PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Patrones fenológicos de comunidades de mariposas (Lepidoptera: Rophalocera) en un bosque húmedo tropical, Reserva Río Canandé, Esmeraldas (Chocó ecuatoriano)

Disertación previa a la obtención del título de

Licenciada en Ciencias Biológicas

ELISA MAE LEVY ORTIZ

Quito, 2013



A la tierra, por albergar tanta belleza, magia y diversidad, por limpiar los aires, por darnos agua y alimento,

por acoger a tantas especies mientras soporta el abuso de la especie más "evolucionada".





A la consecuencia, porque "solamente la acción encierra la posibilidad de conocimiento"

Sebastián Muñoz (1981-2013)



A la bicicleta, por las alegrías infinitas

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por todo su apoyo en las distintas etapas y circunstancias, por criarnos entre tanto verde, con sentido de igualdad y esfuerzo. A mi familia por todo lo compartido y por los sueños que aún nos falta construir.

A Eduar, por su amor, su paciencia, por compartir tantos sueños y hacer realidad tantas alegrías.

A María F. Checa, por su apoyo incondicional, por ayudarme a construir este trabajo y por llevarme al mundo de las mariposas.

A Álvaro Barragán y Tjitte De Vries por las recomendaciones y observaciones hechas a este trabajo.

Al Ing. Julio Sánchez y a Rafael Cárdenas por su ayuda en la parte bioestadística.

A Keith Willmott, Andrew Warren y María F. Checa por la ayuda con la identificación de los especímenes.

Al museo de invertebrados QCAZ por las facilidades prestadas, en especial a Florencio M. y Fernanda S.

A mis compañeros de Biología, Andre R., MaJo E., Gustavo P., Geova R., Alicia F., Omar R., Miguel D., Xavi, C., Daniela C., Marjo A., Paty M. por todos lo compartido, por el apoyo y la alegría.

A las personas que disfrutaron Canande conmigo, Eduar P., Alicia F., Carlita R., Andrés C., Mónica P., Marjo A., Daniela C., Juan T., Valentina.

A Doña Anita y Don Hugo, por alegrar las entradas y las salidas a la reserva. A Don Jacinto y Jairo, guardaparques de la reserva, por la logística para el ingreso a la reserva.

LISTA DE CONTENIDOS

Agradecimientos…….iv

Lista de contenidos…….v

Lista de figuras……...vii

Lista de tablas…….viii

Lista de anexos……..…... viii

1. Resumen…….1

2. Abstract…….2

3. Introducción……...3

3.1. Generalidades……..3

3.2. Justificación…….7

3.3. Área de estudio……...11

3.4 Objetivos……..13

4. Materiales y Métodos……...14

4.1. Recolección de datos…..…….....14

4.2. Clasificación e identificación…….…….....15

4.3. Análisis bioestadístico…….…….....16

4.3.1. Correlación con variables climáticas.…….....16

4.3.2. Estructura y composición de las comunidades de mariposas.....16

5.1. Resultados……...17

5.1. Resultados generales…….…….....17

5.2. Patrones fenológicos…….....19

5.3. Correlación con variables climáticas…….....21

5.4. Estructura y composición de las comunidades…….....22

6. Discusión……...23

6.1. Patrones fenológicos…….....24

6.2 Correlación con variables climáticas…….....29

6.3. Estructura y composición de las comunidades…….....32

6.4. Cambio climático y mariposas…….....36

6.5. Conservación en la provincia verde…….....40

6.6. Recomendaciones…….....41

7. Literatura citada…...……...44

8. Figuras…...……...53

9. Tablas…...……...60

10. Anexos…...……66

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación de la Reserva Rio Canandé……...53

2. Variación en la riqueza de especies y abundancia con la temperatura promedio diaria…….....53

3. Variación en la riqueza de especies y abundancia con relación a la precipitación total mensual (en mm) registrada desde mayo 2011 a mayo 2012…….....54

4. Fenología de las familias de mariposas registradas en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012. ……..…….....54

5. Fenología de Nymphalidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012.....55

6. Fenología de las subfamilias de Nymphalidae (riqueza de especies) registradas en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012...…….....55

7. Fenología de Riodinidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012.....56

8. Fenología de Lycaenidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012.....56

9. Fenología de Hesperiidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012.....57

10. Resultado del NMDS en el cual se puede observar las diferencias en la estructura y la composición de las comunidades de mariposas durante el año de muestreo…….....58

11. Fluctuación poblacional de las 8 especies que más contribuyen a la formación de comunidades a lo largo del año. …….....59

LISTA DE TABLAS

1. Abundancia relativa y número de especies por familia…..……...60

2. Abundancia relativa y número de especies de cada subfamilia de Nymphalidae.…….....60

3. Resultados del análisis SIMPER donde se muestran la contribución relativa de las diferentes especies para separar las comunidades de mariposas a lo largo del año y el porcentaje acumulativo de explicación de cada especie.……...…….....61

4. Resultado de la regresión linear en la que se correlaciona el número de especies con la Precipitación Total Diaria…….....64

5. Resultado de la regresión linear en la que se correlaciona el número de individuos con la Precipitación Total Diaria. …….....64

6. Resultado de la regresión lineal en la que se correlaciona el número de especies con la Temperatura Promedio Diaria.…….....64

7. Resultado de la regresión linear en la que se correlaciona el número de individuos con la Temperatura Promedio Diaria…….....64

8. Resultado de la regresión múltiple entre el número de especies y las variables climáticas (Precipitación Total Diaria y Temperatura Promedio Diaria)….....65

LISTA DE ANEXOS

1. Fenología de las especies y morfoespecies recolectadas en la Reserva Rio Canandé desde mayo del 2011 a mayo del 2012 ……..66

2. Fotografías de algunas de las especies de Nymphalidae recolectadas durante el año de muestreo (mayo 2011 - mayo 2012).……..…….…….69

1. RESUMEN

Las mariposas son más diversas en los neotrópicos, aun así existe relativamente poca información sobre su diversidad, ecología, rangos de distribución y más aún sobre su relación con los factores bióticos y abióticos. Se conoce que los insectos, incluyendo las mariposas, son sensibles a pequeños cambios en la temperatura o en los ciclos de lluvias, esto es de gran interés global considerando que el cambio climático es una de las principales amenazas para la biodiversidad. Con el objetivo de determinar los patrones fenológicos, la relación con el clima y analizar la estructura y composición de las comunidades de mariposas de un bosque húmedo tropical del Chocó ecuatoriano, se realizó un muestreo con red, de mayo del 2011 a mayo del 2012 en la Reserva Río Canandé. Se recolectaron 324 individuos de 106 especies, agrupadas en 5 familias. La mayor abundancia y diversidad fue registrada durante los meses de mayor precipitación, y la única disminución poblacional marcada fue hacia los meses que antecedieron la época de menor precipitación. Así mismo, resultados de las regresiones lineares simples y múltiples mostraron una relación significativa con la temperatura y la precipitación. Estos resultados podrían estar relacionados a una mayor disponibilidad de alimento para los adultos, así como una mayor producción de hojas para las larvas en las épocas de mayor precipitación. Al analizar la composición y estructura de la comunidad de mariposas se observó una gran variación a lo largo del año. La fluctuación mensual de la diversidad fue definida por las especies raras, algo que ha sido observado en otras poblaciones de mariposas neotropicales.

Palabras clave: Chocó ecuatoriano, Lepidoptera, lluvia, muestreo con red, patrones fenológicos, temperatura.

2. ABSTRACT

Butterflies are more diverse in the neotropics, even so, there is relatively little information about their biodiversity, ecology, distributional ranges and even less about their relation with biotic and abiotic factors. It is known that insects, including butterflies, are sensible to small changes in temperature and rainfall cycles, and this is of global interest considering that global warming is one of the main threats to biodiversity. In order to determine the phenological patterns, the relation with climate and analyze the structure and composition of the butterfly communities of a tropical rainforest of the Ecuadorian Chocó, a sampling was made using net, from May 2011 till May 2012 in the "Río Canandé" Reserve. 324 individuals of 106 species were collected, grouped into 5 families. The highest abundance and diversity was registered during the months of highest precipitation, and a marked population decline was observed during the months preceding the time of lower rainfall. Also, the results of the simple and multiple linear regressions showed a significative relation to temperature and precipitation. These results could be related to increased availability of food for adults as well as increased production of new leaves for the larvae, during the periods of higher rainfall. When analyzing the composition and structure of the butterfly community a wide variation was observed throughout the year. The monthly fluctuation of diversity was defined by rare species, these have also been observed in other populations of neotropical butterflies.

Key words: ecuadorian Chocó, net sampling, Lepidoptera, rainfall, phonological patterns, temperature.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. Generalidades

Los trópicos albergan la mayor biodiversidad de especies por una serie de factores bióticos y abióticos, entre los cuales resaltan la complejidad y heterogeneidad de los ecosistemas tropicales y mayor estabilidad de los factores ambientales a lo largo del año, en comparación con zonas templadas. Esto ha permitido que las especies tropicales tengan más oportunidades de dispersarse y colonizar una gran diversidad de hábitats apropiados, además al tener una mayor exposición solar las comunidades de plantas son más productivas, lo que promueve una mayor diversidad de recursos y de consumidores (Lomolino *et al.,* 2010).

Las mariposas no son la excepción, hay un claro gradiente latitudinal en la distribución de este grupo, se estima que existen 20 000 especies de mariposas (Lepidoptera: Rophalocera) a nivel mundial, y el 90% de las especies, es decir 18 000 especies están en los trópicos (Bonebrake *et al.,* 2010). Lamas (2004) estima que en los Neotrópicos existen 7 780 especies de mariposas.

El Ecuador por su ubicación y topografía, altamente influenciada por la presencia de los Andes, posee un sinnúmero de ecosistemas, los cuales han permitido que por millones de años las especies diverjan según los recursos de cada hábitat, y exista una gran biodiversidad (Lomolino *et al.,* 2010). Se estima que en el país existen aproximadamente 4 000 especies de mariposas (51.39% de las especies del Neotrópico y 20% de la población mundial), lo cual lo sitúa entre los 3 países más diversos del mundo conjuntamente con Perú y Colombia (Willmott y Hall, 2001), en comparación con países más extensos, como Brasil, en el cual se estima hay 3 300 especies (Brown, 1996).

Por su gran diversidad en mariposas el Ecuador ha atraído la atención de muchos científicos quienes han realizado estudios sobre la diversidad, abundancia, distribución, ecología y otros aspectos de este grupo (Raguso, 1993; DeVries *et al.,* 1997, 1999; Murray, 2000; Willmott y Hall, 2001; DeVries y Walla, 2001; Checa, 2008; Checa *et al.,* 2009; Hill, 2010; DeVries *et al.,* 2012). En base a estos estudios en mariposas se ha logrado ampliar el conocimiento sobre la diversificación tropical de los insectos, su ecología, evolución y requerimientos para su acertada conservación (Caldas y Robbins, 2003; Bonebrake *et al.,* 2010; DeVries *et al.,* 2012); además de recalcar la importancia de las mariposas y los insectos en los ecosistemas.

Las mariposas, así como otros insectos, juegan varios papeles cruciales en el equilibrio de los ecosistemas, la relación cercana entre las mariposas y sus plantas hospederas ha sido crucial para explicar la megadiversidad florística en los trópicos, además la diversidad de interacciones que tienen con plantas, depredadores, parasitoides y otras especies, también son claves para la diversidad y dinámica poblacional en los bosques (Hamilton *et al.,* 1999; Lomolino *et al.,* 2010; Wilson y Maclean, 2011). A más de su importancia ecológica, las mariposas han sido extensamente utilizadas como bioindicadores, ya que tienen relaciones muy estrechas con sus plantas hospederas, algunas son especie-especificas y su fisiología las hace muy sensibles a cambios en el ambiente, ya que son organismos ectotérmicos (su temperatura corporal depende del medio externo) (Wolda, 1988; Scoble, 1995; Lomolino *et al.,* 2010; Wilson y Maclean, 2011). Aun así, algunos estudios manifiestan que se deben usar varios grupos a la vez, para obtener mejores resultados sobre el estado o características de un determinado ecosistema, o sobre el impacto de alguna actividad sobre dicho ecosistema (Bonebrake *et al.,* 2010).

Adicionalmente, las mariposas tienen una amplia distribución, gran diversidad, ciclo de vida corto, además de una taxonomía relativamente resuelta y amplia información sobre su ecología ha sido publicada (Scoble, 1995; Robbins *et al.,* 1996; Osborn *et al.,* 1999; Brown y Freitas, 2000; Caldas y Robbins, 2003; Fleishman *et al.,* 2005; Bonebrake *et al.,* 2010).

Siendo especies claves para mantener la biodiversidad de nuestros bosques, las mariposas están constantemente amenazadas. La rápida pérdida de hábitat y fragmentación de bosques primarios está entre las principales amenazas de la biodiversidad tropical, incluyendo las especies de mariposas (Brown y Freitas, 2000; Bonebrake *et al.,* 2010; Laurance *et al.,* 2011). Sin embargo los diferentes grupos de mariposas pueden tener diferentes reacciones ante perturbaciones antropogénicas, según sus capacidades de adaptación y dispersión, así como de sus requerimientos (Bonebrake *et al.,* 2010). Mientras las especies que tienen plantas hospederas específicas se ven drásticamente afectadas por la fragmentación de los bosques, las especies generalistas se ven beneficiadas por estos fenómenos, así como las especies que prefieren áreas abiertas y de mayor luminosidad, a diferencia de las especies que están acostumbradas a los estratos inferiores del bosque y prefieren menos luminosidad (Stefanescu *et al.,* 2011; Laurance *et al.,* 2011).

Otra amenaza relativamente reciente es el cambio climático. Se predice que los efectos del cambio climático sobre las poblaciones de mariposas serán más fuertes en los trópicos, donde habita el 90% de las especies, ya que no están adaptadas a cambios significativos en la temperatura. Los insectos tropicales, comparados con especies de zonas templadas, tienen una tolerancia térmica y capacidades fisiológicas y de aclimatación muy limitadas, y en general tienen nichos térmicos y distribuciones geográficas pequeñas (Harrington *et al.,*

1999; Bonebrake *et al.,* 2010; Wilson y Maclean, 2011; Bonebrake y Deutsch, 2012). Asimismo, los bosques tropicales de tierras bajas, que contienen una alta biodiversidad, son más vulnerables al calentamiento, debido a que los cambios serán más rápidos en estos ecosistemas (Bonebrake y Deutsch, 2012).

Además de la temperatura, otra variable climática que se verá afectada por el cambio climático es la lluvia (ciclos y frecuencias de lluvias) (Azerefegne *et al.,* 2001), y más aun, cambios en el fenómeno de El Niño pueden tener grandes impactos en las dinámicas poblacionales de mariposas en los trópicos (Bonebrake *et al.,* 2010; Srygley *et al.,* 2010).

Al entender como los ciclos climáticos globales y el clima local influencia en las poblaciones de insectos tropicales podemos ser más precisos al momento de predecir los efectos ecológicos del cambio climático (Srygley *et al.,* 2010) y así podremos implementar acciones más efectivas para amortiguar los impactos en países tan megadiversos como el Ecuador.

La información generada por investigaciones continuas y sistematizadas en las que se estudia la ecología de ciertas especies permite entender las fluctuaciones en sus poblaciones; sin embargo, los estudios de comunidades proporcionan información más completa sobre la interacción entre los factores climáticos y las especies de mariposas, al mismo tiempo, la información generada por investigaciones continuas y a largo plazo son esenciales para entender, tanto los patrones expresados por especies, así como los patrones complejos evidenciados a nivel de comunidad (Thorne *et al.,* 2006).

Tanto la fluctuación poblacional como los patrones de diversidad de comunidades mariposas, templadas y tropicales, están fuertemente influenciados por factores climáticos, como temperatura y precipitación, (Brown y Freitas, 2000; Stefanescu *et al.,* 2003:

Menéndez *et al.*, 2007; Checa *et al.*, 2009; Bonebrake *et al.*, 2010) y estos a su vez tienen efectos directos (a mayor temperatura mayor diversidad y número de especies, a menor temperatura mayor mortalidad de adultos y larvas) e indirectos (cambios en el clima modela la disponibilidad de alimentos) sobre las poblaciones (Menéndez *et al.*, 2007).

Datos obtenidos de muestreos biológicos pueden ser usados para comprender mejor las señales de los cambios ambientales, como el cambio climático, al decodificar las señales de las dinámicas biológicas de las especies muestreadas a largo plazo (Menzel *et al.*, 2006; Thorne *et al.*, 2006).

La fenología es el estudio de la secuencia de determinados eventos biológicos, como presencia o ausencia de especies durante un año, tiempo de la eclosión, de vuelo, de ovoposición, migraciones (Pozo *et al.*, 2008) y está siendo usado cada vez más para explorar los efectos del cambio climático y otros factores ambientales que afectan las supervivencia de las especies (Stefanescu *et al.*, 2003; Thorne *et al.*, 2006; Menzel *et al.*, 2006). Los patrones fenológicos de comunidades de mariposas pueden arrojar datos interesantes de cómo se ven afectadas las especies por variaciones climáticas ya que pueden mostrar manifestaciones periódicas o estacionales, y a nivel de especie o de toda la comunidad (Shapiro *et al.*, 2003).

3.2. Justificación

A pesar que en los trópicos habitan aproximadamente el 90% de las especies y que la fauna tropical es potencialmente más vulnerable a cambios en el clima, los estudios sobre la

influencia de factores climáticos y su variación en los patrones fenológicos de estos insectos tropicales son escasos (Bonebrake *et al.,* 2010).

