena</i> | México - Bolivia y Brasil | julio | Borde de bosque | Rara | <i>Cinnamomun</i> , <i>Ocotea</i> y <i>Nectandra</i> sp (<i>Lauraceae</i>) | <i>Ocotea calophyla</i> , <i>N. acutifolia</i> , <i>N. turbacensis</i> y <i>N. Globosa</i> |
| <i>Morpho helenor</i> | Neotropico | todo el año | Dosel del bosque | Abundante | <i>Mucuna</i> , <i>Machaerium</i> y <i>Pterocarpus</i> sp. | <i>Mucuna mutisiana</i> , <i>Machaerium glabratum</i> . |
| <i>Oleria amalda</i> | Colombia, Ecuador | julio - septiembre | Interior de bosque | Común | <i>Solanaceae</i> | <i>Solanum bicolor</i> , <i>S. Jamaicensis</i> . |
| <i>Phoebis argante</i> | México-Perú. | todo el año | Zona abierta | Abundante | <i>Inga</i> sp. (<i>Leguminosae</i>) | <i>Pithecelobium longifolium</i> , <i>guamo</i> . |
| <i>Prepona laertes</i> | México – Brasil | abril - septiembre | Dosel del bosque | Escasa | <i>Melicoccus</i> sp. <i>Hirtella</i> , <i>Cryobalanus Inga</i> , <i>Zygia</i> , <i>Andira</i> sp. | <i>Andira inermis</i> , <i>Melicoccus bijugatus</i> . |
| <i>Pterourus menatius</i> | C. America - Argentina | julio a septiembre | Interior de bosque | Baja | <i>Persea caerulea</i> (<i>lauraceae</i>) | <i>Persea caerulea</i> , <i>P. americana</i> |
| <i>Parides anchises</i> | C. América – Ecuador | julio-septiembre | Dosel – Borde de bosque | Común | <i>Aristolochia maxima</i> , <i>A. morae</i> | |
| <i>Parides iphidamas</i> | C. América- los Andes. | todo el año | Dosel-Borde de bosque | Abundante | <i>Aristolochia maxima</i> | |
| <i>Rhetus periander</i> | | septiembre | Sotobosque-Borde | Común | ? | |

9 DISCUSIÓN

9.1 GENERAL.

En la Sierra Nevada de Santa Marta actualmente se encuentran disponibles solo dos estudios sobre mariposas, realizados por Erazo y Gonzales (2008) para el santuario Los Besotes y por Vargas et al., (2011) para la reserva las Delicias, los cuales fueron las referencias principales para comparar este trabajo. El valor de riqueza obtenido (71 especies) representó el 14% de las registradas para la sierra, siendo similar al de la reserva las Delicias (66 especies) e inferior al registrado en los Besotes (180 especies) que abarca un área mayor a lo largo de un gradiente altitudinal desde los 190msnm hasta los 1680msnm y por consiguiente alberga más especies.

Analizando la distribución de las especies con preferencia por el bosque en Námaku, solamente cuatro de ellas se encuentran registradas tanto en las Delicias como en Los besotes (*Morpho helenor*, *Mechanitis polymnia*, *Lycorea halia* e *Hypoleria ocalea*) por lo que al parecer, estas especies están ampliamente distribuidas en los bosques de la Sierra; vale la pena resaltar que las especies dominantes en el bosque de Námaku *P. timna* y *H. lavina* no se encontraron relacionadas en las otras dos reservas. En general la similitud entre los tres inventarios se debe a las especies generalistas que presentan una distribución mayor, compartiendo 28 de las 43 especies registradas en la zona Abierta.

Nueve de las 71 especies encontradas durante los muestreos no habían sido reportadas en la Sierra Nevada, estas fueron: *Detritivora hermodora*, *Rekoa marius*, *Euptychia westwoodi*, *Itomia xenos*, *Battus crassus laepidus*, *Parides iphidamas*, *Parides panares*, *Pterourus menatius laetitia* y *C. laverna*.

Las curvas de acumulación mostraron que el inventario general de las mariposas frugívoras está completado en un 72%, el inventario de la zona abierta en un 76%, y el de la Reserva Námaku (Bosque Conservado) se completó entre un 76 a 86%; por lo tanto en muestreos futuros a medida que se aumente el esfuerzo de muestreo, pueden seguir registrándose más especies. Sería recomendable muestrear principalmente las mariposas frugívoras en los dos tipos de Bosque ya que las trampas mostraron poca eficacia para registrar datos de abundancia.

El patrón de distribución de las especies por familia encontrado en este estudio: Nymphalidae > Pieridae > Papilionidae > Riodinidae > Lycaenidae, fue similar al de Erazo y Gonzales (2008) y Vargas et al., (2011). Las especies colectadas en las tres coberturas pertenecen en su mayoría a la familia Nymphalidae, ya que esta familia incluye especies que utilizan diversos recursos alimenticios como; néctar, minerales disueltos, frutos podridos, y materia orgánica en descomposición, además es generalista respecto a los hábitats que ocupan sus especies (Guevara, 2004)

La proporción de especies pertenecientes a Pieridae fue importante, con 10 especies de abundancias altas registradas principalmente en la finca, lo cual era de esperar ya que son especies vágiles y asociadas con ambientes con alteraciones antropogénicas (Luna et al., 2008).

La familia Papilionidae, tuvo una representación más importante en el Bosque Conservado, donde las poblaciones abundantes de *Parides* utilizan el dosel y los claros de bosque como hábitat, los individuos de esta familia necesitan espacios amplios donde desarrollar interacciones ecológicas que incluyen comportamientos territoriales, cortejo y alimentación, una abundancia alta de estos individuos solo

ocurre cuando las plantas hospederas también lo son (Tyler et al.,1994) también se observaron especies en la zona abierta ya que algunas fuentes de néctar se localizan en el borde colindante a la finca o cerca de rastrojos.

Las bajas proporciones de especies registradas de las familias Riodinidae y Lycaenidae en todos los hábitats evaluados pueden estar relacionadas con sesgos en las capturas debido a los colores crípticos y opacos de las especies (Vargas et al., 2011) además los Riodinidos muestran preferencia por el estrato arbóreo que sumado al tamaño pequeño de estas especies, las probabilidades de captura son menores (Guevara, 2004)

9.2 RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

Las zonas intervenidas presentaron mayor diversidad, riqueza y abundancia que el bosque. Estas respuestas positivas ante el disturbio, se han observado en distintos estudios como los de Araujo (2000), Wood (1999), Brown (1997), Millan et al., (2009), Horner-Devine et al., (2004), Prieto y Constantino (1996).

Una posible razón, por la cual se registró una alta diversidad en el área abierta, es que el paisaje no presenta un porcentaje de transformación suficiente para causar un descenso en la diversidad de mariposas. Seguramente, si en la zona de estudio las actividades agropecuarias hubiesen sido intensivas, la diversidad de mariposas hubiera sido baja, como se ha registrado en paisajes altamente fragmentados en los estudios de Abos (2002), Hernández et al., (2003), Montero et al., (2005) y Tobar (2004); sin embargo en la zona de estudio el tipo de agricultura empleado no es intensivo, y además alrededor de las parcelas de cultivo persisten fragmentos de bosque de galería desde los cuales pueden inmigrar especies hacia la zona abierta (Beck y Shulze, 2000)

La ubicación de las zonas de cultivo, cercana a los bosques contribuye a su mayor riqueza, porque pueden ser frecuentadas tanto por las especies de áreas abiertas, especies generalistas y algunas comunes en el bosque Horner-Devine et al., (2003); esta condición, también favorece a especies que dependen del bosque en estado larval y habitan como adultos en zonas abiertas Katoh et al., (2009). En este estudio se pudo observar como 13 de las 43 especies registradas en la finca, pasaban la mayor parte del tiempo volando sobre árboles ubicados en el borde de bosque; estas fueron: *Actinote sp.*, *Heliconius erato*, *Historis odius*, *Papilio thoas*, *Pareuptychia ocirhoe*, *Parides eurimedes*, *P. iphidamas*, *P. sesostris*, *P. anchises*, *Rethus. periander* y *Nica flavilla*, *Dircenna dero*, e incluso se registró la especie *Archonias brasolis* considerada como indicadora de bosque secundario (Andrade, 1998).

La heterogeneidad ambiental, pudo ser otra causa de la alta riqueza y abundancia en las zonas intervenidas. Según Brown (1997) este factor tiene una correlación positiva y significativa con la diversidad de mariposas. Ya que los hábitats heterogéneos ofrecen una variedad de nichos que brindan soporte a una cantidad mayor de especies (Araujo, 2000)

Aunque en la zona Abierta la cobertura vegetal es poca, su heterogeneidad se encuentra determinada por distintos microhabitats sobre los cuales cada especie tiene sus preferencias; por ejemplo, en la orilla de las quebradas se acercaban para ingerir nutrientes: *M. berania*, *D. iulia*, *A. cytherea*, *R. periander*, *T. anieta*, *P. thoas*, *H. erato*, entre otras. Muchas especies permanecían sobre la vegetación herbácea mezclada con plantas pioneras al margen de los cultivos, donde proliferan las Verbenáceas que son fuente importante de néctar para los adultos (Millán et al., 2009). Los caminos también fueron microhabitats diferenciables con especies atraídas por el excremento de los animales ej. *Eurema*, *Phoebis* y *janatella* sp., y sobre la cima de las colinas se capturaron varias especies, ya que

estos sitios son utilizados por los insectos como corredores para su dispersión. En conjunto la variedad de elementos del paisaje dentro de un área limitada crea un mosaico responsable de la alta diversidad en un sistema agrícola (Kato et al., 2009), Abos (2002)

Las diferencias en la riqueza entre la zona de borde y bosque, pudieron deberse a que la estructura de la vegetación en el borde permite la entrada de más luz, y a que en estas zonas de transición confluyen las plantas alimenticias y recursos florales del bosque junto a las plantas pioneras que inician la sucesión secundaria, muchas de las cuales también son recursos alimenticios para las mariposas (Brown, 1997)

El bajo número de especies registradas en la reserva Námaku (Bosque Conservado) pudo estar relacionado con las condiciones ambientales de este sitio, con poca luz y calor debido a la concentración de neblina y a las lluvias. En todos los muestreos se observó que a partir de las 11 am disminuía la actividad de las mariposas, reduciendo directamente la probabilidad de registrar especies raras tanto en los transectos como en las trampas; este hecho pudo ser determinante en la riqueza baja de esta zona, ya que según mostro la curva de distribución de abundancias en este sitio el ensamblaje es poco uniforme con tres especies abundantes y las especies raras fueron las que más contribuyeron al aumento de la riqueza. También cabe la posibilidad de que este fragmento de bosque secundario haya perdido especies, no obstante, esto no se puede confirmar ya que no hay estudios anteriores ni estudios en un bosque primario o extenso en la zona.