Estos estudios han concluido que las variables si influyen sobre la población, pero se han encontrado algunas diferencias, mientras Checa *et al.* (2009) manifiesta que la temperatura tiene mayor incidencia sobre las fluctuaciones poblaciones, Hamer *et al.* (2005) concluyó que la lluvia es un factor más determinante sobre poblaciones tropicales de mariposas que la temperatura. Cabe mencionar que en las dos áreas de estudio las condiciones climáticas y el tipo de vegetación son muy similares.

Aunque existen varias metodologías para muestrear mariposas, las observaciones visuales, el muestreo con red y con trampas son los más usados (Royer *et al.,* 1998). En el Neotrópico, la mayoría de estudios a largo plazo se han enfocado principalmente en el gremio de mariposas atraídas a cebos (Pinheiro y Ortiz, 1992; Robbins *et al.,* 1996; DeVries *et al.,* 1997; 1999; Brown y Freitas, 2000; Murray, 2000; Shahabuddin y Terborgh, 2000; DeVries y Walla, 2001; Uehara-Prado *et al.,*. 2007; Checa, 2008; Checa *et al.,* 2009; DeVries *et al.,* 2012), mientras que los estudios en los que se ha usado red entomológica como método de colección son escasos (ver Raguso, 1993; Caldas y Robbins, 2003). Esta situación ha ocurrido debido a que utilizar trampas tiene algunas ventajas, como la fácil comparación con otros estudios, la replicación de muestreos, estandarización de colección de datos, además del bajo requerimiento económico y energético (comparado con muestreos en transectos Pollard o con red) (Caldas y Robbins, 2003; Checa, 2006; DeVries *et al.,* 2012).

Los cebos utilizados en estos muestreos son específicos, atraen a una diversidad y abundancia de especies determinada y por lo general se conocen dos tipos. Los cebos de

origen vegetal atraen principalmente a Satyrinae y algunas subfamilias de Nymphalidae (principalmente Brassolinae, Morphinae y algunos Biblidinae). Los cebos de origen animal atraen a mayormente a machos de las familias Nymphalidae, así como a algunas especies de Riodinidae y Lycaenidae (Willmott y Hall, 2001). Estos muestreos estarían excluyendo a una significativa porción de las comunidades de mariposas de cada zona, incluyendo las familias Pieridae, gran parte de Hesperiidae, Lycaenidae, Riodinidae, así como de la subfamilia Ithomiinae (obs. pers.). Las especies de Nymphalidae atraídas por cebos derivados de fruta descompuesta, principal grupo estudiado con trampas, representa el 10% de la comunidad de mariposas en los Neotrópicos (Robbins *et al.,* 1996), aunque otros estudios han concluido que corresponde al 30 o 40% de las especies neotropicales (DeVries, 1988, Checa *et al.,* 2009). Estos resultados nos dicen que la mayoría de especies de mariposas de un área específica no son incluidas en estudios que utilizan trampas como metodología de muestreo.

Además los muestreos en los que se usa la metodología en transectos Pollard y sus variaciones, permiten análisis estadísticos rigurosos ya que los censos son más uniformes con respecto al área cubierta y tiempo gastado, en comparación con muestreos en los que se usa trampas. Así mismo, al definir la extensión y ubicación exacta del área de muestreo es posible realizar replicaciones y comparaciones con otros estudios (Royer *et al.*, 1998).

Los muestreos en este trabajo se realizaron con redes entomológicas debido a la falta de estudios a largo plazo que incluyan la variación intra-anual de poblaciones muestreadas con esta metodología en Ecuador, y con la intención de completar datos de diversidad de especies del área de estudio, donde se han realizado muestreos usando trampas Van Someren-Rydon por algunos años (Checa, 2008; Checa *et al.*, 2010; Checa, en prep.).

Aunque muchos estudios sobre diversidad de insectos apunta a que la diversidad es mayor en el dosel, existen estudios en cuyos resultados no hay mayor diferencia entre los estratos de dosel y sotobosque en cuanto a abundancia y riqueza de especies, incluso algunos concluyen que la diversidad de especies es mayor en el sotobosque (DeVries *et al.,* 1997; Schulze *et al.,* 2001; Stork y Grimbacher, 2006; DeVries *et al.,* 2012). Por lo que muestreos realizados en estratos inferiores del bosque, sin muestrear en estratos superiores, sí arrojan información fiable sobre la riqueza y diversidad de especies (Robbins *et al.,* 1996; Caldas y Robbins, 2003).

Al observar cómo varía la población de mariposas durante un año, estas variaciones se pueden extrapolar a otros grupos de invertebrados (Osborn *et al.,* 1999; Caldas y Robbins, 2003; Bonebrake *et al.,* 2010; Bonebrake y Deutsch, 2012).

Además de ratificar el importante y significativo efecto del clima en las poblaciones de mariposas, los patrones fenológicos nos ayudarán a entender mejor, a nivel local, cómo influencia los ciclos climáticos en las poblaciones de mariposas tropicales y así poder mejorar la predictibilidad de los efectos ecológicos del cambio climático. De hecho, algunos efectos del cambio climático, como cambios en la distribución latitudinal y altitudinal en especies de animales se han detectado utilizando análisis de poblaciones de mariposas (Parmesan *et al.,* 1999, Stefanescu *et al.,* 2003; WallisDeVries *et al.,* 2011).

La gran mayoría de los estudios enfocados en mariposas han sido realizados en el área oriental del Ecuador (DeVries *et al.,* 1997; 1999; Willmott, 2003; Checa, 2006; Checa *et al.,* 2009; Hill, 2011; DeVries *et al.,* 2012). La amazonia ecuatoriana alberga mayor diversidad de especies que el área occidental, pero así como en plantas y aves, las mariposas del

occidente tienen rangos de distribución mucho mas restringidos que las que habitan en el oriente (Willmott, 2003) y términos generales se conoce poco sobre las especies de mariposas del occidente. Además, cabe mencionar que no existe mayor información sobre la distribución de la gran mayoría de especies neotropicales como para establecer sus rangos de distribución y si son especies endémicas o no.

3.3. Área de estudio

La Reserva Río Canandé está ubicada en las estribaciones noroccidentales del Ecuador, en la provincia de Esmeraldas (00°28'60''N; 79°12'04''O). Esta reserva cuenta con más de 3000 hectáreas cuya mayor extensión pertenece a bosque siempre verde de tierras bajas de la Costa, según Sierra *et al.,* (1999) y según Cañadas-Cruz (1983) corresponde a bosque húmedo tropical. La reserva está situada en una pequeña cadena montañosa con una elevación promedio de 500 msnm (Tirira, 2011), la región en general está entre los 65 y 600 msnm (Cañadas-Cruz, 1983).

Canandé comparte las condiciones climáticas de los bosques húmedos tropicales, tiene una temperatura promedio anual de 23-25.5° C y una precipitación media anual de 3 000 mm (Cañadas-Cruz , 1983). Dodson y Gentry (1991) infieren que la época lluviosa se extiende de octubre a mayo, y la época seca, que corresponde a meses con menores precipitaciones (mínimo 100 mm), ocurre en los meses de junio a septiembre. Aunque Cañadas-Cruz (1983) menciona que en esta región no se pueden definir claramente la época seca, que posiblemente abarca de cero a tres meses.

La Reserva Río Canandé representa uno de los pocos remanentes de bosques nativos del occidente ecuatoriano en buen estado y con buenas políticas de conservación, bajo el manejo de la Fundación Jocotoco. Alrededor de la reserva se encuentran amplios cultivos de palma africana (*Elaeis guineensis*) que avanzan progresivamente desde 1967, actualmente existen más de 34000 hectáreas de palma africana en la zona entre Golondrinas y La Concordia (ALTROPICO, 2010). Además de los extensos monocultivos de especies no nativas, la alta tasa de deforestación amenaza con desaparecer los últimos refugios de vida silvestre de la zona (Checa, 2008; ALTROPICO, 2010).

El área protegida está compuesta por áreas de bosque primario y bosque en proceso de regeneración y constituye el último refugio para varias especies de aves y mamíferos que se encuentran amenazadas o en peligro crítico, y cuya distribución está limitada al noroccidente del Ecuador, como es el caso del pájaro paraguas longuipéndulo (*Cephalopterus penduliger*), el pavón grande (*Crax rubra*), el loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), el tinamú de Berlepsh (*Crypturellus berlespschi*), el gavilán semiplomizo (*Leucopternis semiplumbea*), la pava bronceada (*Penelope ortoni*) (Granizo *et al.*, 2002). Adicionalmente, algunos mamíferos en peligro también están distribuidos en esta zona como el mono aullador de la Costa (*Alouata palliata*), el tapir de la Costa (*Tapirus bairdii*) y el mono araña de cabeza café (*Ateles fuscipes*) (Tirira, 2011).

La reserva se encuentra dentro del *hotspot* Tumbes-Chocó-Magdalena, que se extiende desde la costa pacífica de Colombia hasta el norte del Perú; este es reconocido a nivel mundial como uno de los *hotspots* con mayor diversidad biológica y endemismo. Los *hotspots* son áreas geográficas en diversos lugares del mundo que se caracterizan por contener altos niveles de biodiversidad, así como de endemismo y a su vez amenazas contra

la flora y fauna que albergan. Y el caso del *hotspot* Tumbes-Chocó-Magdalena no es la excepción, es uno de los más amenazados por la alta tasa de deforestación, en la actualidad solo queda el 2% de la cobertura vegetal original en el occidente del Ecuador y esta se encuentra dispersa en parches de diferentes tamaños, lo que sugiere que han ocurrido masivas extinciones que no lograron ser documentadas (Dodson y Gentry, 1991). Este *hotspot* alberga una diversidad de plantas de 11 000 especies, con un endemismo del 25% (2750 especies) (Mittermeier *et al.*, 2004), y más del 20% de las plantas endémicas del occidente ecuatoriano se encuentran en esta región (Dodson y Gentry, 1991).

En cuanto a la diversidad de vertebrados, los números son más impresionantes: 892 especies de aves, de las cuales 112 son endémicas. Existen 13 géneros endémicos de aves, 10 de los cuales son monotípicos. En cuanto a mamíferos, existen 283 especies, 10 endémicos; en reptiles, de las 325 especies, 77 son endémicas; y finalmente, en anfibios de las 204 especies que existen en el *hotspot* Tumbes-Chocó-Magdalena, 29 son endémicos (Mittermeier *et al.*, 2004). Por estas razones se considera a los bosques húmedos tropicales del noorcidente del Ecuador como una de las zonas más importantes en endemismo del planeta (Tirira, 2011).

3.4. Objetivos

Objetivo general:

- Determinar los patrones fenológicos de una comunidad de mariposas del bosque húmedo tropical del noroccidente ecuatoriano durante un año, abarcando la época seca y lluviosa.

Objetivos específicos:

1) Analizar la relación entre los factores climáticos, temperatura y precipitación anual, y la fenología o fluctuación de la abundancia y la riqueza de especies de mariposas durante la época seca y lluviosa.

2) Examinar la estructura y composición de las comunidades de mariposas en la Reserva Río Canandé utilizando red entomológica como método de colección.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Recolección de datos

El muestreo se realizó a lo largo de dos transectos de aproximadamente 240 metros de longitud entre los dos tramos; en cada uno, se establecieron 6 posiciones de muestreo, con una distancia entre cada posición de al menos 40 metros. Se muestreó en un diámetro de 30 metros alrededor del centro de cada posición, preestablecida en el trabajo de Checa (2008) y hasta una altura de 5 metros, cubriendo un área total de muestreo de 5654.88 metros cúbicos. Este método consiste en una modificación de los transectos Pollard sugerida por Caldas y Robbins (2003), el cual consiste en registrar, visualmente o con red, todas las mariposas adultas que estén a 2.5 metros, a ambos lados de un sendero y hasta una altura de 5 metros. El tiempo de muestreo fue de 15 minutos en cada posición y el orden de visitas fue

aleatorio entre las posiciones durante la semana que duró el muestreo, ya que las mariposas, así como otros insectos, presentan una distribución temporal diaria variable con mayor actividad (bajo condiciones climáticas estables) entre las 11:00 y las 14:00 horas (Wolda, 1988; Sutcliffe *et al.,* 1996). Los muestreos se realizaron entre mayo del 2011 y mayo del 2012, durante 6 días, cada mes y medio, entre las 9:00 y las 15:00 horas. El estudio comprendió un tiempo total de 42 días de muestreo durante el año antes mencionado, con un total de 294 horas de esfuerzo de captura.

Los datos del clima se registraron durante todo el año de muestreo, usando datta loggers de HOBO®, para registrar la temperatura (Figura 2) se usó el modelo ProV2, y para la precipitación (Figura 3) se uso el modelo Rain Gauge G3.

4.2. Clasificación e identificación

Los individuos recolectados fueron identificados, en lo posible, a nivel de subespecie a excepción de la familia Hesperiidae, grupo aún poco explorado en el Neotrópico y con problemas taxonómicos no resueltos. La identificación se realizó mediante comparación con especímenes de museo, a través de fotografías, bibliografía relacionada y con la ayuda de especialistas colaboradores: Keith Willmott, Andrew Warren y María F. Checa, del Museo de Historia Natural de Florida.

4.3. Análisis bioestadístico

4.3.1. Correlación con variables climáticas

Para determinar la relación que existe entre la fluctuación poblacional y las variables climáticas se corrieron dos regresiones lineares simples y una regresión linear múltiple. Se usó el número de especies o número de individuos como la variable dependiente, y por otro lado los datos de precipitación total diaria y temperatura media diaria como variables independientes. Se realizaron dos regresiones lineares simples para observar como cada factor climático afecta a la comunidad de mariposas por separado. Para la regresión linear en la que la precipitación es la variable independiente se incluyeron 42 puntos, correspondientes a los 42 días de muestreo, mientras que para la regresión linear simple, en la que la temperatura es la variable independiente, se usaron únicamente 18 puntos, ya que por problemas del DattaLogger únicamente se recuperó la información de temperatura de 18 días de muestreo.

Para la regresión múltiple, se usó los datos de temperatura media diaria y precipitación total diaria correspondientes a los 3 meses (ó 18 días de muestreo) de los que se tiene la información completa de las dos variables.

Para estos análisis se usó el programa PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).

4.3.2. Estructura y composición de las comunidades de mariposas

Para analizar la comunidad de mariposas a lo largo del año en cuanto a la variación de su estructura y composición, se usó un NMDS (Non-Metrical Multidimensional Scaling), el cual usa distancia entre vectores para distinguir a los grupos. En este estudio, se uso la distancia Bray-Curtis.

Por otro lado, se usó un análisis SIMPER para encontrar las especies que más contribuyen a la separación de los grupos a lo largo del tiempo y especies que actuaron como discriminantes entre grupos. Estos análisis se los realizaron en el programa PAST versión 2.17 (Hammer *et al.*, 2001)

5. RESULTADOS

5.1. Resultados generales

Se recolectaron 324 individuos de 106 especies, agrupadas en las familias Nymphalidae, Hesperiidae, Riodinidae, Lycaenidae y Pieridae (Tabla 1). Entre los especímenes recolectados, se encuentra dos posibles nuevas subespecies, *Napeogenes peridia* n. ssp. e *Ithomia iphianassa* ssp. n., esta última aparte del registro en Canandé existe uno solo adicional en la Reserva Los Cedros.

En cuanto a la abundancia relativa, de las cinco familias, Nymphalidae fue extensamente la más numerosa con 233 individuos; es decir, el 71.91% del total de la muestra, seguida de Riodinidae con 34 especímenes (10.49 %), luego Lycaenidae con 25 (7.71 %), Hesperiidae con 21 (6.48 %) y finalmente Pieridae con 11 individuos (3.39 %) (Tabla 1).

Asimismo en términos de diversidad, Nymphalidae fue la familia más diversa con 50 especies, seguida de Riodinidae con 23, luego Lycaenidae con 16 especies, Hesperiidae con 15 y por ultimo Pieridae con 2 especies (Tabla 1).

La muestra total, de las 106 especies recolectadas, estuvo claramente dominada por pocas especies. Las 9 especies más numerosas (con más de 9 individuos cada especie) abarcan el

41.97% de la muestra total, de estas 8 especies son Nymphalidae y una es Pieridae. Por otro lado, la mayoría de especies son raras en cuanto a abundancia. De las 106 especies registradas, 55 son singletons (especies representadas por un solo individuo), esto corresponde al 51.88% de las especies, y 22 son doubletons (especies representadas por dos individuos), es decir 20.75% de todas las especies.

En el Anexo 1 se encuentra la lista completa de la fenología de todas las especies recolectadas en este estudio.

Debido a que Nymphalidae fue claramente la familia más abundante y se logró agrupar los individuos en subfamilias, se presentan y analizan los resultados más a fondo en este grupo.

Se recolectaron individuos de nueve subfamilias de Nymphalidae; la más diversa fue Satyrinae con 101 individuos de 13 especies, seguida de Ithomiinae con 74 individuos de 15 especies, Heliconiinae con 25 individuos correspondientes a 8 especies, en cuarto lugar Nymphalinae con 14 individuos de 6 especies, Biblidinae con 13 de 4 especies, seguida de Danainae con individuos de 1 especie, y finalmente Charaxinae, Limenitidinae, y Morphinae con unitonos (Tabla 2).

Dentro de la muestra de Nymphalidae, se pudo observar una clara dominancia de especies de Satyrinae e Ithomiinae, el 61.37 % de los especímenes (143 individuos) colectados en esta familia corresponden a 10 especies de estas subfamilias. Estas especies son las mismas que dominan la muestra total.

Conjuntamente se recolectaron 20 singletons (40% de las especies de Nymphalidae) y 8 doubletons (16% de las especies), en otras palabras, el 56% de las especies de Nymphalidae

corresponden a especies raras, especies cuya abundancia en este estudio, es menor a 2 individuos**.**

5.2. Patrones fenológicos

Durante el año de muestreo, se observaron variaciones poblacionales continuas con la presencia de dos picos marcados, uno durante la época de menor precipitación (25.4 mm), que se podría considerar el fin de la época seca, en noviembre del 2011 (48 individuos de 28 especies) y otro más alto al final del muestreo, en mayo del 2012 (79 individuos de 40 especies). La única disminución poblacional marcada fue hacia septiembre del 2011, mes en el que se recolectaron 18 individuos de 11 especies (Figuras 2 y 3). Mientras la fenología de cada familia tiene ciertas diferencias (Figura 4), los patrones fenológicos observados en Nymphalidae coinciden con los patrones antes mencionados, un pico hacia noviembre y otro más pronunciado en marzo (Figura 5). Al observar la fenología de las subfamilias de Nymphalidae también se observan diferencias en los patrones fenológicos de cada subfamilia (Figura 6).

En el caso de Riodinidae, mantiene más registros durante noviembre 2011 y enero 2012 (Figura 7), coincidiendo con el fin de la época seca y los inicios de las lluvias. Lycaenidae se muestra relativamente constante a lo largo del año con un ligero pico en marzo 2012 (Figura 8), el segundo mes con mayor precipitación y en el cual Hesperiidae presenta un único y conspicuo pico (Figura 9). Pieridae por su parte mostró una fuerte estacionalidad ya que fue registrada únicamente en los dos últimos meses de muestreo, coincidiendo con los meses de mayor precipitación.

Aquí cabe mencionar en mayo del 2011 se recolectaron menos individuos y especies que en mayo del 2012, se podría considerar a la experiencia de la colectora como un factor que haya afectado a estos resultados, pero además vale observar en la Figura 3 que la precipitación en mayo del 2011 fue mucho menor a la registrada en mayo del 2012, por lo que la lluvia pudo haber incidido más en los resultados obtenidos.

Debido a que únicamente en Nymphalidae se agrupó la muestra en subfamilias, esto permitió analizar más profundamente las fluctuaciones poblacionales de esta familia, es así que si observamos a nivel de subfamilia los resultados son diversos (Figura 6). Satyrinae tiene un claro pico en noviembre, mes en el que se registró la menor precipitación, y es el único grupo que fue más diverso en el mes más seco, por otro lado, Ithomiinae tuvo su pico en Marzo 2012, y Heliconiinae en mayo 2012, coincidiendo con los meses de mayor precipitación.

Además de las continuas variaciones en el número de especies e individuos a nivel de familias y subfamilias a lo largo del año, otro resultado que apoya la alta y constante variación poblacional, es que solo 3 especies, *Cithaerias pireta*, *Pierella luna lesbia y Eunica chlororhoa mira* fueron recolectadas durante todos los meses de muestreo, en otras palabras, menos del 3% de las especies estuvieron presentes a lo largo de todo el año (Anexo 1).

5.3. Correlación con variables climáticas

El mayor número de especies se registró en marzo (41 especies) y mayo (40 especies) del 2012, coincidiendo con las precipitaciones mensuales totales más altas, 530.8 y 579.0 mm respectivamente. En estos meses, también se registró la mayor abundancia (79 individuos) en mayo del 2012, seguido de marzo del 2012 con 65 individuos. Estos meses de mayor riqueza de especies y abundancia coincidieron con el pico de la época lluviosa, ya que de noviembre 2011 a mayo del 2012 la precipitación mensual total aumentó de 25.4 mm a 579.0 mm (Figura 2).

La regresión linear entre precipitación total diaria y número de especies demostró que existe una relación significativa ($n=42$, $R^2= 0.12$, $p=0.02$) (Tabla 4), entre la riqueza de especies y la precipitación total diaria. Al relacionar la precipitación total diaria y número de individuos, se obtuvieron resultados muy similares ($n=42$, $R^2= 0.15$, $p=0.01$) (Tabla 5).

Al relacionar la temperatura total diaria con el número de especies, se observó que la relación entre las variables es débil pero significante ($n=18$, $R^2= 0.24$, $p=0.04$) (Tabla 6). Los mismos resultados arrojó la regresión linear entre temperatura promedio diaria y número de individuos (Tabla 7).

Finalmente, la regresión múltiple ratificó los resultados arrojados por las regresiones lineares simples. Existe una relación significativa entre el número de especies (variable dependiente) y las variables climáticas independientes (precipitación total diaria y temperatura promedio diaria) ($n=18$, $R^2= 0.65$, $p=0.01$) (Tabla 8).

5.4. Estructura y composición de las comunidades

Los resultados del NMDS (non-metrical multidimensional scaling) muestran que existe una alta variación anual en cuanto a la composición (especies presentes en cada mes) y estructura (número de individuos) de las comunidades de mariposas (Figura 10). La similitud entre comunidades está determinada por la cercanía de los puntos en el gráfico, mientras más cerca estén son mas similares y viceversa.

En ningún mes se ve alguna similitud clara entre comunidades, aunque las más cercanas son las de marzo y mayo del 2012, meses en los cuales la abundancia y la riqueza de especies fueron mayores así como la precipitación. Entre julio y septiembre del 2011, se observó la mayor diferencia en estructura y composición de comunidades de mariposas durante todo el año de muestreo. En noviembre la similitud en relación al mes anterior (septiembre) disminuyó, y posteriormente aumentó continuamente hasta el final del muestreo (mayo 2012). Por otro lado, la comunidad de mariposas del primer mes de muestreo (mayo 2011) difieren en composición y estructura con la comunidad del último mes de muestreo (mayo 2012) (Figura 10).

El stress del análisis del NMDS fue de 0.107, lo que nos dice que el análisis nos mostró una buena representación de la variación en la estructura y composición de las comunidades a lo largo del año.

En cuanto al análisis de SIMPER, este arrojó que las especies que más contribuyeron a la separación de las comunidades de mariposas a lo largo del año, en orden descendente, fueron *Methona confusa psamathe* (**N**ymphalidae), *Cithaerias pireta* (N), *Scada zibia*

zeroca (N), *Oleria zelica zelica* (N), *Pierella luna lesbia* (N), *Haetera piera macleannania* (N), *Cissia confusa*, *Dismorphia theucharila avonia* (Pieridae), *Aeria eurimedia sisenna* (N) y *Heliconius cydno alithea* (N) (Tabla 3). En total, estas 10 especies contribuyen en un 35.08% a la separación de comunidades de mariposas a lo largo del año, a su vez estas especies están entre las 11 más numerosas de la muestra, es así que estas 10 especies componen el 40.07% de la muestra total, es decir 140 individuos. Las especies que menos contribuyeron a la variación observada en SIMPER fueron los 55 *singletons*, seguidos de 18 *doubletons*, de los 22 existentes. Aunque son las especies que menos contribuyeron, entre los 73 unitonos y dobletonos explicaron el 36.47% de la variación. (Tabla 3)

6. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio ofrecen importante información sobre aspectos ecológicos de comunidades de mariposas adultas, algo poco estudiado en nuestro país. Además la metodología usada permitió obtener especies que habitan en el sotobosque de bosques tropicales del noroccidente del Ecuador y que generalmente no son recolectadas con trampas, que es la metodología más usada para muestrear mariposas en estudios ecológicos.

Por otro lado, se está llenando un gran vacío con la información obtenida de cómo el clima está afectando a la composición y estructura de estas comunidades en la Reserva Rio Canandé. Asimismo, este estudio nos brinda datos relevantes en el contexto del cambio climático y puede ser utilizado para analizar los impactos de este fenómeno en la biodiversidad del noroccidente ecuatoriano. Como toda investigación, los resultados y

análisis aquí presentados, establecen un aporte y a su vez una base para continuar resolviendo las múltiples interrogantes que ya existen en torno a la ecología, distribución, fenología, desarrollo y otros aspectos de las mariposas.

6.1. Patrones fenológicos

Al analizar la variación en el número de especies e individuos a lo largo del año, existe concordancia con otros estudios (Spitzer *et al.,* 1993; Checa, 2006; Pozo *et al.,* 2008; Checa *et al.,* 2009), en cuanto a que hubo variaciones poblacionales continuas durante el año. Se observaron dos picos marcados, uno durante la época de menor precipitación (25.4 mm), que se podría considerar el fin de la época seca, en noviembre del 2011 (48 individuos de 28 especies) y otro más alto en la época en la que se registró la mayor precipitación, mayo del 2012 (79 individuos de 40 especies) (Figura 3). Más importante aún, el pico observado en mayo coincide con lo reportado por Checa *et al.* (2008) en la misma área de estudio; cabe mencionar que el muestreo en ese caso fue realizado con trampas. Además coincide con la investigación de Pozo *et al.* (2008) realizada en un bosque seco de México, donde también se observaron dos picos, uno al final de la época seca y otro durante la época lluviosa, resultados similares se observaron en otros estudios de comunidades de mariposas en bosques tropicales (Spitzer *et al.,* 2003; Hamer *et al.,* 2005).

Al evidenciar la presencia de dos picos de mayor riqueza de especies y densidad poblacional podemos corroborar, como lo menciona Pozo *et al.* (2008) que los patrones fenológicos de mariposas tropicales son mucho más complejos de lo que algunos autores mencionan, a diferencia de especies de clima templado, donde tienden a mostrar un solo pico y un

decrecimiento marcado a lo largo del año. Se ha sugerido que la fauna tropical de Lepidoptera está caracterizada por un alto número de especies con densidades poblacionales muy bajas (Robbins *et al.,* 1996); estas especies formarían el grupo de especies raras, las cuales son una parte muy importante de la diversidad de especies de cada región y constituyen un factor que modula los cambios fenológicos (Pozo *et al.,* 2008).

La muestra está dominada por especies raras, cuyas abundancias son muy bajas. Se recolectaron 55 singletons (especies representadas por un solo individuo) y 22 doubletons (especies representadas por dos individuos); es decir, el 72.6% de las especies están representadas por 1 o 2 individuos (Anexo 1). Con estos datos es evidente que en esta investigación estas especies raras representan una proporción muy significativa de la diversidad total, y que tienen un gran impacto en los patrones fenológicos observados en este estudio. El grupo de especies raras puede variar de año a año según las variables ambientales y estacionales (Pozo *et al.,* 2008). Por esto es importante investigar más sobre los detalles de los mecanismos específicos que conllevan a las variaciones estacionales en la composición de especies raras para entender más a fondo los patrones fenológicos de las comunidades de mariposas.

Aunque la comunidad de mariposas presenta una fluctuación con dos picos marcados, al analizar la fluctuación en cada familia las interpretaciones son distintas, así como las razones por la cuales cada familia puede presentar patrones fenológicos distintos.

La familia más diversa fue la que mostró mayor variación a lo largo del año, es el caso de Nymphalidae, cuyos picos ocurren en Noviembre y más pronunciadamente en Marzo del 2012. El primer pico coincide con el fin de la época seca, y el segundo, con los meses de

mayor precipitación (Figura 5). Además, siendo Nymphalidae la familia más diversa y abundante y en la cual se logró separar la muestra en subfamilias, se pudo analizar más profundamente las fluctuaciones poblacionales de esta familia, es así que si observamos a nivel de subfamilia los resultados son diversos (Figura 6).

En general, Satyrinae (101 individuos de 13 especies) e Ithomiinae (74 individuos de 15 especies) fueron los grupos más numerosos, y estuvieron presentes durante todo el año. La muestra de este grupo estuvo dominada por especies de tamaño relativamente grande, como *Haetera piera macleannania*, *Pierella luna* y P. *helvina*.

Especies de mayor tamaño tienen mayor longevidad, mayor resistencia a la desecación y pueden mantener niveles relativamente constantes a lo largo del año, a diferencia de especies de tamaño pequeño, como Lycaenidae y Riodinidae, que centran sus actividades reproductivas y por lo tanto su voltinismo adulto, durante los periodos en los que sus plantas hospederas se encuentran en floración (Pozo *et al.*, 2008). En este estudio se observó que las especies de estos tres grupos, presentaron patrones fenológicos diversos con picos diferentes (Figuras 7 y 8), que podrían estar definidos por condiciones favorables para su reproducción.

Por otro lado, Ithomiinae también mantuvo altas poblaciones durante todo el año, con un pico en marzo 2012, coincidiendo con los meses de mayor precipitación. Durante los meses más lluviosos, las solanáceas arbustivas, que son las plantas hospederas preferidas por los Ithominos, son más abundantes debido a sus características fisiológicas (Hill, 2010). Así como Satyrinae, este grupo está acostumbrado a los estratos inferiores del bosque, donde la luz y la temperatura son menores, justamente por esto estas especies poseen vuelos lentos y pausados, los cuales no demandan altos requerimientos energéticos (Srygley & Chai, 1990,

Burd, 1994). Además, estas dos subfamilias son más diversas en los estratos inferiores del bosque (DeVries y Walla, 2001; Hamer *et al.,* 2005) por lo que estas ventajas adaptativas les permiten estar activas durante temporadas más frías y lluviosas.

En el caso de Heliconiinae, que fue más abundante en los meses de mayor precipitación, se conoce que tienen una vida reproductiva relativamente larga y que la disponibilidad de néctar es clave en determinar los patrones fenológicos de esta subfamilia (Gilbert y Singer, 1975). Por esto, podríamos relacionar su pico en mayo con una mayor disponibilidad de alimento resultado de la floración de varias especies promovida por las lluvias (obs. pers.).

Por otro lado, especies de Nymphalidae de las subfamilias Charaxinae y Biblidinae se caracterizan por un vuelo errático y rápido (Srygley & Chai, 1990, Burd, 1994) y estas especies son más activas cuando hay bastante luz y la temperatura es alta y suficiente para tener un aumento corporal rápido que les permita mantener su vuelo característico (Srygley & Chai, 1990), por lo que son más abundantes en estratos superiores del bosque donde hay más intensidad de luz (Hamer *et al.,* 2005; DeVries *et al.,* 2012). Por estas razones la captura con red de estas especies es más difícil, por lo que posiblemente no fueron muy representadas en este estudio. Así mismo se ha reportado que varias especies de Nymphalidae prefieren volar o perchar en áreas con bastantes luz, como gaps, bordes de bosque u otros, donde existe mayor probabilidad de encontrar individuos de su misma especie, o de otras, con los que pueden interactuar (Neild, 1996). Existen gaps en algunas posiciones del muestreo y en estos sitios se recolectaron especies que claramente tenían una preferencia por estas áreas, como es el caso de individuos de Heliconiinae y Lycaenidae (obs.pers.).

Riodinidae por su parte mantiene más registros durante noviembre 2011 y enero 2012 (Figura 7), coincidiendo con el fin de la época seca y los inicios de las lluvias, condiciones que podrían favorecer el crecimiento de las plantas hospederas para esta familia.

Mientras Lycaenidae se muestra relativamente constante a lo largo del año con un ligero pico en marzo 2012 (Figura 8), el segundo mes con mayor precipitación. Lamentablemente no tenemos datos de luminosidad, pero cabe mencionar que en esta familia existe una estrecha relación entre la intensidad de luz y su actividad, ya que se caracterizan por un vuelo errático y pueden elevar su temperatura corporal en la presencia de alta radiación solar, incluso cuando las temperaturas ambientales son bajas (Prieto y Dahners, 2009). Esta estrecha relación podría explicar la alta abundancia de Lycaenidae en la época de menos precipitación, mas no el segundo pico que coincide con uno de los meses más lluviosos (Figura 8).

Hesperiidae presentó poblaciones relativamente bajas durante el año, con un único y conspicuo pico en marzo (Figura 9), el mes de mayor precipitación, el cual podría favorecer el crecimiento de Poaceas, principal planta hospedera de esta familia (Gilbert y Singer, 1975).

En los bosques tropicales hay una alta biodiversidad de mariposas debido al gran número de nichos, la amplia diversidad de distintas fuentes de alimento (néctar para adultos) y plantas hospederas (hojas para larvas) (Lomolino *et al.,* 2010; Bonebrake *et al.,* 2012); además, la especificidad de hábitat es mucho más alta a nivel de sotobosque que en el dosel (Spitzer *et al.,* 1993). Por estas razones podríamos concluir en términos generales, que la relativa y constante diversidad podría estar relacionada a patrones fenológicos de las plantas

hospederas propias de cada familia, subfamilia o especie, así como la disponibilidad de alimento para los adultos y características comportamentales de cada grupo.

Asimismo es importante considerar que los factores bióticos y abióticos no están homogéneamente distribuidos en una determinada área. Esto produce diferentes distribuciones espaciales y temporales a lo largo del año en las comunidades de mariposas, por lo que es posible que la fenología de cada especie estaría más relacionada a estos factores en respuesta a los diferentes micro hábitats en los que habitan y a la competencia que puede darse entre especies que tienen similares requerimientos alimenticios o de hábitat.

6.2. Correlación con variables climáticas

Este estudio ratificó la relación entre la fluctuación poblacional y las variables climáticas, pero fue de diferente significancia, los análisis estadísticos arrojaron que existe una relación altamente significativa entre la fluctuación poblacional y la precipitación ($n=18$, $R^2= 0.24$, $p=0.001$) y una relación significativa con la temperatura ($n=18$, $R^2= 0.24$, $p=0.04$).