9.3 COMPOSICIÓN DE ESPECIES

Un efecto de la fragmentación es la pérdida gradual de especies dependientes del bosque y aumento de especies de borde a medida que el hábitat se degrada (Wood, 1998). El análisis de clasificación mostro que la composición y estructura de las mariposas frugívoras en las dos coberturas es distinta; esta diferencia fue ocasionada porque en la zona de borde incrementaron las especies de Satyrinae, Biblidinae, y Charaxinae (del genero *Memphis*), dichas subfamilias se han asociado a bosques fragmentados o a bosques intervenidos por explotación forestal moderada (Ribeiro y Freitas 2012) ya que sus plantas hospederas son especies de borde favorecidas por el proceso de fragmentación (Uehara-Prado et al., 2007). Fue notable el incremento de las especies *Hermeuptychia hermes* (11% de los individuos) y *Pareuptychia ocirhoe* (33%), estas especies son oportunistas, comunes en los pastizales donde utilizan como hospederas a por lo menos 13 especies de gramíneas de las familias Poaceae y Cyperaceae (Wood, 1999)

La ausencia de *H. hermes* y de *P. ocirhoe* en el bosque, sugiere que este sitio mantiene un buen estado de conservación, en el sentido de que no presenta un nivel de intervención que permita el establecimiento de estas especies y de sus plantas alimenticias que son comunes en áreas degradadas. Solo hubo una especie asociada a ambientes intervenidos, y fue *Tegosa anieta* con 2 individuos. En el bosque las especies dominantes *P. timna*, *H. Lavinia*, y *M polymnia* están asociadas a ambientes húmedos y sombreados, pero sus plantas huéspedes son comunes en fragmentos pequeños y en bordes lo que favorece su abundancia en estos tipos de cobertura (Kattan y Muriel, 2008).

El análisis Anosim determino que la composición del ensamblaje de mariposas frugívoras entre el dosel y sotobosque no es diferente. Sin embargo es posible que al aumentar el esfuerzo de muestreo pueda detectarse un patrón de distribución

vertical, teniendo en cuenta que hubo 10 especies registradas específicamente en el dosel o en el sotobosque a pesar de sus bajas abundancias. Estas correspondieron a *M. philumena*, *M. moruus*, *F. ryphea*, y *A. amphimachus* de la subfamilia Charaxinae asociada generalmente al dosel y la mayoría de especies encontradas en el sotobosque eran de la subfamilia satyrinae, asociada generalmente al sotobosque (DeVries y Walla, 2001). DeVries y Walla (2004) mencionan que algunas especies tienden a ocupar uno de los dos estratos, siendo un patrón consistente que puede darse incluso en sitios con disturbio natural y borde de bosque (DeVries y Walla, 2001). En este estudio la mayoría de especies con preferencia por el dosel se registraron en el borde, mientras que en el interior del bosque pocas especies mostraron indicios de tener estratificación vertical, probablemente porque las trampas mostraron menor eficiencia en esta zona dadas las condiciones poco favorables para el muestreo.

La zona abierta presentó una riqueza muy superior a las coberturas de borde y bosque, sin embargo, la mayoría de las especies fueron de géneros asociados a hábitats con estructura de vegetación simple como *Dryas iulia*, *H. hermes*, *Phoebis argante*, *Eurema sp.*, *Anartia sp.* (Tobar, 2004) también se observaron *Janatella leucodesma*, *Junonia evarete*, *Leptotes cassius*, *Marpesia berania*, *Rekoa marius* y *Dannaus gilippus*.

9.4 POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS ESPECIES REGISTRADAS.

La mayoría de las especies registradas en este estudio son propias de áreas abiertas o de zonas de borde con un rango geográfico amplio en Centro y Sur America y que por lo tanto al ser comunes en otras zonas muchas ya están siendo criadas, especialmente las que por su apariencia vistosa tienen un costo superior que varía entre los 3 a 8 dólares (precio de las pupas al consumidor final) según

las paginas consultadas, estas especies fueron: *Morpho helenor*, *Caligo telamonius*, *Prepona laertes*, *Archaeoprepona amphimachus*, *Parides iphidamas*, *Lycorea halia* y *Fountainea ryphea*, estas, junto con otras especies relativamente comunes pero con precios inferiores siendo en promedio de 2 dólares: *Colobura dirce*, *Danaus gilippus*, *Dryas iulia*, *Heliconius erato*, *Papilio thoas*, *Historis odius*, *Memphis moruus* y *Phoebis argante* podrían ser difíciles de introducir en el mercado de exportación de pupas, debido a la competencia existente por la sobreoferta en el mercado internacional de algunas especies (Constantino, 2006; Brickenhoff, 1999). Sin embargo, pueden aprovecharse de dos formas a nivel local, ya sea en su liberación en eventos el cual es un servicio que actualmente no existe en la ciudad de Santa Marta y que sería válido proponerlo a la población ya que no hay algún factor que lo impida, y/o utilizarlas como atractivo turístico en un mariposario de exhibición donde se pueda interactuar con estos insectos.