Esto se pudo observar claramente al comparar los valores mensuales de la precipitación con la abundancia y riqueza de especies registradas en cada mes (Figura 3). Durante los meses de mayor precipitación, marzo y mayo del 2012 (530.8 y 579 mm respectivamente), se registró la mayor abundancia y riqueza de especies (65 individuos de 41 especies en marzo y 79 individuos de 40 especies en mayo). Por el contrario los valores más bajos (11 individuos de 18 especies) fueron registrados en septiembre, cuando se registró una precipitación de 178.8 mm, pero más importante aún, es que en el mes siguiente fue cuando se registró la precipitación mensual más baja de todo el año, 25.4 mm. Estos resultados indican que

mientras las lluvias van disminuyendo, así lo hizo la población, hasta llegar el fin de la época seca en noviembre, a partir de cuándo la población se dispara a medida que aumentan las lluvias (Figura 3).

Mientras que la precipitación tuvo variaciones mensuales entre 25.4 y 579 mm, la temperatura registrada varió muy poco, entre 21.6 y 24.1º C (Figura 2), lo que nos da una variación anual de 2.5º. Esto es algo característico de los bosques tropicales, mientras en zonas templadas las variaciones en la temperatura son muy drásticas, la lluvia no presenta fluctuaciones tan fuertes como en bosques tropicales. Por esto se ha considerado a la temperatura como el principal factor que incide sobre las poblaciones de insectos en zonas templadas, mientras en los trópicos las marcadas fluctuaciones en la precipitación tendrían una mayor incidencia en las poblaciones de insectos (Turner *et al.*, 1987; Roy y Sparks, 2000). Aun así, a pesar de variaciones mínimas en la temperatura, se ha registrado que incluso una variación aproximada de 1º C a lo largo del año afecta significativamente la abundancia y riqueza de especies de mariposas en la Amazonía (Checa *et al.*, 2009).

Estas variaciones significativas en la lluvia y poco marcadas en la temperatura y los consecuentes efectos en las poblaciones de insectos y mariposas han sido observados en otros bosques tropicales (Wolda, 1988; DeVries *et al.*, 1997, Hamer *et al.*, 2005), y algunos estudios coinciden en que existe más abundancia y riqueza de especies durante la época más lluviosa y así mismo las poblaciones están más influenciadas por las lluvias que por la temperatura (Novotny y Basset, 1998; Stefanescu *et al.*, 2003; Hamer *et al.*, 2005). Aun así, en otros estudios en la Amazonía ecuatoriana se concluyó que la temperatura tiene un mayor efecto en la población que la lluvia (Checa *et al.*, 2009).

La conclusión de que existe una relación directa de los factores abióticos sobre la fluctuación poblacional de mariposas coincide con lo reportado por otros estudios en zonas templadas y tropicales (Checa, 2009 ; DeVries y Walla, 2001; Roys y Sparks, 2000; Roy *et al.,* 2001; Stefanescu *et al.,* 2003; Stefanescu *et al.,* 2011; WallisDeVries *et al.,* 2011**)** y con las características propias de las mariposas por ser organismos ectotérmicos (Turner *et al.,* 1987; Wolda, 1988).

La temperatura tiene un efecto directo en la distribución de las mariposas, en ambientes más cálidos los organismos tienden a perder menos calor, lo que les permite permanecer más tiempo buscando alimento y así mejoran su *fitness* (Turner *et al.,* 1987). Por otro lado, la temperatura y los ciclos de las lluvias pueden limitar los rangos de las plantas que sirven de alimento para larvas y adultos, lo que define los hábitats idóneos para las mariposas. Así, estos factores afectan indirectamente patrones de riqueza de especies (White y Kerr, 2006). Así mismo, la consecuente abundancia de hojas nuevas conlleva a una mayor actividad de mariposas adultas en busca de pareja para luego ovipositar aprovechando la disponibilidad de alimento para sus larvas, por lo que se registran mayor número de individuos y especies, en las épocas lluviosas (Srygley *et al.,* 2010).

Además los factores bióticos y abióticos son claves para determinar el tiempo de transformación durante la metamorfosis de las mariposas, el tiempo de producción de hojas y muerte de tejidos de la planta influencian el tiempo de aparecimiento y de duración de los estadios larvarios (Hellman, 2002).

Stefanescu *et al.* (2011) enfatizan que aunque se conoce que el clima y los efectos antropogénicos son los principales factores que afectan la riqueza y diversidad de mariposas,

los motivos que empujan estos cambios varían enormemente según la región geográfica y la ecología de las especies involucradas. Así mismo, Menéndez *et al.,* (2007) y WallisDeVries *et al.* (2011) afirman que la riqueza de plantas hospederas, disponibilidad de alimento y la diversidad de hábitats son factores más influyentes que los factores climáticos sobre la riqueza de especies especialistas, que son las dominantes en los bosques tropicales dada la alta diversidad de recursos y microhábitats en los trópicos (Harrington *et al.,* 1999).

Así mismo, cabe recalcar que los cambios observados en la abundancia de adultos están relacionados con variables climáticas o ecológicas que afectan los estadíos inmaduros (Wolda, 1988; Hamer *et al.*, 2005). Por otro lado, lo observado en un año de muestreo de una u otra manera puede estar afectado por sucesos mensuales y anuales anteriores al periodo de muestreo, como es el caso del Fenómeno de El Niño, que incluye épocas con precipitaciones más altas y prolongadas que pueden tener efectos muy singulares en las poblaciones de mariposas en áreas que se ven afectadas por este fenómeno (Hamer *et al.*, 2005; Srygley *et al.,* 2010).

6.3. Estructura y composición de las comunidades

Concordando con otros estudios en regiones tropicales, se observó especies que no presentaron una estacionalidad marcada y estuvieron presentes durante todo el año, así como especies con estacionalidad muy marcada, posiblemente inducida por variaciones en el ambiente como la disponibilidad de alimento o plantas hospederas (Spitzer *et al.,* 1993).

En el caso de Nymphalidae, de las 50 especies registradas, únicamente 3 especies (*Cithaerias pireta, Pierella luna lesbia* y *Eunica chlororhoa mira*) fueron recolectadas en

todos los meses de muestreo; y por otro lado, en el último mes de muestreo se recolectaron 8 especies de Nymphalidae que no fueron registradas en los meses anteriores, esto corresponde a un 16% de la diversidad total (50 especies) de Nymphalidae. Estas especies son: *Heliconius erato cyrbia, Dryas iulia moderata, Ithomia iphianassa n ssp., Euides isabella ecuadoriensis, Heliconius atthis, Mechanitis polymnia chimborazona, Hyposcada virginiana consobrina, Tigridia acesta columbina*, 5 de estas son unitonos. Esto contradice la conclusión de Owen (1971) que dice que en los trópicos los cambios estacionales son mínimos, y por esto adultos de la mayoría de especies deberían estar presentes a lo largo del año, mientras que en zonas temperadas los adultos están restringidos a las épocas más favorables como serían la primavera y el verano.

Aun así, en este estudio y otros realizados en los neotrópicos (DeVries *et al.,* 1997; 1999; DeVries y Walla, 2001; Checa, 2006; Checa *et al.,* 2008; Pozo *et al.,* 2008) existe una variación significativa en la estructura y composición a lo largo del año, como lo muestra claramente el resultado del NMDS (Figura 10), por lo que no existe esta esperada uniformidad en la estructura y composición de las comunidades.

Coincidiendo con Pozo *et al.* (2008), un alto porcentaje de las especies son fuertemente estacionales, y la variación mensual en términos de comunidades está guiada por las especies raras (55 unitonos y 22 dobletonos) y en los dos últimos meses, cuando se registró mayor diversidad y riqueza de especies, se recolectaron la mayoría de unitonos y dobletonos.

De las 106 especies registradas, únicamente 10 especies contribuyeron al 35.08% de la variación para separar comunidades de mariposas a lo largo del año (Tabla 3).

El análisis de SIMPER arrojó que las especies que individualmente contribuyen en menor grado a la variación fueron los 55 unitonos, seguidos de 18 dobletonos, de los 22 existentes. Pero al agrupar todas estas especies, entre los 73 single y dobletons, explicaron el 36.47% de la variación.

Los patrones de abundancia temporal podrían explicar cómo las 10 especies antes mencionadas estarían contribuyendo a la separación de comunidades a lo largo del año. Estos patrones pueden estar relacionados con la especialización alimenticia, ya sean especialistas o generalistas. Se conoce que las generalistas al tener un mayor rango de plantas hospederas son menos estacionales que las especialistas, que estarían restringidas a la fenología de sus plantas hospederas (Wolda, 1988; Hamer *et al.,* 2005).

Se pudo observar una diversidad de patrones en cambios temporales entre las especies que más contribuyeron a la formación de comunidades. Por ejemplo, *Methona confusa psamathe* y *Dismorphia theucharila avonia* estuvieron presentes únicamente en los meses de mayor precipitación, cabe resaltar que M. *confusa psamathe* siendo la especie que más contribuyó a la formación de comunidades, fue sumamente estacional y fue registrada solo en los meses de Marzo y Mayo. Por otro lado, la segunda (*Cithaerias pireta*) y la quinta especie (*Pierella luna lesbia*) que más contribuyeron a la separación de comunidades, fueron registradas durante todo el año, esto puede ocurrir por las características fisiológicas y ecológicas de Satyrinae, que les permite mantener sus poblaciones relativamente estables a lo largo del año (Hamer *et al.,* 2005). Aun así, cabe mencionar que *C. pireta* a pesar de estar presente durante todo el año, mostro una mayor abundancia en los meses más lluviosos, patrón que no es compartido por *P. luna lesbia* (Tabla 3). Es difícil determinar con precisión que está

guiando a que estas especies sean las que más contribuyen a la formación de comunidades ya que no hay un patrón compartido por todas.

Durante la época seca, no hubo una dominancia total de alguna especie, pero *Heliconius cydno alithea* estuvo presente durante todos los meses a excepción de los meses más secos (septiembre y noviembre). Por otro lado, 9 de las 10 especies están presentes en la época lluviosa, coincidiendo con lo antes mencionado sobre la preferencia de especies tropicales hacia los meses con mayor precipitación, *Aeria eurimedia sisenna* es la única especie que no se registró en esa época. Patrones similares en el reemplazo de especies dominantes, con preferencia por los meses lluviosos, fueron reportados en un bosque tropical en Vietnam por Spitzer *et al.,* (1993).

Además de la relación con los factores abióticos, vale analizar la relación de estas especies que contribuyen a la formación de comunidades con los factores bióticos, como la competencia entre especies cercanas o miméticas, la competencia por plantas hospederas o uso de microhábitats. Un ejemplo claro lo podemos observar en la Figura 11, donde existe una segregación temporal entre *Olearia zelica zelica* y *Scada zibia zeroca*, dos especies de Ithomiinae que tienen patrones de coloración muy similares, y al segregarse temporalmente podrían evitar confusiones al momento de buscar pareja, ya que esto podría significar un gasto energético innecesario. Por otro lado estas dos especies podrían beneficiarse de la segregación temporal al reducir la competencia por plantas hospederas que compartan las dos especies. Estos comportamientos se han observado en Ithomiinos miméticos en las estribaciones orientales del Ecuador (Hill, 2010) y sustentan la teoría de que la segregación de hábitats ayuda a mantener la diversidad mimética.

Algo similar ocurre entre dos especies de Satyrinae, *Cithaerias pireta* y *Haetera piera macleannania*. Mientras la presencia de C. *pireta* aumenta hacia Julio, H. *piera macleannania* disminuye su abundancia drásticamente, y una relación similar continua hasta el final del muestreo (Figura 11). Esto podría ocurrir para evitar un sobrelapamiento entre especies que ocupan el mismo microhábitat (obs. pers.).

6.4. Cambio climático y mariposas

Al observar como la lluvia y la temperatura influyen sobre la comunidad de mariposas de Canandé podemos apreciar de mejor manera la importancia de estos factores sobre estos organismos ectotérmicos, y es imposible no considerar la amenaza del cambio climático para las mariposas.

La evidencia de la influencia del clima en las poblaciones de mariposas es valiosa para conservar estas especies y otros insectos a medida que el clima va cambiando (Wilson y Maclean 2011). El cambio climático es una de las principales amenazas a la biodiversidad y acelerara las tazas de extinción dramáticamente (Thomas *et al.,* 2004). Las mariposas han sido usadas en varios estudios para tratar de determinar el impacto del cambio climático en poblaciones o especies de Lepidópteros, y muchos con el fin de poder inferir efectos de este fenómeno sobre otros grupos de organismos. (Harrington, 1999; Parmesan *et al.,* 1999; Stefanescu *et al.,* 2003; Stefanescu *et al.,* 2011; Thomas *et al.,* 2004; Parmesan, 2007; Colwell *et al.,* 2008; WallisDeVries *et al.,* 2011; Wilson y Maclean 2011; Bonebrake y Deutsch 2012).

Las primeras evidencias de los efectos del cambio climático en la biota fueron el resultado de estudios hechos con mariposas en los que Parmesan *et al.,*. (1999) mostraron disminución en la población y en la distribución de algunas especies de mariposas en Europa y Norteamérica, claramente guiados por recientes aumentos en la temperatura. Posteriormente Stefanescu *et al.,*. 2003 observaron en el Mediterráneo adelantos fenológicos en la actividad de ciertas mariposas que presentaron actividad en días tempranos de la primavera. Asimismo, la actual y futura distribución de las plantas hospederas específicas para larvas podría significar una limitación para la distribución de especies herbívoras, y las limitaciones serán más severas en el caso de especies especialistas que no puedan migrar hacia áreas donde aún persiste la planta de la cual sus larvas se alimentan (Wilson y Maclean, 2011).

Al aumentarse la temperatura y prolongarse las épocas secas, además de reducirse el área de distribución de las especies de mariposas, varias plantas hospederas adelantan la producción de hojas nuevas o flores, mientras las larvas eclosionan después, reduciendo la disponibilidad de alimento y aumentando la mortalidad de las mismas (Harrington *et al.*, 1999, Wilson y Maclean, 2011). En algunas especies de mariposas europeas, como *Ophenoreptera brumata* (Geometridae) y *Euphydryas edita* (Nymphalidae) se ha visto que la asincronía con sus plantas hospederas causaron una alta mortalidad en las larvas de estas especies, >90% y >98% respectivamente (Roy y Sparks, 2000). Aunque existe reportes de que las mariposas estarían adelantando su eclosión debido al adelanto de la producción de hojas, aun no existe amplia bibliografía que confirme esto.

Algunas conclusiones interesantes de estos estudios manifiestan que especies tropicales de mariposas estarían siendo más afectadas que poblaciones de áreas más nórdicas. Esto debido

a que tienen requerimientos altamente especializados en cuanto a sus hábitats, no están acostumbradas a cambios significativos en el clima, no tienen mayor capacidad de recolonización y sus rangos de distribución son pequeños y fragmentados. Por esto podrían manifestar decrecimientos significativos a largo plazo (Colwell *et al.,* 2008; WallisDeVries *et al.,* 2011; Wilson y Maclean, 2011; Bonebrake y Deutsch, 2012).

Por otro lado, es evidente que la información de áreas tropicales es vital para entender el verdadero riesgo que el cambio climático tendrá en la distribución de las especies con rangos restringidos y observar si son capaces de adaptarse a cambios climáticos regionales o locales (Wilson y Maclean, 2011). Esto es aun más preocupante cuando se proyecta que los insectos experimentarán los mayores decrecimientos poblacionales en latitudes bajas (Bonebrake y Deutsch, 2012). En los trópicos los cambios en temperatura a nivel altitudinal son severos, de 5.2°C a 6.5°C menos por 1000 m de elevación, casi 1000 veces más que la tasa de cambio latitudinal de disminución de temperatura por kilómetro en zonas temperadas (Colwell *et al.,* 2008). Esto confirma que los cambios en los trópicos podrían ser más severos y devastadores, teniendo en cuenta conjuntamente la alta riqueza y endemismo en los bosques tropicales.

Hasta ahora la evidencia existente de los trópicos muestra que si existe o existirá una migración a mayores alturas ante cambios en el clima (Colwell *et al.,* 2008), pero ciertamente las condiciones bióticas de esos ambientes de mayor altura, en muchos casos no podrán permitir la sobrevivencia de estas especies, ya que los bosques de mayor altura no

podrán ofrecer plantas hospederas a especies de mariposas que provienen de bosques más bajos.

Este panorama es aún más preocupante cuando se desconoce la distribución de la mayoría de especies tropicales, por lo cual aún es difícil determinar que especies tienen rangos amplios de distribución y que especies tienen un rango restringido, con pocas posibilidades de adaptación a otros espacios y por lo general, con poblaciones reducidas. Además se desconoce las plantas hospederas, y características morfológicas de larvas y pupas de la mayoría de mariposas tropicales.

Al estudiar los efectos del clima, a nivel local, considerando las características bióticas y abióticas de lugares con una diversidad propia, podemos mejorar los esfuerzos por mitigar los efectos del cambio climático en poblaciones neotropicales susceptibles a estos cambios. Es así como este estudio proporciona información útil y actual de la realidad de las comunidades de mariposas en el noroccidente ecuatoriano con miras a conservar este importante refugio.