Para un segundo grupo de especies, se encontró una oferta menos abundante, incluso al parecer algunas de ellas actualmente no están siendo criadas, por lo tanto habría que tenerlas en cuenta e investigar su potencia real para la exportación de pupas, algunas tienen un precio de 2 o 3 dólares estas son: *A. brassolis*, *B. crassus*, *C. texa*, *L. ilione*, *M. berania*, *M. philumena*, *O. amalda*, *P. menatius*, *D. theucharila* y *R. periander*, cabe mencionar que es posible que las mariposas del genero *Parides* que mostraron una alta variedad intraespecifica en la reserva sean compradas por las personas que distribuyen mariposas disecadas a coleccionistas ya que estas tienen interés en especímenes con fenotipos raros; el valor de estas es muy variable, por ejemplo en el sitio de venta theinsectcollector.com se ofrece *P. iphidamas* entre 10 - 50 euros, Pro-EXPORT & IAvH, (2003) mencionan que el comercio de mariposas disecadas se considera una actividad suntuosa y el valor de las especies es determinado por especialistas por lo tanto hay que investigar más sobre el verdadero potencial de estas especies.

Finalmente, la cría de mariposas es una actividad que se ha desarrollado a lo largo de varias décadas sin generar impactos negativos en el ecosistema, siendo más bien beneficiosa para este, ya que depende del mantenimiento de la vegetación nativa del área donde se va a desarrollar y así asegurar las fuentes de alimento, implicando un beneficio mutuo entre el desarrollo de la cría y la vegetación del bosque (Brickenhoff, 1999; CRES, 2012) A partir del seguimiento realizado a las mariposas de la reserva Námaku y Finca las Mercedes se pudo recopilar información importante que permitió obtener una idea general del estado de las poblaciones de cada especie, en base a factores como su tiempo de permanencia en el ecosistema o abundancia, pensando en que es más seguro criar las especies más comunes y abundantes en el área sobre las cuales no cabe posibilidad de generar impactos negativos. Por esta razón se excluyeron las especies raras observadas especialmente en la reserva a excepción de *L. ilione* y *M. philumena* siendo incierto si pertenecen a poblaciones locales que están disminuyendo o si más bien se trataba de especies que utilizaban la reserva como un corredor de paso hacia otros parches. Teniendo estos criterios de selección presentes sería viable ambientalmente iniciar la cría de las especies seleccionadas, en este estudio se dejan planteados los posibles escenarios en que cada una de estas especies podría utilizarse y a partir de esto se puede iniciar una evaluación para determinar la viabilidad del proceso de cría en el contexto económico de la región y comparar los costos con los beneficios generados.

10. CONCLUSIONES

En total se registraron 71 especies distribuidas en cinco familias: Nymphalidae presentó la mayor riqueza, seguida de Pieridae, Papilionidae, Riodinidae y por último Lycaenidae, coincidiendo en el patrón de riqueza hallado por Vargas et al., (2011). Los cambios en la composición entre sitios fueron significativos; en el Bosque predominaron las subfamilias Morphinae, Papilionidae y Danainae con las especies: *Pseudoscada timna*, *Hypoleria lavinia*, *Morpho helenor* y *Parides iphidamas*; mientras que en el área abierta se destacaron Nymphalinae y Coliadinae con especies de los géneros *Eurema*, *Phoebis*, *Actinote* y *Janatella sp*; en la zona de borde predominaron Satyrinae y Biblidinae, con las especies *Memphis moruus*, *Hermeuptychia hermes*, *Pareuptychia ocirhoe*, *C. terrestris* y *Nica flavilla*.

No fue posible detectar cambios significativos en la estructura y composición en el ensamblaje de mariposas frugívoras a lo largo de los estratos verticales en ninguna de las dos zonas, sin embargo, algunas especies mostraron preferencias por un determinado estrato vertical coincidiendo con lo reportado en otros estudios sobre la distribución de estas especies. Para el dosel estas fueron: *M moruus*, *Archaeopreona amphimachus* y *Prepona laertes*; y en el sotobosque se registraron *Caligo telemonius*, *Taygetis leuctra*, *Cissia terrestris* y *Colobura dirce*.

La reserva mostró menor diversidad en comparación con las zonas más intervenidas: Borde de Bosque y Finca, siendo un patrón consistente a lo largo de todo el periodo muestreado. Posiblemente esto fue consecuencia de una menor heterogeneidad ambiental en la reserva, pues el dosel más abierto y la presencia de plantas típicas del bosque secundario junto con hierbas y rastrojos en la zona de Borde permitieron capturar un mayor número de especies. Por su parte en la finca coincidieron factores que hicieron el espacio abierto más heterogéneo (quebradas, abundantes malezas, caminos, cercanía al bosque) y esto unido a la

facilidad de captura en esta zona abierta permitió registrar el mayor número de especies e individuos.

Aunque el ensamblaje de la reserva fue menos diverso, esta zona es un hábitat importante para especies con preferencia por sitios sombreados y húmedos como, *H. Lavinia*, *P. timna* y *M. helenor*. La finca alberga una mayor diversidad de especies. sin embargo, éstas fueron principalmente especies de amplia distribución, al parecer algunas especies registradas en esta zona también dependen del bosque cercano para su supervivencia.

De las 71 especies registradas aproximadamente 25 tienen potencial para su aprovechamiento económico, estas fueron separadas básicamente en dos categorías, la primera conformadas con especies que pueden ser utilizadas como atractivo turístico o en eventos sociales, y la segunda incluye especies con potencial para vender las pupas al exterior, el costo promedio de estas al público es de 2.5 dólares, sin embargo la viabilidad de económica de este proceso debe determinarse aun.

11. BIBLIOGRAFÍA.

- Abos, P. (2002) El pluricultivo y la presencia de márgenes mantienen la diversidad biológica en los agro-sistemas. *Ecología*, 16, 273-285
- Adams, M. 1973. Ecological zonation and the Butterflies of the Sierra Nevada de Santa Marta. *Journal of Natural History*, 7: 69-78
- Andrade, G., Amat, G., Amat, E. 2007. Libro rojo de los Invertebrados terrestres de Colombia. Bogotá: I.C.N-Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 216p.
- Andrade, G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas físicas y naturales*, 22(84) 407-421
- Araujo, F. (2000). Nymphalid butterflies communities in an Amazonian forest fragment. *Journal of research on the Lepidóptera*, 35, 29- 35
- Arango, L., Montes-R, J., López-P, D., López –P, J. (2007) Mariposas Escarabajos Coprófagos y Hormigas del eco-parque alcázares arenillo. Manizales-Colombia. *Boletín científico del centro de museos de historia natural*, 11, 390-409 p
- Bennet, A. (1998) Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Costa Rica: UICN
- Beccaloni G; Vilorio A; Hall S; Robinson G. (2008) Catalogo de las plantas huésped de las mariposas Neotropicales. *SEA. Monografías tercer Milenio* 8 536 p
- Beck, J., Schultze C. (2000). Diversity of fruit feeding butterflies along a gradient of tropical rainforest succession in borneo with some remarks on the problem of pseudo replicates. *Trans lepid. society*, 51 (2) 89-98
- Brickenhoff, J. (1999). La cría de mariposas: una industria agrícola maravillosa en papel. En XI congreso nacional agronómico. Costa Rica. pp. 521-527

- Brown, K. (1997). Diversity disturbance and sustainable use of Neotropical forest: Insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of insect conservation*, 1, 25-42
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.
- Constantino, L. (2006). Biocomercio sostenible de insectos: estado actual, perspectivas y dificultades del mercado en Colombia con especial referencia a Coleóptera y Lepidóptera. En: XXXIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Comp.) 35-49 p.
- Constantino, L. (2007) En: Andrade, G., Amat, G., Amat, E. (eds.) Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. Bogotá, 109 – 113 p.
- CRES. (2012). Porque Criar Mariposas?. Informe educativo. Disponible en. <http://www.butterflyfarm.co.cr/es/recursos-educativos/el-campo-cientifico/%C2%BFpor-que-criar-mariposas.html> .
- D'Abrera, B. (1981) Butterflies of the Neotropical region Part I: Papilionidae & Pieridae. Landswone editions (Melbourne).
- (1984) Butterflies of the Neotropical region. Part II: Danaidae, Ithomiidae, Heliconiidae y Morphidae. Hill House Publishers. Victoria. Australia.
- (1987) Butterflies of the Neotropical Region Part III: Brassolidae, Acraeidae Nymphalidae. Hill House Publishers. Australia.
- (1987) Butterflies of the Neotropical region Part IV: Nymphalidae. Hill House Publishers. Victoria. Australia.
- (1988) Butterflies of the Neotropical region. Part V: Nymphalidae, Satyridae. Hill House. Publishers. Victoria. Australia.
- (1994) Butterflies of the Neotropical Region. Riodinidae. Hill House Publishers. Australia
- (1995) Butterflies of the Neotropical Region. Part VII: Lycaenidae. Hill House Publishers. Australia.