La protección y manejo adecuado de hábitats idóneos para especies de distribuciones restringidas es necesario para la sobrevivencia a largo plazo de las comunidades tropicales de mariposas. La fragmentación de estos hábitats restringe drásticamente la expansión de especies tropicales por su baja capacidad de migración y adaptación a nuevos nichos, así como por sus requerimientos específicos (Wilson y Maclean, 2011).

Una vez conocida la diversidad y como la población está influenciada por los factores abióticos en localidades determinadas, es indispensable investigar la capacidad de dispersión y los requerimientos de hábitat (plantas hospederas) de las especies cuyos rangos son tan

limitados como en el caso de las especies neotropicales, y más aun en las estribaciones donde sus nichos son muy pequeños y específicos.

La conservación de áreas montañosas y de estribaciones bajas, como el caso de Rio Canandé, es indispensable ya que ante el cambio climático, estas áreas pueden servir para aclimatación de las especies que migraran lentamente de otros fragmentos de bosque cercano, en busca de hábitats idóneos. Cabe mencionar que los datos obtenidos en este estudio, de cómo poblaciones en determinadas áreas están siendo influenciadas por variaciones en el clima son muy útiles para mejorar los esfuerzos por mitigar los impactos del cambio climático, al reforzar las iniciativas para conservar parches de bosques que sirven como refugio, así como al establecer que oportunidades de desplazamiento existen en base a las características de las especies y conectividad con otros parches de bosque. Además de los efectos del cambio climático, hay que considerar los efectos de la fragmentación de los bosques, que trae consigo alteraciones de los factores abióticos (Laurance *et al.,* 2011; Bonebrake *et al.,* 2012)

6.5. Conservación en la provincia verde

White y Kerr (2006) mencionan que la pérdida de hábitat, y la consecuente fragmentación así como la conversión de bosques a monocultivos en los cuales hay un alto uso de pesticidas, están entre las principales amenazas para la sobrevivencia de las mariposas, y más aun para especies especialistas que abundan en los neotrópicos, y todo esto ocurre en Esmeraldas. Más allá de buscar un freno, o mejorar los efectos de los extensos monocultivos de palma africana, también es necesario reestructurar las leyes sobre la tenencia de tierras y

sobre el manejo de agro tóxicos en los cultivos. Se podría decir que el Ministerio de Agricultura, por varios años, ha ido en contra de la protección de los bosques, al promover, incluso subsidiar, el uso de agro tóxicos y ofrecer bonos para la compra de terrenos a ser cultivados con palma africana u otras plantas. Sería prudente que ofrezcan apoyo técnico para mejorar las áreas cultivadas, mas no extenderlas. Los cultivos de palma africana en la zona de Rio Canandé producen aproximadamente 12 toneladas de fruta de palma africana por hectárea anuales, cuando con un manejo apropiado, producen más de 18 toneladas por hectárea anuales (com. pers. ANCUPA)

Para transcender en las verdaderas políticas de conservación que tengan un efecto real sobre los bosques, hay que buscar alternativas en todos los niveles. Presionar para que se dé un cambio en las leyes que permiten la avanzada, con venia de ministerios, de las empresas madereras que están acabando con los últimos remanentes de bosque en el noroccidente del Ecuador. Asimismo el trabajo y concientización a nivel local, no es suficiente si no se desarrollan opciones sostenibles que permitan una mejor coexistencia entre los humanos y los bosques.

6.6. Recomendaciones

Si bien la metodología usada en este estudio no estaría incluyendo las especies que habitan el dosel, está incluyendo a todas las especies del sotobosque, sin excluir especies que no serían atraídas por cebos específicos usados en trampas. Por esto se recomienda para el estudio de mariposas, así como el de otros grupos, usar diferentes metodologías para poder colectar una mayor numero de especies y obtener mejores datos sobre la biodiversidad de un determinado lugar.

Además se recomienda realizar estudios a largo plazo, ya que en el caso de mariposas, al restringir el tiempo de estudio a un año, se podrían dar interpretaciones erróneas debido a que pueden existir alteraciones interanuales que alteren totalmente los patrones fenológicos, la estructura de la comunidad o incluso la correlación con variables climáticas observadas en un determinado año. En este sentido, este estudio ha sido complementado utilizando trampas con cebos en los mismos transectos de tal forma que se incluirá más especies (aproximadamente 100) para determinar los efectos de la variabilidad climática sobre comunidades de mariposas (Checa en prep.). Por otro lado, para cubrir la variación temporal, el muestreo que combina metodologías de colección con red y trampas se ha realizado por casi 3 años consecutivos.

Asimismo es necesario continuar con este estudio para poder compararlo con otros estudios sobre fluctuaciones poblacionales influenciadas por el clima, ya que la mayoría de estas investigaciones se han realizado por más de un año (Parmesan *et al.,* 1999; Stefanescu *et al.,* 2003; Stefanescu *et al.,* 2011; WallisDeVries *et al.,* 2011).

Se recomienda realizar muestreos de mariposas, y otros grupos poco estudiados, en otras localidades del noroccidente del Ecuador, ya que en aves y plantas es considerado uno de los lugares con más altos índices de endemismo en el planeta (Mittermeier *et al.,* 2004) y podría ser el caso con las mariposas. La información generada por esos estudios puede ayudar a soportar de mejor manera las iniciativas para conservar los últimos remanentes de esta región, donde se mantiene una alta tasa de deforestación y muchas especies se están perdiendo antes de ser descubiertas (Tirira, 2011)

Finalmente, citando la frase de Sebastián Muñoz, *"solamente la acción encierra la posibilidad de conocimiento"*, si las investigaciones científicas que realizamos no terminan en acciones concretas para mejorar la situación de las especies o regiones estudiadas, o a su vez no llegan a difundirse más allá del círculo científico, estamos perdiendo el poder de esa información. Por esto se recomienda elaborar documentos con un lenguaje más simple para la sociedad civil, y preocuparnos de que la información generada llegue a la ciudadanía en general. Si las personas cercanas o ajenas a un bosque conocen más sobre la importancia del mismo y la diversidad que alberga, habrá mejores posibilidades de preservar los últimos bosques que nos quedan.

7. LITERATURA CITADA

Azerefegne, F., Solbreck, C., Ives, A. R. 2001. Environmental forcing and high amplitude fluctuations in the population dynamics of the tropical butterfly *Acraea acerata* (Lepidoptera: Nymphalidae). Journal of Animal Ecology, 70(6): 1032-1045.

Brown Jr, K. S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. Biodiversity in Brazil, a first approach (CEM Bicudo & NA Menezes, eds). Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, 223-253.

Brown, K.S.Jr., Freitas, A. 2000. Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation. Biotropica 32: 934-956.

Bonebrake, T., Ponisio, L., Boggs, C., Ehrlich, P. 2010. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. Biological Conservation 143 (8): 1831–1841.

Bonebrake, T, Deutsch, C. 2012. Climate heterogeneity modulates impact of warming on tropical insects. Ecology 93(3): 449-455.

Burd, M. 1994. Butterfly wing colour patterns and flying heights in the seasonally wet forest of Barro Colorado Island, Panama. Journal of Tropical Ecology 10(4): 601-610.

Caldas, A., Robbins, R. 2003. Modified Pollard transects for assessing tropical butterfly abundance and diversity. Biological Conservation 110(2): 211–219.

Cañadas-Cruz, L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Regionalización Agraria. Banco Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Checa, F. 2006. Patrones de diversidad, fluctuación poblacional y correlaciones climáticas de comunidades de mariposas carroñeras (Lepidoptera: Nymphalidae) en la Estación

Científica Yasuní, Amazonia ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Checa M.F., Barragán A., Rodriguez, J., Christman M. 2009. Temporal abundance patterns of butterfly communities (Lepidotera:Nymphalidae) in the Ecuadorian Amazonia and their relationship with climate. Annals of the Entomological Society of France 45: 470-486.

Checa, M.F., Mogollón, H., Velasco, N. 2008. Análisis preliminar del estado de conservación de las especies de mariposas carroñeras (Lepidoptera:Nymphalidae) en la Reserva del Rio Canandé, Choco ecuatoriano. Programa de Becas de Investigación para la Conservación (PBIC) de Ecociencia.

Checa M.F. 2008. Mariposas de Canandé: sus amenazas, potencial y futuro. Imprenta Mariscal. Quito, Ecuador.

Checa, M.F., Velasco, N., Mogollón, H. 2010. New distributional records of Nymphalid species (Lepidotera:Nymphalidae) for the Chocó Region and Western Ecuador. Tropical Lepidoptera Res. 20(1):14-18.

Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelús, C. L., Gilman, A. C., Longino, J.T. 2008. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. Science 322(5899): 258-261.

DeVries, P.J. 1988. Stratification of fruit-feeding butterflies nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. Journal of Research on the Lepidoptera 26: 98-108.

DeVries P.J., Murray D., Lande R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforests. Biological Journal of the Linnaean Society 62: 343-364

DeVries, P.J., Walla, T., Greeney, H. 1999. Species diversity in spatial and temporal dimensions on fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforest. Biological Journal of the Linnaean Society 68: 333-353.

DeVries, P.J., Walla, T.R. 2001. Species diversity and community structure in Neotropical fruit-feeding butterflies. Biological Journal of the Linnaean Society 72: 1-15.

DeVries, P.J., Alexander, L., Chacon, I.A., Fordyce, J.A. 2012. Similarity and difference among rainforest fruit-feeding butterfly communities in Central and South America. Journal of Animal Ecology 81: 472-482.

Dodson, C.H., Gentry, A.H. 1991. Biological extinction in western Ecuador. Annals of the Missouri Botanical Garden 78:273-295.

Fleishman, E., Thomson, J., MacNally, R., Murphy, D., Fay, J.P. 2005. Using Indicator Species to Predict Species Richness of Multiple Taxonomic Groups. Conservation Biology 1125–1137.

Fundación ALTROPICO. 2010. Territorios, Territorialidad y Desterritorialización. Quito, Ecuador.

Gilbert, L.E., Singer, M.C. 1975. Butterfly ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 6: 365-397.

Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M.B., Guerrero, M., Suarez, L. (Eds.). 2002. Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE, Conservación Internacional, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente y UICN. Serie de Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.

Hamer, K.C., Hill, J.K., Mustaffa, N., Benedick, S., Sherratt, T.N., Chey, V.K., Maryati, M. 2005. Temporal variation in abundance and diversity of butterflies in Bornean rain forests: opposite impacts of logging recorded in different seasons. Journal of Tropical Ecology 21: 417-425.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Harrington, R., Woiwod, I., Sparks, T. 1999. Climate change and trophic interactions. Trends in Ecology and Evolution 14: 146-150.

Hill, R. I. 2010. Habitat segregation among mimetic ithomiine butterflies (Nymphalidae). Evolutionary Ecology 24 (2): 273-285.

Hellman, J.J. 2002. The effect of an environmental change on mobile butterfly larvae and the nutritional quality of their host. Journal of Animal Ecology 71: 925-936.

Karlsson, B., Wiklund, C. 2005. Butterfly life history and temperature adaptations: Dry open habitats select for increased fecundity and longevity. The Journal of Animal Ecology 74: 99-104.

Lamas, G., Heppner, J. B. 2004. Atlas of Neotropical Lepidoptera. Atlas of Neotropical Lepidoptera, 5.

Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., Lovejoy, T. E. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. Biological Conservation 144 (1): 56-67.

Lomolino, M.V., Riddle, B.R., Whittaker, R.J., Brown, J.H. 2010. Biogeography. 4ta edicion. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, EE.UU.

Mawdsley J.R., O'Malley R., Ojima, D.S. 2009. A Review of Climate-Change Adaptation Strategies for Wildlife Management and Biodiversity Conservation. Conservation Biology Vol 23, No. 5: 1080–1089

Menéndez, R., González-Megías, A., Collingham, Y., Fox, R., Roy, D. B., Ohlemüller, R., Thomas, C. D. 2007. Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity. Ecology 88 (3): 605-611.

Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N., Roy, D.B. 2006. Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. Global Ecology and Biogeography 15: 498–504.

Mittermeier, R.A., Robles, P., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Goettsch, C., Lamoreux, J., Da Fonseca, G. 2004. Hotspots – revisited. Imprenta Toppan. Mexico D.F., México.

Murray, D.L. 2000. A survey of the butterfly fauna of Jatun Sacha, Ecuador (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). Journal of Research on the Lepidoptera 35: 42-60.

Neild, A. F., D'Abrera, B. 2008. The butterflies of Venezuela. Meridian.

Novotny, V., Basset, Y. 1998. Seasonality of sap-sucking insects (Auchenorrhyncha, Hemiptera) feeding on Ficus (Moraceae) in a lowland rainforest in New Guinea. Oecologia 115: 514-522.

Osborn, F., Goitia, W., Cabrera, M., Jaffé, K. 1999. Ants, plants and butterflies as diversity indicators: comparisons between strata in six neotropical forest sites. Studies of Neotropical Fauna & Environment 34: 59-64.

Owen, D.F.,1971. Tropical Butterflies: The Ecology and Behaviour of Butterflies in the Tropics with Special Reference to African Species. Clarendon Press, Oxford.

Parmesan, C. 2007. Influence of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. Global Change Biology 13: 1860-1872.

Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefabescu, C., Hillk, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H. Huntleyk, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W.J., Thomas J., Warren, M. 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. Nature 399: 579-583

Pinheiro, C.E.G., Ortiz, J.V. 1992. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. Journal of Biogeography 19: 505-511.

Pozo, C., Luis-Martinez, A., Llorente-Bousquets, J., Salas-Suarez, N., Maya-Martinez, A., Vargas-Fernandez, I., Warren, A. 2008. Seasonality and Phenology of the Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of Mexico's Calakmul Region. Florida Entomologist 91(3): 407-422.

Prieto, C., Dahners, H.W. 2009. Resource utilization and environmental and spatio-temporal overlap of a hilltopping Lycaenid butterfly community in the Colombian Andes. Journal of Insect Science 9:16.

Raguso, R.A. 1993. Preeliminary Checklist and Field Observations of the Butterflies of the Maquipucuna Field Station (Pichincha Province, Ecuador). Journal of Research on the Lepidoptera 32: 135-161.

Robbins, R.K., Lamas, G., Mielke, O. H., Harvey, D. J., Casagrande, M.M. 1996. Taxonomic composition and ecological structure of the species-rich butterfly community at Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru. En: Wilson, D.E., Sandoval, A. (Eds.), Manu: The Biodiversity of Southern Peru. Smithsonian Institution Press, Washington DC, Estados Unidos, pp. 217-252.

Roy, D.B., Sparks, T.H. 2000. Phenology of British butterflies and climate change. Global Change Biology 6: 407-416.

Roy, D.B., Rothery, P., Moss, D., Pollard, E., Thomas, A. 2001. Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change. Journal of Animal Ecology 70: 201-217.

Royer, R. A., Austin, J. E., Newton, W. E. 1998. Checklist and "Pollard Walk" butterfly survey methods on public lands. The American midland naturalist 140 (2): 358-371.

Scoble, M.J. 1995. The Lepidoptera: Form, Function and Diversity. Oxford University Press, New York, USA, 404 p.

Shahabuddin, G., Terborgh, J.W. 2000. Frugivorous butterflies in Venezuelan forest fragments: abundance, diversity and the effects of isolation. Journal of Tropical Ecology 15: 703-722.

Shapiro, A. M., VanBuskirk, R., Kareofelas, G., Patterson, W. D. 2003. Phenofaunistics: seasonality as a property of butterfly faunas. Páginas 111 – 147 en Borgs C.L., Watt,W.B. y Ehrlich P.R. (editores). Butterflies: ecology and evolution taking flight. University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos.

Sierra, R. (ed.). 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF/-BIRF y EcoCiencia, Ecuador.

Schulze, C. H., Linsenmair, K. E., Fiedler, K. 2001. Understory versus canopy: patterns of vertical stratification and diversity among Lepidoptera in a Bornean rainforest. Plant Ecology 153: 133-152.

Spitzer, K., Novotny, V., Tonner, M., Leps, J. 1993. Habitat preferences, distribution and seasonality of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) in a montane tropical rainforest, Vietnam. Journal of Biogeography 20 (1): 109-121.

Srygley, B., Chai, P. 1990. Predation and the flight, morphology and temperature of neotropical rain-forest butterflies. The American Naturalist 135: 748-765.

Srygley R.B., Dudley R., Oliveira E.G., Aizprúa R., Pelaez N.Z., Riveros A.J. 2010. El Niño and dry season rainfall influence hostplant phenology and an annual butterfly migration from Neotropical wet to dry forests. Global Change Biology 16: 936–945.

Stamp, N. E.1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly?. American Naturalist (1980) 367-380.

Stefanescu, C., Penuelas, J., Filella, I. 2003. Effects of climate change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Bassin. Global Change Biology 9: 1494-1506.

Stefanescu, C., Carnicier, J., Peñuelas, J. 2011. Determinants of species richness in generalist and specialist Mediterranean butterflies: the negative synergistic forces of climate and habitat change. Ecography 34: 353-363.

Stork, N.E., Grimbacher, P.S. 2006. Beetle assemblages from an Australian tropical rainforest show that the canopy and the ground strata contribute equally to biodiversity. Proceedings of the Royal Society of London, Serie B, 273: 1969-1975.

Sutcliffe, O.L., Thomas, C.D., Moss, D. 1996. Spatial synchrony and asynchrony in butterfly population dynamics. The Journal of Animal Ecology 65: 85-95.

Thomas C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B., Ferreira de Siquieira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Townsend, A., Phillips, O.L., Williams, S.E. 2004. Extinction risk from climate change. Nature 427: 145-148.