- DeVries, P., Walla T. (2001) Species diversity and community structure in Neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological journal of the linear society*. 74, 1-15
- DeVries, P., Walla, T (2004) Modeling vertical beta diversity in Neotropical butterfly communities. *Oikos* 107: 610-618
- Díaz, J., Ávila, L. (2002). Sondeo del mercado mundial de mariposas. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 38 p.
- Erazo, M., Gonzales, A. (2008). Mariposas. En: Rodríguez J, Rueda J, Gutiérrez T. (eds.). Guía ilustrada del santuario de vida silvestre los Besotes, Valledupar, Colombia. Series de guías tropicales de campo N°7: Panamericana 71p.
- Ehrlich, P., Raven, P. (1964). Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18(4) 586 – 606.
- Fermon, H., Walter, M., Muhlenberg, M. (2003). Movement and vertical stratification of fruit feeding butterflies in a managed West African rainforest. *Journal of insect conservation*, 7, 7-19
- Fundación SIRUA, & Fauna y Flora Internacional. (2006). Centro de manejo de vida silvestre Awacachi, plan de manejo. pp. 33 – 35
- Gómez R., Tabares E. (2007) Economía y usos de la biodiversidad: Instituto Alexander von Humboldt, CorpoAmazonía. 309pp.
- Guevara, S. (2004). Caracterización de las comunidades de mariposas de cinco unidades de paisaje en los municipios de San José del Guaviare y el Retorno. Tesis. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Universidad Javeriana.
- Gutiérrez, Y. (2009). Uso de suelo vegetación ribereña y calidad del agua de la microcuenca del río Gaira, Santa Marta Colombia. Tesis de grado, Centro agronómico de investigación y enseñanza. Costa Rica.
- Harvey, C; Sáenz; Montero, J. (2007). Conservación de la biodiversidad en agropaisajes de Mesoamérica: ¿Qué hemos aprendido y que nos falta conocer?. Costa Rica: INBio 579 p.

- Hernandez B, Maes J, Harvey C, Vilchez S, Medina A & Sanchez D. (2003). Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas Nicaragua. *Agroforesteria en las Américas*, 10 (39): 93- 102
- Hincapié, N. 2001. Contribución al conocimiento del orden Lepidóptera en la región de Santa Marta, Colombia. Tesis. Universidad del Magdalena. Colombia.
- Horner, C., Gretchen, C., Ehrlich, P., Boggs, C. (2003). Countryside Biogeography of Tropical Butterflies. *Conservation Biology*, 17(1) 168 – 175M
- Karlsson, B., Dick, H. (2005). Does habitat fragmentation affect temperature related life history traits? a laboratory test with a woodland butterfly. *Proceedings of the Royal Society*, 272, (1569), 1257-1263.
- Kattan, G., Franco, P., Rojas, V., Morales, G. (2004). Biological diversification in a complex region: spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *J. of biogeography* 31, 1829-1839
- Kato, K., Sakai, S., Takahashi, T. (2009) Factors maintaining species diversity in satoyama, a traditional agricultural landscape of Japan. *Biological Conservation*, 142, 1930-1936 p
- Lamas, G. (2008) Systematics of butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) in the world: current state and future perspectives. En: Llorente-Bousquets, J. y Lanteri, A. (eds.). *Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos*. Las prensas de las ciencias México UNAM 57-70 p.
- LeCrom, JF.; Constantino, L.M.; Zalazar, J.A. (2002). Mariposas de Colombia, Tomo I: Papilionidae. Industrias Leader Ltda. Bogotá
- LeCrom, J.F.; Constantino, L.M.; Zalazar, J.A.; Bousquets, J. (2004). Mariposas de Colombia Tomo II: Pieridae. Industrias Leader Ltda. Bogotá.
- Luna, M., Llorente, j., Martínez, A. (2008). Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla México, (Insecta: Lepidóptera) *Biología Tropical*, 56: 1677-1716.

- Magurran, A. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science. 256 p
- Mackinnon, J.R (1990) *Manejo de áreas protegidas en los trópicos*. Suiza: Unión internacional para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales 91- 92
- Martinez, R. (2005) *Estudio de factibilidad económico para la recolección-cria y comercialización de mariposas en la comunidad de peña roja de la amazonia colombiana*. Colombia. Fundación NATURA
- Millán, C., Chacón, P; Giraldo, A. (2009) *Estudio de la comunidad de Lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de Caloto Cauca- Colombia*. *Boletín científico museo de historia natural*. 13 (1): 185-195
- Ministerio del Medio Ambiente (2002) *Estrategia de Transferencia de Tecnología Ambiental sobre Especies Promisorias de la Fauna y Flora Silvestres*.
- Montero J. (2007) *Manual para el manejo de mariposarios*. INBIO. 204p
- Montero, F., Moreno, M., Gutiérrez, L. (2009). *Mariposas asociadas a fragmentos del Bosque seco Tropical del departamento del Atlántico*. *Boletín científico centro de museos de historia Natural*, 13, (2), 157-173
- Mulanovich, A. (2007). *Guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú*. PROMPEX-IIAP-GTZ 28p.
- Prieto, A., Constantino, L. (1996). *Abundancia, diversidad y distribución de mariposas en el rio Tatabro, Buenaventura, Valle, Colombia*. *Boletín del museo entomológico de la universidad del Valle*, 4, (2), 12 – 17
- Pro-EXPORT Colombia & Instituto Alexander von Humboldt. (2003). *Estudio de Mercado, Mariposas en el Estado de California-Estados Unidos*. Bogotá. 61 pp.
- Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. 2011. *Las comunidades vegetales observables en la Sierra Nevada*. Disponible desde internet en: <http://prosierra.org/biodiversidad/archivos/flora/comunidades.php>