Thorne, J.H., O'Brien, J., Forister, M., Shapiro, A.M. 2006. Building Phenological Models from presence/absence data for a butterfly fauna. Ecological applications 16 (5): 1842-1853

Tirira, D. (Ed.). 2011. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. Mamíferos y Conservación. Editorial Murciélago Blanco. Quito, Ecuador.

Turner, J.R.G., Gatehouse, C.M., Corey, C.A.1987. Does solar energy control organic diversity? Butterflies, moths and the British climate. Oikos 48: 195-205.

Uehara-Prado, M., Brown, K.S.Jr, Freitas, A.V.L. 2007. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparisons between a fragmented and a continuous land-scape. Global Ecology and Biogeography 16: 43-54.

WallisDeVries, M.F., Baxter, W., Van Vliet, A.J.H. 2011. Beyond climate envelopes: effects of weather on regional population trends in butterflies. Oecologia 167: 559-571.

Webster, G., Rhode, R. 2001. Plant Diversity of an Andean Cloud Forest: Inventory of the Vascular Plants of Maquipucuna, Ecuador. University of California Publications Series

White, P., Kerr, J.T. 2006. Contrasting spatial and temporal global change impacts on butterfly species richness during the 20th century. Ecography 29: 908-918.

Willmott, K. R. 2003. The genus *Adelpha*: its systematics, biology and biogeography. Scientific Publishers, Gainesville, Florida.

Willmott, K.R., Hall, J.P. 2001. (activo Noviembre 2012). Butterflies of Ecuador. http://www.butterfliesofecuador.com

Wilson, R.J., Maclean, I.M.D. 2011. Recent evidence for the climate change threat to Lepidoptera and other insects. Journal of Insect Conservation 15: 259-268.

Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why?. Annual Review of Ecology and Systematics 19:1-18.

8. FIGURAS

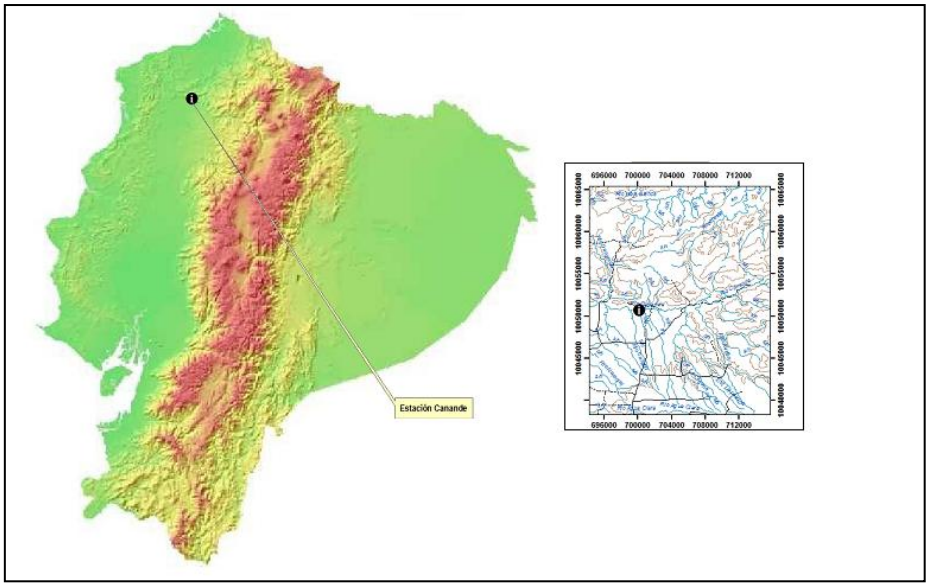


Figura 1: Ubicación de la Reserva Rio Canandé con respecto al Ecuador continental. Elaborado por: Mireya Levy

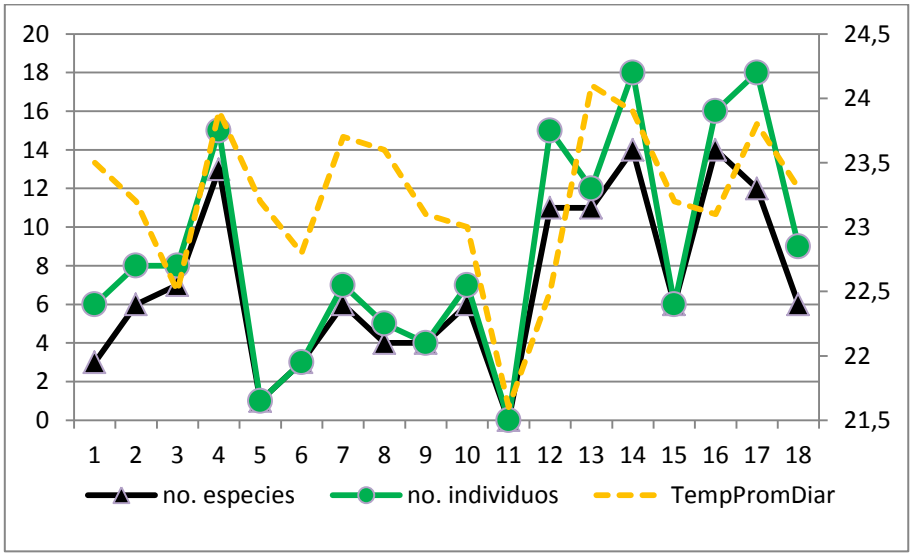


Figura 2: Variación en la riqueza de especies (▲) y abundancia (●) con la temperatura promedio diaria (en º C) de los 18 días de los que se tiene registro de temperatura promedio diaria.

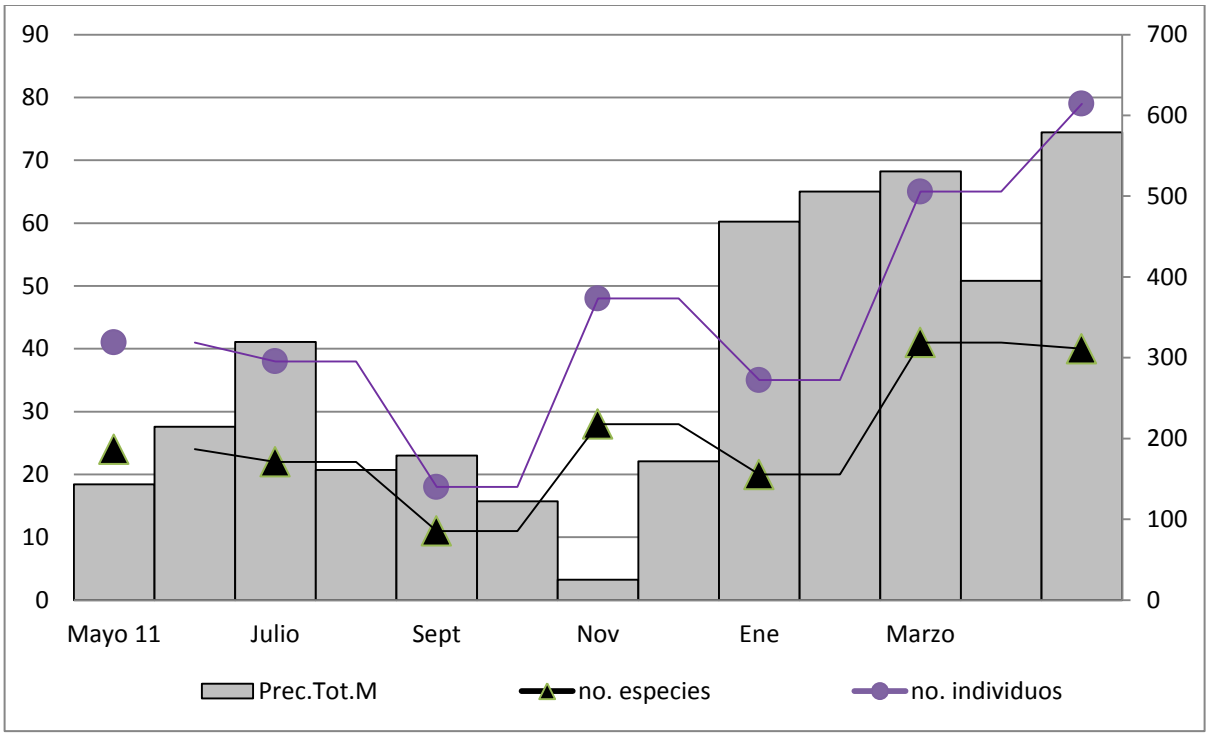


Figura 3: Variación en la riqueza de especies (▲) y abundancia (●) con relación a la precipitación total mensual (en mm) registrada desde mayo 2011 a mayo 2012.

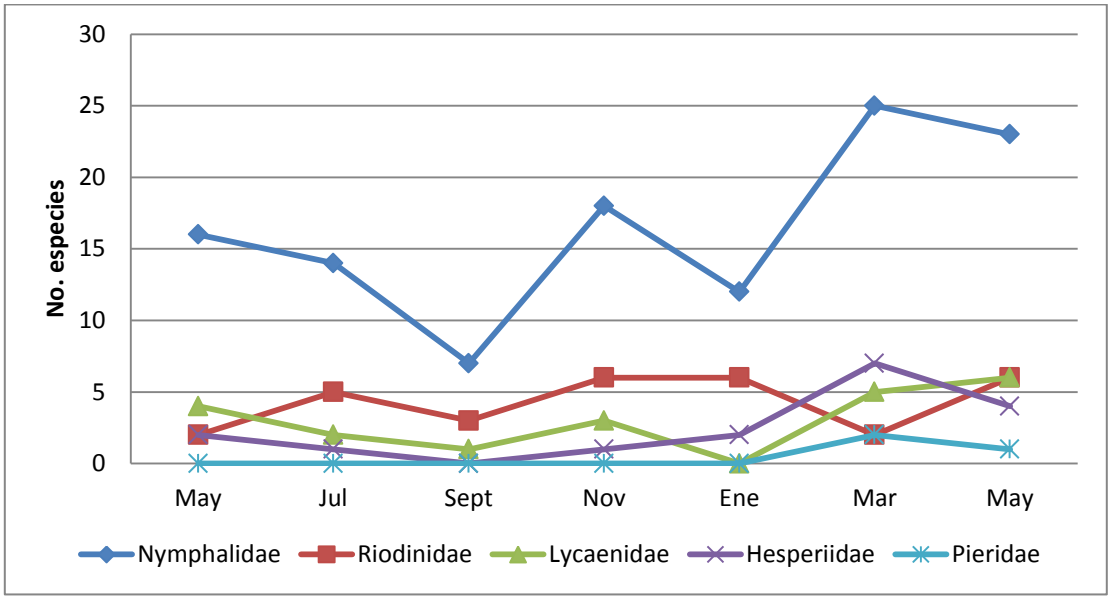


Figura 4: Fenología de las familias de mariposas registradas en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012

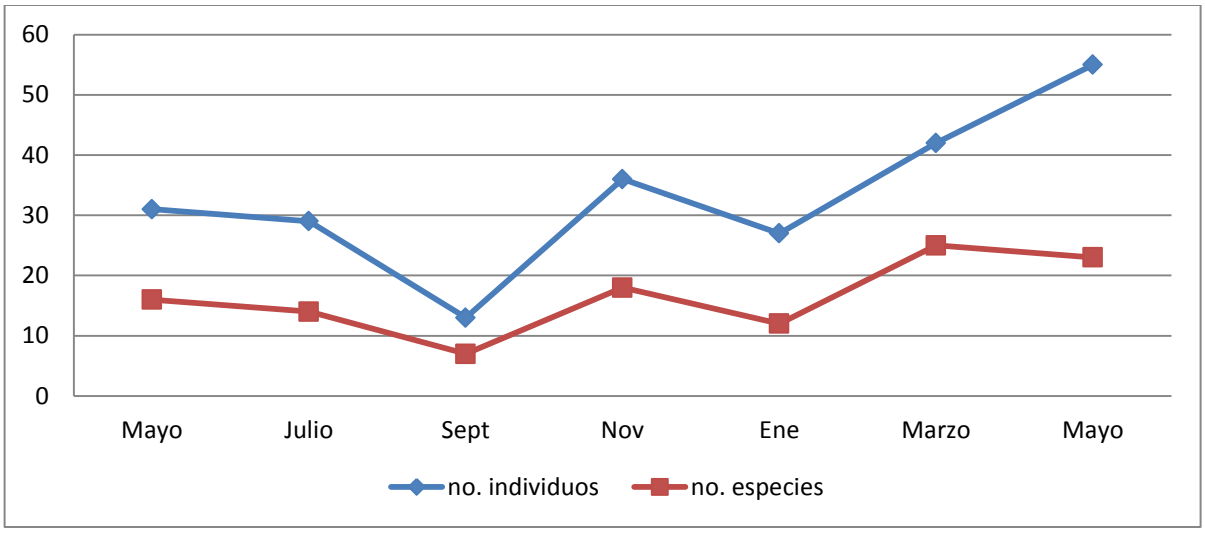


Figura 5: Fenología de Nymphalidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012 (incluye abundancia relativa y riqueza de especies).

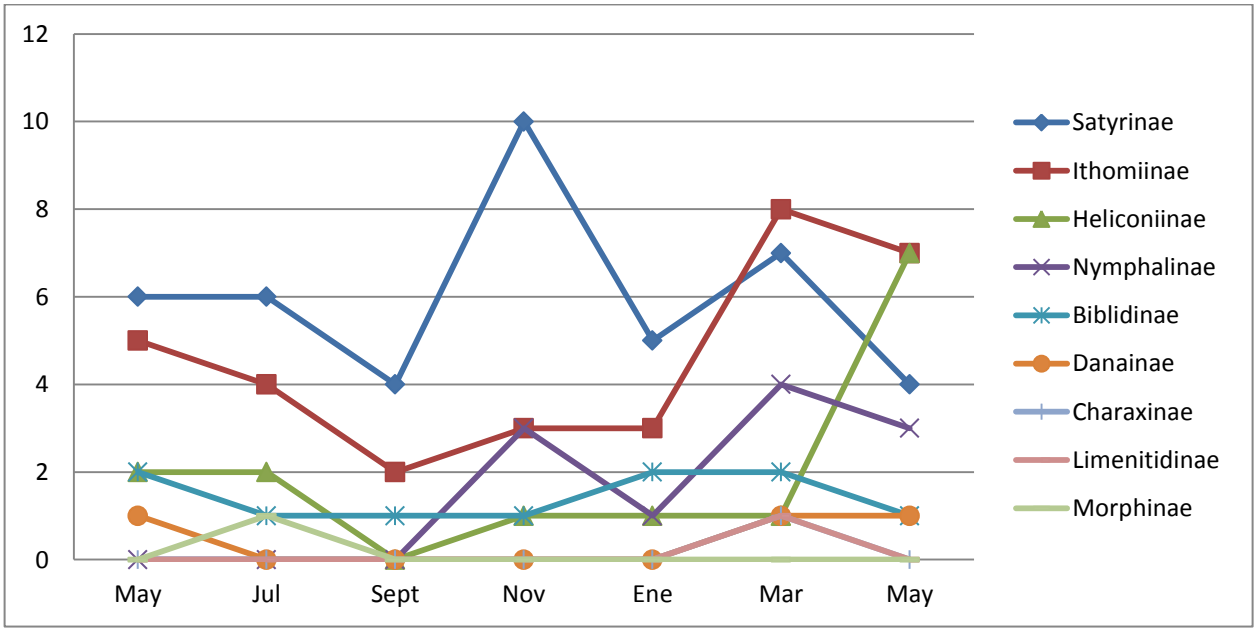


Figura 6: Fenología de las subfamilias de Nymphalidae (riqueza de especies) registradas en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012.

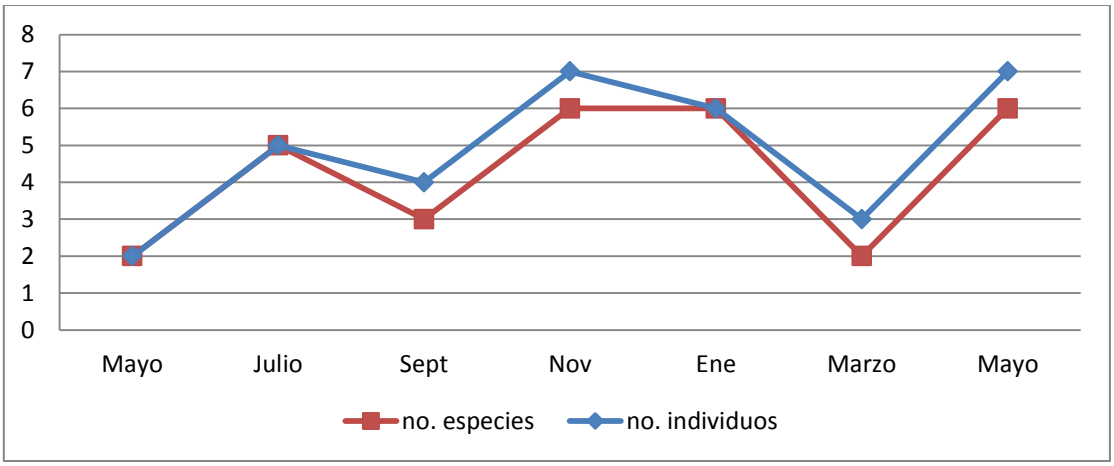


Figura 7: Fenología de Riodinidae registrada en Canandé desde Mayo 2011 a Mayo 2012 (incluye abundancia relativa y riqueza de especies).