- Raguso, R., Llorente, J. (1997). Papilionoidea. En Gonzales, E., Dirzo, R., R Vogt.(eds.) Historia Natural de los Tuxtlas. Instituto de Biología UNAM. 647pp.
- Ribeiro, D., Freitas, A. (2012). The effect of reduced impact logging on fruit feeding butterflies in central amazon Brazil. *Journal of Insect Conservation* 12 1
- Rojas, A., García M., Arciniega A., Ropain, B., Laverde N., Rodríguez, T., Pinzón, H., Ravelo M., López N., Rúales, Tirado G. Zorro W. (2002). La experiencia del proyecto desarrollo sostenible Eco andino durante el año 2001. Bogotá. 48-57 pp.
- Rueda G, Cotes G, Carbono E, López W, Cantillo M, Serna D, Tamaris C, Cuadrado B, Guerrero F, Zúñiga B, Guerrero R, Deluque J. (2002). Lineamientos de un programa de aseguramiento de la oferta hídrica del rio Gaira a partir de la evaluación de integridad ecológica de la cuenca. DADMA-UNIMAG 94p.
- Takahashi M., Tsuchi, R. (1969). Notes on butterflies from Sierra Nevada de Santa Marta and vicinity. *Reports of faculty of science Zhisuoka university, (4)*, 107 – 112
- Tobar, D., Rangel, O., Andrade, G. (2002) Diversidad de mariposas en la parte alta de la cuenca del rio roble (Quindío-Colombia). *Caldasia*, 24, 393-409
- Tobar, D. (2004). Efecto del hábitat sobre la comunidad de mariposas diurnas en un paisaje fragmentado del norte de Costa Rica. Tesis de grado. CATIE
- Tyler H., Brown, K., Wilson, k. 1994. Swallowtail Butterflies of the Americas. Scientific Publishers. Gainesville. United States of America. 376p.
- UAESPNN. (2005). Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta 2005-2009. 165p.
- UAESPNN. (1998). El Sistema De Parques Nacionales Naturales De Colombia. Colombia: Nomos 103-111 p.
- Uehara-Prado, M., Brown, K., Freitas, A. (2007). Species richness composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest:

comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Global Ecology and Biogeography* 16: 43-54

Vargas M, Martínez N, Gutiérrez L, Prince S, Herrera V, Torres L. (2011). Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea (Lepidóptera) en la reserva natural Las Delicias, Santa Marta, Colombia. *Acta biológica Colombiana*, 16, 1, 43-60

Veddeler D, Schulze C, Steffan I, Buchori D, Tscharntke. (2005) The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit feeding butterflies: effects of isolation and age. *Biodiversity and conservation* 14: 3577-3592

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt 236 p.

Viloria J. (2005). Sierra Nevada de Santa Marta: Economía de sus recursos naturales. *Documentos de trabajo sobre economía regional, Banco de la Republica*, 4, 15-20

Wood B. (1999). The effects of forest disturbance and fragmentation on fruit-feeding butterflies in Trinidad. PhD tesis, The Open University. Trinidad.

12. ANEXOS

12.1 Listado general de especies y abundancias, registradas en borde de bosque, bosque y área abierta, en la reserva Námaku y finca las mercedes SNSM.

| Familia | Subfamilia | Especie | Borde | Bosque | Area abierta |
|--------------------|-----------------------|---|--------------|---------------|---------------------|
| Lycaenidae | <i>Polyommatainae</i> | <i>Itylos</i> sp. | | | 4 |
| | | <i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775) | | | 3 |
| | <i>Theclinae</i> | <i>Arawuacus togarna</i> (Hewitson, 1867) | | | 7 |
| | | <i>Rekoa marius</i> (Lucas, 1857) | | | 4 |
| | | <i>Strymon</i> | | | 1 |
| Nymphalidae | <i>Biblidinae</i> | <i>Callicore texa</i> (Hewitson, 1855) | 1 | | |
| | | <i>Nica flavilla</i> (Godart, 1824) | 7 | 1 | 2 |
| | <i>Charaxinae</i> | <i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775) | 1 | 1 | |
| | | <i>Memphis philumena</i> (Doubleday, 1849) | 1 | | |
| | | <i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775) | 6 | | |
| | | <i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775) | 2 | | |
| | | <i>Prepona laertes</i> (Fruhstofer, 1905) | | 4 | |
| | <i>Cyrestinae</i> | <i>Marpesia berania</i> (Hewitson, 1852) | | | 11 |
| | | <i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775) | | | 1 |
| | <i>Danainae</i> | <i>Ceratinia tutia</i> (Hewitson, 1852) | | 2 | |
| | | <i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775) | | | 8 |
| | | <i>Dircenna dero</i> (Hubner, 1823) | | 1 | 3 |
| | | <i>Hypoleria lavinia</i> (Hewitson, 1855) | | 58 | |

| Familia | Subfamilia | Especie | Borde | Bosque | Area abierta |
|----------------|----------------------|---|--------------|---------------|---------------------|
| | | <i>Hypoleria ocalea</i> (Doubleday, 1847) | | 5 | |
| | | <i>Hypothyris lycaste</i> (Haensch, 1909) | | 2 | |
| | | <i>Ithomia iphianassa</i> (Doubleday, 1847) | | 1 | |
| | | <i>Ithomia xenos</i> (Bate, 1866) | | | 1 |
| | | <i>Lycorea halia</i> (Hubner, 1816) | | 2 | 1 |
| | | <i>Lycorea ilione</i> (Cramer, 1775) | | 1 | |
| | | <i>Mechanitis polymnia</i> (Linnaeus, 1758) | | 33 | |
| | | <i>Melinaea ethra</i> (Godart, 1819) | | 1 | |
| | | <i>Oleria amalda</i> (Hewitson, 1857) | | 10 | |
| | | <i>Pseudoscada timna</i> (Hewitson, 1855) | 1 | 61 | |
| | <i>Heliconiinae</i> | <i>Actinote pellenea</i> | | | 21 |
| | | <i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775) | | | 6 |
| | | <i>Heliconius erato</i> (Staudinger, 1882) | | | 11 |
| | <i>Limenitidinae</i> | <i>Adelpha cytherea</i> (Linnaeus, 1758) | 1 | | 2 |
| | <i>Morphinae</i> | <i>Caligo telamonius</i> (Felder, 1862) | 2 | | |
| | | <i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776) | | 25 | |
| | | <i>opsiphanes cassina</i> Felder, 1862 | 1 | | |
| | | <i>Opsiphanes bogotanus</i> Distant (1875) | | | |
| | <i>Nymphalinae</i> | <i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758) | | | 24 |
| | | <i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763) | | | 3 |
| | | <i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758) | 2 | 1 | |
| | | <i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775) | 3 | | 1 |

| Familia | Subfamilia | Especie | Borde | Bosque | Area abierta |
|---------------------|----------------------|---|--------------|---------------|---------------------|
| | | <i>Hypanartia lethe</i> (Fabricius, 1793) | | | 4 |
| | | <i>Janatella leucodesma</i> (Felder, 1861) | | | 37 |
| | | <i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779) | | | 5 |
| | | <i>Tegosa anieta</i> (Hewitson, 1864) | | 2 | 6 |
| | Satyrinae | <i>Cissia terrestris</i> (Blutter, 1867) | 5 | | |
| | | <i>Euptychia westwoodi</i> (Buttler, 1867) | | | 2 |
| | | <i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1876) | 21 | 2 | 9 |
| | | <i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775) | 7 | | 29 |
| | | <i>Taygetis leuctra</i> (Buttler, 1870) | | 5 | |
| Papilionidae | Papilioninae | <i>Battus crassus</i> (Cramer, 1777) | | 1 | |
| | | <i>papilio thoas</i> (Linnaeus, 1771) | | 1 | 2 |
| | | <i>Parides anchises</i> (Linnaeus, 1758) | | 6 | 1 |
| | | <i>Parides eurimedes</i> (Stoll, 1782) | | | 6 |
| | | <i>Parides iphidamas</i> (Fabricius, 1793) | | 33 | 14 |
| | | <i>Parides panares</i> (Gray, 1853) | | 3 | |
| | | <i>Parides sesostris</i> (Cramer, 1779) | | | 1 |
| | | <i>Pterourus menatius</i> (Hubner, 1819) | | 2 | |
| Pieridae | Pierinae | <i>Archonias brassolis</i> (Fabricius, 1777) | | | 1 |
| | | <i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764) | | | 4 |
| | Dismorphiinae | <i>Dismorphia theucharila</i> (Doubleday, 1848) | | 5 | |
| | Coliadinae | <i>Eurema albula</i> (Cramer, 1776) | | | 43 |
| | | <i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777) | | | 49 |
| | | <i>Eurema leuce</i> (Boidusval, 1836) | | | 5 |

| Familia | Subfamilia | Especie | Borde | Bosque | Area abierta |
|-------------------|-------------------|---|--------------|---------------|---------------------|
| | | <i>Eurema phiale</i> (Cramer, 1775) | | | 28 |
| | | <i>Eurema proterpia</i> (Fabricius, 1775) | | | 1 |
| | | <i>Eurema venusta</i> (Boisduval, 1836) | | | 26 |
| | | <i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775) | | | 22 |
| Riodininae | <i>Riodininae</i> | <i>Calephelis laverna</i> (Godman y Salvin, 1886) | | | 3 |
| | | <i>Detritivora hermodora</i> (Felder, 1861) | | 10 | 5 |
| | | <i>Nymphidium cachrus</i> (Fabricius, 1787) | | | 1 |
| | | <i>Rhetus periander</i> (Cramer, 1777) | 1 | | 4 |
| | | Total general | 62 | 279 | 422 |

12.2 Imágenes de especies con potencial productivo



Archonias tereas



Archaeoprepona amphimachus



Colobura dirce



Battus crassus



Caligo telemonius



Callicore texa



Danaus gilippus



Dryas iulia



Papilio thoas



Historis odius



Hypoleria Lavinia



Lycorea ilione



Lycorea halia



Marpesia berania



Melinaea ethra



Memphis moruus



Memphis philumena



Morpho helenor



Phoebis argante



Prepona laertes



Pterourus menatius



Fountainea ryphea



Heliconius erato



Parides iphidamas