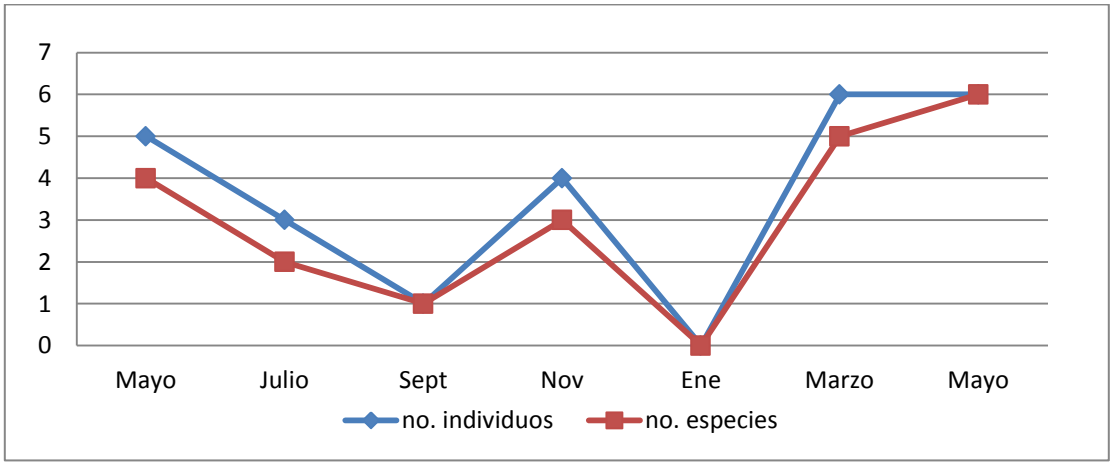


Figura 8: Fenología de Lycaenidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012 (incluye abundancia relativa y riqueza de especies).

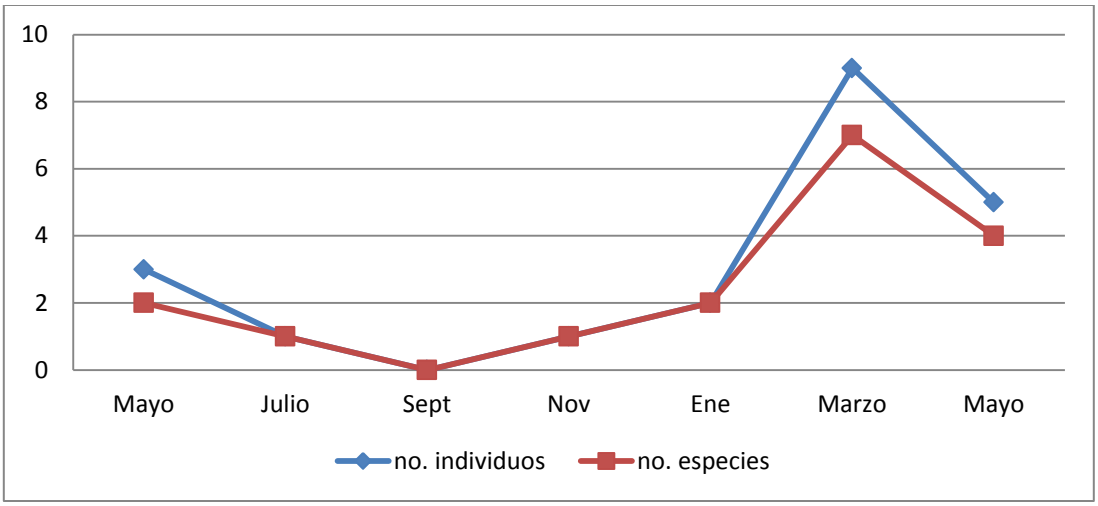


Figura 9: Fenología de Hesperiidae registrada en Canandé desde mayo 2011 a mayo 2012 (incluye abundancia relativa y riqueza de especies).

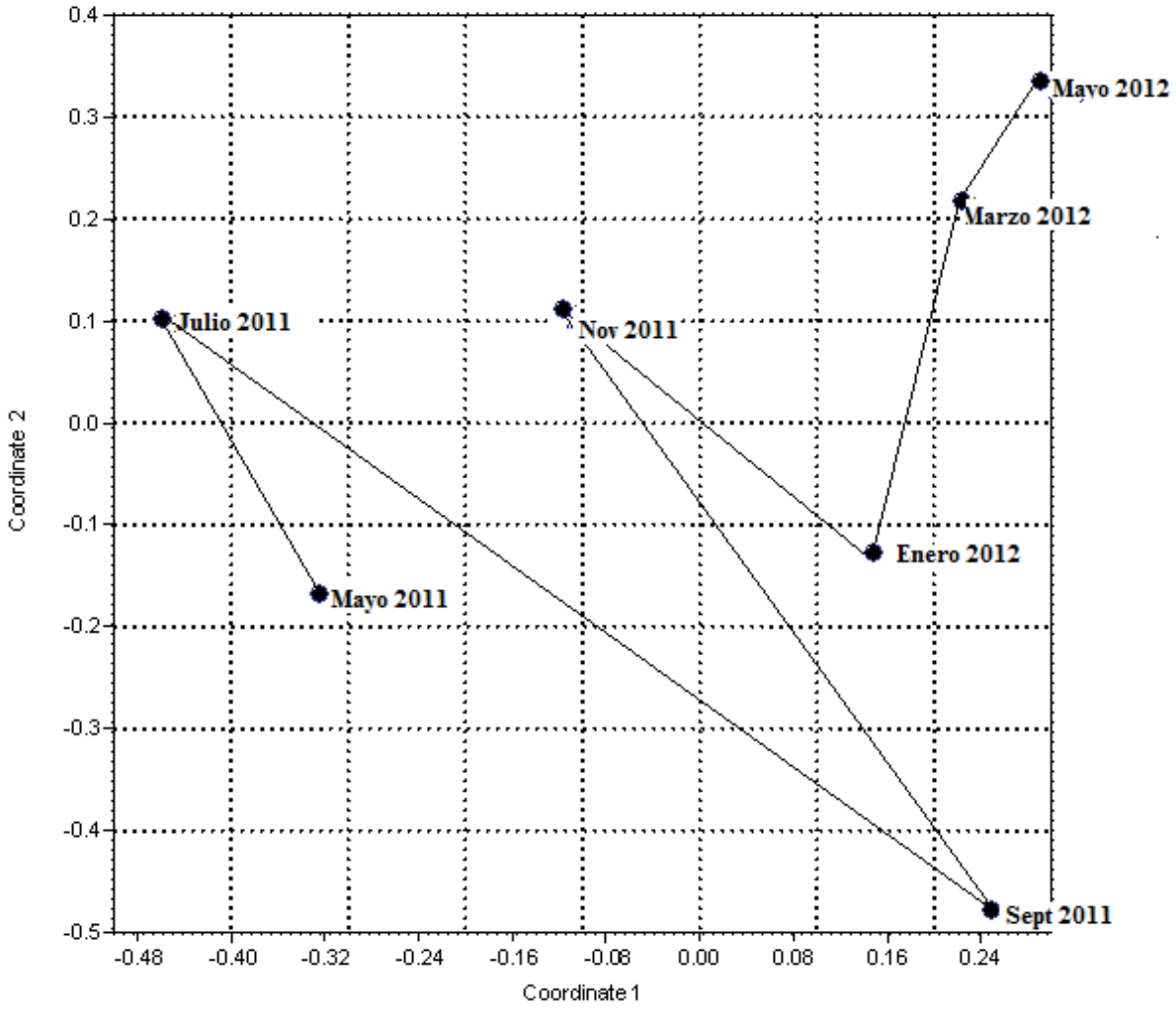


Figura 10: Resultado del NMDS usando distancia Bray-Curtis, en el cual se puede observar las diferencias en la estructura y la composición de las comunidades de mariposas durante el año de muestreo (de mayo 2011 a mayo 2012).

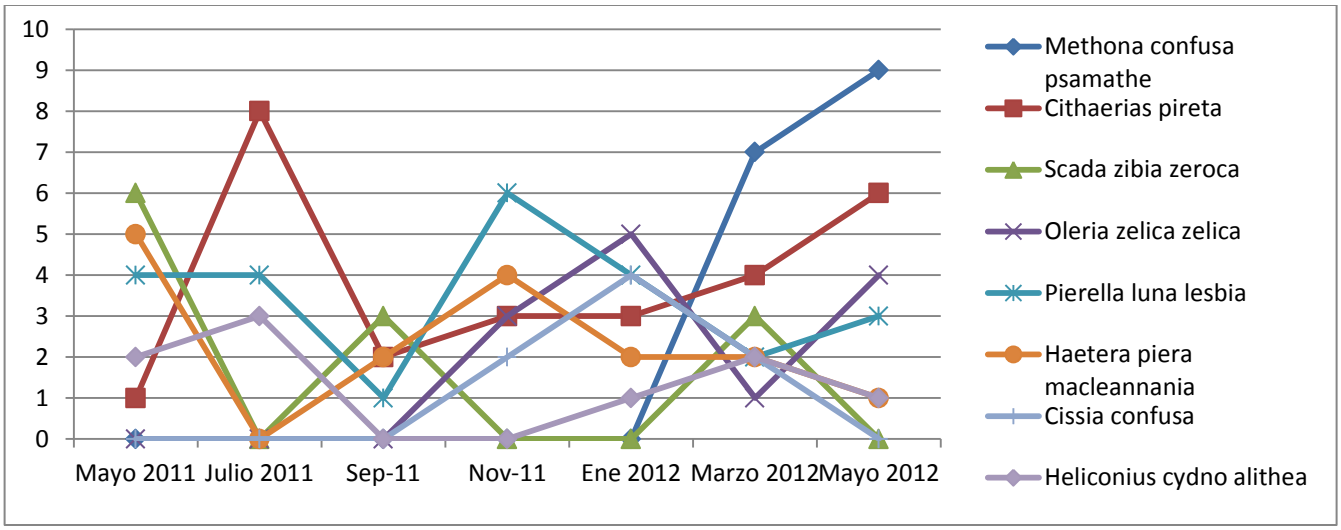


Figura 11: Fluctuación poblacional (sobrelapamiento) de las 8 especies que más contribuyen a la formación de comunidades a lo largo del año.

9. TABLAS

Familia	Abundancia	No. especies
Nymphalidae	233	50
Riodinidae	34	23
Lycaenidae	25	16
Hesperiidae	21	15
Pieridae	11	2
TOTAL	**324**	**106**

Tabla 1: Abundancia relativa y número de especies por familia.

Subfamilia	Abundancia	No. especies
Biblidinae	13	4
Charaxinae	1	1
Danainae	3	1
Heliconiinae	25	8
Ithomiinae	74	15
Limenitidinae	1	1
Morphinae	1	1
Nymphalinae	14	6
Satyrinae	101	13
TOTAL	**233**	**50**

Tabla 2: Abundancia relativa y número de especies de cada subfamilia de Nymphalidae.

Tabla 3: Resultados del análisis SIMPER donde se muestran la contribución relativa (Cont.) de las diferentes especies para separar las comunidades de mariposas a lo largo del año y el porcentaje acumulativo (Cu %) de explicación de cada especie.

Especie	Cont.	Cu %	Mayo 2011	Jul	Sept	Nov	Ene 2012	Mar	Mayo
Methona confusa psamathe	5.089	5.089	0	0	0	0	0	7	9
Cithaerias pireta	4.669	9.758	1	8	2	3	3	4	6
Scada zibia zeroca	4.323	14.08	6	0	3	0	0	3	0
Oleria zelica zelica	4.037	18.12	0	0	0	3	5	1	4
Pierella luna lesbia	3.281	21.4	4	4	1	6	4	2	3
Haetera piera macleannania	3.259	24.66	5	0	2	4	2	2	1
Cissia confusa	2.885	27.54	0	0	0	2	4	2	0
Dismorphia theucharila avonia	2.859	30.4	0	0	0	0	0	4	5
Aeria eurimedia sisenna	2.397	32.8	2	3	0	2	0	0	0
Heliconius cydno alithea	2.287	35.09	2	3	0	0	1	2	1
Dulcedo polita	1.887	36.97	0	2	2	2	0	1	0
Heliconius hecale	1.745	38.72	0	1	0	0	0	0	4
Pierella helvina ocreata	1.725	40.45	1	1	0	2	0	2	2
Eresia alsina mimas	1.69	42.13	0	0	0	1	2	1	2
Callithomia hezia beronilla	1.573	43.71	0	0	0	0	1	1	3
Hyposcada illinissa aesion	1.57	45.28	0	0	2	0	1	1	0
Mechanitis polymnia chimborazona	1.42	46.7	2	0	0	0	0	0	2
Heliconius erato cyrbia	1.362	48.06	0	0	0	0	0	0	4
L sp 5.	1.306	49.37	1	2	0	0	0	0	0
L sp 11.	1.29	50.66	2	1	0	0	0	0	0
R sp 3. *Euribia nicaeus*	1.223	51.88	0	0	2	0	0	0	0
H sp 3.	1.218	53.1	2	0	0	0	0	1	0
Euptychia westwoodi	1.16	54.26	0	0	0	2	0	1	0
Eresia poecilinia casiphia	1.094	55.35	0	0	0	1	0	2	0
H sp 1.	1.012	56.36	0	0	0	0	0	2	1
R sp 1. *Euribia* sp.	0.9495	57.31	0	1	0	1	0	1	1
Eunica chlororhoa mira	0.9171	58.23	1	1	1	2	2	1	2
R sp 15. *Emesis o Charis*	0.9019	59.13	1	0	0	1	0	0	1
L sp 3. *Arawacus*	0.896	60.03	0	0	0	2	0	0	0
R sp 8. Sarota gyas	0.896	60.92	0	0	0	2	0	0	0
Lycorea halia fasciata	0.8727	61.8	1	0	0	0	0	1	1
R sp 5.	0.872	62.67	0	0	1	0	1	0	0

Napeogenes stella opacella	0.8533	63.52	0	0	0	1	0	1	1
R sp 23.	0.8267	64.35	0	1	0	0	1	0	0
R sp 22.	0.8183	65.17	1	0	0	0	1	0	0
Magneuptychia inani	0.8183	65.98	1	0	0	0	1	0	0
H sp 12.	0.8086	66.79	1	1	0	0	0	0	0
Ithomia jucunda lamasi	0.8086	67.6	1	1	0	0	0	0	0
Ithomia hyala hyala	0.8086	68.41	1	1	0	0	0	0	0
R sp 7. Juditha	0.789	69.2	0	1	0	1	0	0	0
Euptychia insolata	0.789	69.99	0	1	0	1	0	0	0
Melinaea idea vespertina	0.7787	70.77	1	0	0	1	0	0	0
Eurema albula espinosae	0.7645	71.53	0	0	0	0	0	2	0
R sp 9.	0.7645	72.3	0	0	0	0	0	2	0
L sp 4.	0.7371	73.03	1	0	0	0	0	1	0
L sp 13.	0.7102	73.74	1	0	0	0	0	0	1
Dryas iulia moderata	0.6812	74.42	0	0	0	0	0	0	2
R sp 14.	0.6812	75.11	0	0	0	0	0	0	2
H sp 5.	0.6812	75.79	0	0	0	0	0	0	2
Ithomia iphianassa n. ssp.	0.6812	76.47	0	0	0	0	0	0	2
Melinaea idea vespertina	0.6297	77.1	0	0	0	0	0	1	1
R sp 17. *Leucochimona*	0.6116	77.71	0	0	1	0	0	0	0
R sp 12. *Panes nycteis*	0.6116	78.32	0	0	1	0	0	0	0
R sp 19. *Mesosemia*	0.5134	78.84	0	0	0	0	1	0	0
Nessaea aglaura thalia	0.5134	79.35	0	0	0	0	1	0	0
H sp 10.	0.5134	79.86	0	0	0	0	1	0	0
R sp 16.	0.5134	80.38	0	0	0	0	1	0	0
H sp 15.	0.5134	80.89	0	0	0	0	1	0	0
R sp 4.	0.5134	81.4	0	0	0	0	1	0	0
Napeogenes peridia n. ssp.	0.497	81.9	0	1	0	0	0	0	0
R sp 20.	0.497	82.4	0	1	0	0	0	0	0
R sp 18. *Mesosemia*	0.497	82.89	0	1	0	0	0	0	0
Chloreuptychia arnaca	0.497	83.39	0	1	0	0	0	0	0
Caligo atreus agesilaus	0.497	83.89	0	1	0	0	0	0	0
Callicore guatemalena chimana	0.4814	84.37	1	0	0	0	0	0	0
Hermeuptychia hermes	0.4814	84.85	1	0	0	0	0	0	0
L sp 8.	0.448	85.3	0	0	0	1	0	0	0
L sp 6.	0.448	85.75	0	0	0	1	0	0	0
R sp 21. *Leucochimona*	0.448	86.19	0	0	0	1	0	0	0
R sp 13.	0.448	86.64	0	0	0	1	0	0	0
Pareuptychia occirhoe	0.448	87.09	0	0	0	1	0	0	0
Pareuptychia binocula metaleuca	0.448	87.54	0	0	0	1	0	0	0

Siproeta stelenes sophene	0.448	87.99	0	0	0	1	0	0	0
H sp 6.	0.448	88.43	0	0	0	1	0	0	0
Adelpha heraclea heraclea	0.3822	88.82	0	0	0	0	0	1	0
Mechanitis lysimnia macrinus	0.3822	89.2	0	0	0	0	0	1	0
Hypoleria lavinia lavinia	0.3822	89.58	0	0	0	0	0	1	0
Memphis cleomestra cleomestra	0.3822	89.96	0	0	0	0	0	1	0
Pyrrhogyra otolais nasica	0.3822	90.35	0	0	0	0	0	1	0
H sp 11.	0.3822	90.73	0	0	0	0	0	1	0
H sp 9.	0.3822	91.11	0	0	0	0	0	1	0
H sp 8.	0.3822	91.49	0	0	0	0	0	1	0
H sp 7.	0.3822	91.87	0	0	0	0	0	1	0
H sp 4.	0.3822	92.26	0	0	0	0	0	1	0
H sp 2.	0.3822	92.64	0	0	0	0	0	1	0
L sp 14.	0.3822	93.02	0	0	0	0	0	1	0
L sp 10.	0.3822	93.4	0	0	0	0	0	1	0
L sp 9.	0.3822	93.79	0	0	0	0	0	1	0
L sp 1.	0.3822	94.17	0	0	0	0	0	1	0
Eresia emerantia sestia	0.3822	94.55	0	0	0	0	0	1	0
Hyposcada virginiana consobrina	0.3406	94.89	0	0	0	0	0	0	1
Mechanitis polymnia chimborazona	0.3406	95.23	0	0	0	0	0	0	1
Heliconius atthis	0.3406	95.57	0	0	0	0	0	0	1
Euides isabella ecuadoriensis	0.3406	95.91	0	0	0	0	0	0	1
H sp 14.	0.3406	96.25	0	0	0	0	0	0	1
H sp 13.	0.3406	96.59	0	0	0	0	0	0	1
L sp 15.	0.3406	96.93	0	0	0	0	0	0	1
L sp 16.	0.3406	97.28	0	0	0	0	0	0	1
L sp 12.	0.3406	97.62	0	0	0	0	0	0	1
L sp 7.	0.3406	97.96	0	0	0	0	0	0	1
L sp 2.	0.3406	98.3	0	0	0	0	0	0	1
R sp 11.	0.3406	98.64	0	0	0	0	0	0	1
R sp 10.	0.3406	98.98	0	0	0	0	0	0	1
R sp 6. *Aneyloris* sp.	0.3406	99.32	0	0	0	0	0	0	1
R sp 2. *Euribia*	0.3406	99.66	0	0	0	0	0	0	1
Tigridia acesta columbina	0.3406	100	0	0	0	0	0	0	1

* Las siglas en la columna de familia para la especies no identificadas corresponden a **R**iodinidae, **L**ycaenidae y **H**esperiidae

No. de especies - Prec.Total Diaria					
0	Coeff.	Std.err.	t	p	R^2
Constant	5.9987	0.67572	8.8776	5.32E-11	0
Prec.Total Diaria	0.035088	0.014791	2.3723	**0.022574**	**0.12334**

Tabla 4: Resultado de la regresión linear en la que se correlaciona el número de especies con la Precipitación Total Diaria.

No. de individuos - Prec.Total Diaria					
0	Coeff.	Std.err.	t	p	R^2
Constant	7.0101	0.81823	8.5673	1.37E-10	0
Prec.Total Diaria	0.048061	0.01791	2.6835	**0.010546**	**0.15256**

Tabla 5: Resultado de la regresión lineal en la que se correlaciona el número de individuos con la Precipitación Total Diaria.

No. de especies - Temp. promedio diaria					
0	Coeff.	Std.err.	t	p	R^2
Constant	-74.363	36.42	-2.0418	0.058013	0
Temp. prom. diaria	3.5061	1.5678	2.2363	**0.039927**	**0.23813**

Tabla 6: Resultado de la regresión lineal en la que se correlaciona el número de especies con la Temperatura Promedio Diaria.

No. de individuos - Temp. promedio diaria					
0	Coeff.	Std.err.	t	p	R^2
Constant	-95.139	46.597	-2.0417	0.058022	0
Temp. prom. diaria	4.4749	2.0059	2.2309	**0.040352**	**0.23725**

Tabla 7: Resultado de la regresión linear en la que se correlaciona el número de individuos con la Temperatura Promedio Diaria.

R múltiple = 0.65 **p** = 0.01

No. especies – Prec. Total Diaria – Temp. Promedio Diaria					
0	**Coeff.**	**Std.err.**	**t**	**p**	**R^2**
Constant	-6.4876	27.113	-0.23928	0.81493	0
Prec. Total Diaria	0.035707	0.0089352	3.9962	0.0017738	0.24157
Temp. Promedio Diaria	6.753	2.9654	2.2773	0.041885	0.23813

Tabla 8: Resultado de la regresión múltiple entre el número de especies y las variables climáticas (Precipitación Total Diaria y Temperatura Promedio Diaria)

10. ANEXOS

Anexo 1: Fenología de las especies y morfoespecies recolectadas en la Reserva Rio Canandé desde mayo del 2011 a mayo del 2012.

No.	Familia	ESPECIE	May 2011	Jul	Sept	Nov	Ene 2012	Mar	May	TOTAL
1	Nymphalidae	*Cithaerias pireta*	1	8	2	3	3	4	6	27
2	Nymphalidae	*Pierella luna lesbian*	4	4	1	6	4	2	3	24
3	Nymphalidae	*Methona confusa psamathe*	0	0	0	0	0	7	9	16
4	Nymphalidae	*Haetera piera macleannania*	5	0	2	4	2	2	1	16
5	Nymphalidae	*Oleria zelica zelica*	0	0	0	3	5	1	4	13
6	Nymphalidae	*Scada zibia zeroca*	6	0	3	0	0	3	0	12
7	Nymphalidae	*Eunica chlororhoa mira*	1	1	1	2	2	1	2	10
8	Nymphalidae	*Heliconius cydno alithea*	2	3	0	0	1	2	1	9
9	Pieridae	*Dismorphia theucharila avonia*	0	0	0	0	0	4	5	9
10	Nymphalidae	*Cissia confuse*	0	0	0	2	4	2	0	8
11	Nymphalidae	*Pierella helvina ocreata*	1	1	0	2	0	2	2	8
12	Nymphalidae	*Aeria eurimedia sisenna*	2	3	0	2	0	0	0	7
13	Nymphalidae	*Dulcedo polita*	0	2	2	2	0	1	0	7
14	Nymphalidae	*Eresia alsina mimas*	0	0	0	1	2	1	2	6
15	Nymphalidae	*Heliconius hecale*	0	1	0	0	0	0	4	5
16	Nymphalidae	*Callithomia hezia beronilla*	0	0	0	0	1	1	3	5
17	Nymphalidae	*Heliconius erato cyrbia*	0	0	0	0	0	0	4	4
18	Nymphalidae	*Hyposcada illinissa aesion*	0	0	2	0	1	1	0	4
19	Nymphalidae	*Mechanitis polymnia chimborazona*	2	0	0	0	0	0	2	4
20	Riodinidae	R sp 1. *Euribia*	0	1	0	1	0	1	1	4
21	Nymphalidae	*Lycorea halia fasciata*	1	0	0	0	0	1	1	3
22	Nymphalidae	*Napeogenes stella opacella*	0	0	0	1	0	1	1	3
23	Nymphalidae	*Eresia poecilinia casiphia*	0	0	0	1	0	2	0	3
24	Nymphalidae	*Euptychia westwoodi*	0	0	0	2	0	1	0	3
25	Riodinidae	R sp 15. *Emesis* o *Charis*	1	0	0	1	0	0	1	3
26	Lycaenidae	L sp 5.	1	2	0	0	0	0	0	3
27	Lycaenidae	L sp 11.	2	1	0	0	0	0	0	3
28	Hesperiidae	H sp 1.	0	0	0	0	0	2	1	3
29	Hesperiidae	H sp 3.	2	0	0	0	0	1	0	3
30	Nymphalidae	*Dryas iulia moderata*	0	0	0	0	0	0	2	2
31	Nymphalidae	*Melinaea idea vespertina*	1	0	0	1	0	0	0	2
32	Nymphalidae	*Ithomia hyala hyala*	1	1	0	0	0	0	0	2

33	Nymphalidae	*Ithomia iphianassa* n. ssp.	0	0	0	0	0	0	2	2
34	Nymphalidae	*Ithomia jucunda lamasi*	1	1	0	0	0	0	0	2
35	Nymphalidae	*Melinaea idea vespertina*	0	0	0	0	0	1	1	2
36	Nymphalidae	*Euptychia insolata*	0	1	0	1	0	0	0	2
37	Nymphalidae	*Magneuptychia inani*	1	0	0	0	1	0	0	2
38	Riodinidae	R sp 3. *Euribia nicaeus*	0	0	2	0	0	0	0	2
39	Riodinidae	R sp 5.	0	0	1	0	1	0	0	2
40	Riodinidae	R sp 7. *Juditha* sp.	0	1	0	1	0	0	0	2
41	Riodinidae	R sp 8. *Sarota gyas*	0	0	0	2	0	0	0	2
42	Riodinidae	R sp 9.	0	0	0	0	0	2	0	2
43	Riodinidae	R sp 14.	0	0	0	0	0	0	2	2
44	Riodinidae	R sp 22.	1	0	0	0	1	0	0	2
45	Riodinidae	R sp 23.	0	1	0	0	1	0	0	2
46	Lycaenidae	L sp 3. *Arawacus* sp.	0	0	0	2	0	0	0	2
47	Lycaenidae	L sp 4.	1	0	0	0	0	1	0	2
48	Lycaenidae	L sp 13.	1	0	0	0	0	0	1	2
49	Hesperiidae	H sp 5.	0	0	0	0	0	0	2	2
50	Hesperiidae	H sp 12.	1	1	0	0	0	0	0	2
51	Pieridae	*Eurema albula espinosae*	0	0	0	0	0	2	0	2
52	Nymphalidae	*Callicore guatemalena chimana*	1	0	0	0	0	0	0	1
53	Nymphalidae	*Nessaea aglaura thalia*	0	0	0	0	1	0	0	1
54	Nymphalidae	*Pyrrhogyra otolais nasica*	0	0	0	0	0	1	0	1
55	Nymphalidae	*Memphis cleomestra cleomestra*	0	0	0	0	0	1	0	1
56	Nymphalidae	*Euides isabella ecuadoriensis*	0	0	0	0	0	0	1	1
57	Nymphalidae	*Heliconius atthis*	0	0	0	0	0	0	1	1
58	Nymphalidae	*Mechanitis polymnia chimborazona*	0	0	0	0	0	0	1	1
59	Nymphalidae	*Hypoleria lavinia lavinia*	0	0	0	0	0	1	0	1
60	Nymphalidae	*Hyposcada virginiana consobrina*	0	0	0	0	0	0	1	1
61	Nymphalidae	*Mechanitis lysimnia macrinus*	0	0	0	0	0	1	0	1
62	Nymphalidae	*Napeogenes peridia* n ssp	0	1	0	0	0	0	0	1
63	Nymphalidae	*Adelpha heraclea heraclea*	0	0	0	0	0	1	0	1
64	Nymphalidae	*Caligo atreus agesilaus*	0	1	0	0	0	0	0	1
65	Nymphalidae	*Eresia emerantia sestia*	0	0	0	0	0	1	0	1
66	Nymphalidae	*Siproeta stelenes sophene*	0	0	0	1	0	0	0	1
67	Nymphalidae	*Tigridia acesta columbina*	0	0	0	0	0	0	1	1
68	Nymphalidae	*Chloreuptychia arnaca*	0	1	0	0	0	0	0	1

69	Nymphalidae	*Hermeuptychia hermes*	1	0	0	0	0	0	0	1
70	Nymphalidae	*Pareuptychia binocula metaleuca*	0	0	0	1	0	0	0	1
71	Nymphalidae	*Pareuptychia occirhoe*	0	0	0	1	0	0	0	1
72	Riodinidae	R sp 2. *Euribia*	0	0	0	0	0	0	1	1
73	Riodinidae	R sp 4.	0	0	0	0	1	0	0	1
74	Riodinidae	R sp 6. *Aneyloris* sp.	0	0	0	0	0	0	1	1
75	Riodinidae	R sp 10.	0	0	0	0	0	0	1	1
76	Riodinidae	R sp 11.	0	0	0	0	0	0	1	1
77	Riodinidae	R sp 12. *Panes nycteis*	0	0	1	0	0	0	0	1
78	Riodinidae	R sp 13.	0	0	0	1	0	0	0	1
79	Riodinidae	R sp 16.	0	0	0	0	1	0	0	1
80	Riodinidae	R sp 17. *Leucochimona*	0	0	1	0	0	0	0	1
81	Riodinidae	R sp 18. *Mesosemia*	0	1	0	0	0	0	0	1
82	Riodinidae	R sp 19. *Mesosemia*	0	0	0	0	1	0	0	1
83	Riodinidae	R sp 20.	0	1	0	0	0	0	0	1
84	Riodinidae	R sp 21. *Leucochimona*	0	0	0	1	0	0	0	1
85	Lycaenidae	L sp 1.	0	0	0	0	0	1	0	1
86	Lycaenidae	L sp 2.	0	0	0	0	0	0	1	1
87	Lycaenidae	L sp 6.	0	0	0	1	0	0	0	1
88	Lycaenidae	L sp 7.	0	0	0	0	0	0	1	1
89	Lycaenidae	L sp 8.	0	0	0	1	0	0	0	1
90	Lycaenidae	L sp 9.	0	0	0	0	0	1	0	1
91	Lycaenidae	L sp 10.	0	0	0	0	0	1	0	1
92	Lycaenidae	L sp 12.	0	0	0	0	0	0	1	1
93	Lycaenidae	L sp 14.	0	0	0	0	0	1	0	1
94	Lycaenidae	L sp 16.	0	0	0	0	0	0	1	1
95	Lycaenidae	L sp 15.	0	0	0	0	0	0	1	1
96	Hesperiidae	H sp 2.	0	0	0	0	0	1	0	1
97	Hesperiidae	H sp 4.	0	0	0	0	0	1	0	1
98	Hesperiidae	H sp 6.	0	0	0	1	0	0	0	1
99	Hesperiidae	H sp 7.	0	0	0	0	0	1	0	1
100	Hesperiidae	H sp 8.	0	0	0	0	0	1	0	1
101	Hesperiidae	H sp 9.	0	0	0	0	0	1	0	1
102	Hesperiidae	H sp 10.	0	0	0	0	1	0	0	1
103	Hesperiidae	H sp 11.	0	0	0	0	0	1	0	1
104	Hesperiidae	H sp 13.	0	0	0	0	0	0	1	1
105	Hesperiidae	H sp 14.	0	0	0	0	0	0	1	1
106	Hesperiidae	H sp 15.	0	0	0	0	1	0	0	1
		TOTAL	41	38	18	48	35	65	79	324

Anexo 2: Fotografías del lado ventral de algunas de las especies de Nymphalidae recolectadas durante el año de muestreo (mayo 2011 - mayo 2012). Las especies se encuentran ordenadas por subfamilias y dentro de cada subfamilia las especies están ordenadas según sus similitudes morfológicas. En algunos casos se presenta más de una fotografía por especie, en las que se puede apreciar la variación morfológica intraespecífica. Los tamaños no corresponden a su tamaño original. Fotos: Elisa Levy.

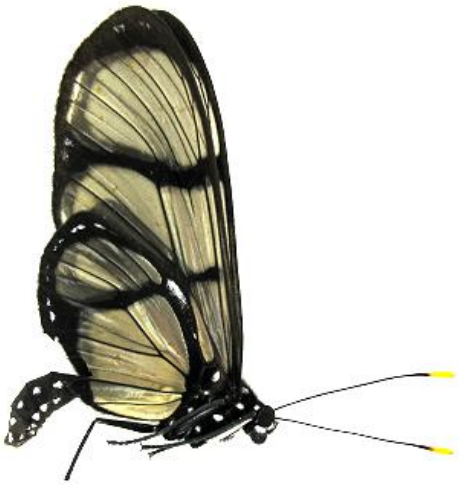
Subfamilia: DANAINAE	**Subfamilia: HELICONIINAE**
	
Lycorea halia fasciata	*Eueides isabella ecuadoriensis*

Subfamilia: HELICONIINAE	
	
Melinaea idea vespertina	

Subfamilia: NYMPHALINAE	
	
Eresia alsina mimas	*Eresia alsina mimas*
	
Eresia alsina mimas	*Eresia alsina mimas*
	
Eresia emerantia sestia	*Eresia poecilinia casiphia*

Subfamilia: ITHOMIINAE	
	
Olearia zelica zelica	*Olearia zelica zelica*
	
Aeria eurimedia sisenna	*Scada zibia zeroca*
	
Hyposcada illinissa aesion	*Hyposcada virginiana consobrina*

Subfamilia: ITHOMIINAE	
	
Napeogenes stella opacella	*Napeogenes stella opacella*
	
Napeogenes peridia n ssp	*Ithomia iphianassa* n ssp
	
Ithomia hyala hyala	*Hypoleria lavinia lavinia*

Subfamilia: ITHOMIINAE	
	
Ithomia jucunda lamasi	*Methona confusa psamathe*
	
Mechanitis polymnia chimborazona	*Mechanitis polymnia chimborazona*
	
Mechanitis lysimnia macrinus	*Callithomia hezia beronilla*

Subfamilia: SATYRINAE	
	
Magneuptychia inani	*Cissia confusa*
	
Chloreuptychia arnaca	*Pareuptychia binocula metaleuca*
	
Euptychia insolata	*Euptychia westwoodi*