

**DIVERSIDAD DE LEPIDOPTEROS DIURNOS EN BOSQUE Y ZONA INTERVENIDA EN
SECTORES DE EL ROSAL Y LA GALLERA, ZONA DE AMORTIGUACIÓN PARQUE
NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE (PNNM), MUNICIPIO DE EL TAMBO, CAUCA**

**JOHANNA ANDREA BOTINA INSUASTY
KAREN ROBLES LÓPEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYAN
2011**

**DIVERSIDAD DE LEPIDOPTEROS DIURNOS EN BOSQUE Y ZONA INTERVENIDA EN
SECTORES DE EL ROSAL Y LA GALLERA, ZONA DE AMORTIGUACIÓN PARQUE
NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE (PNNM), MUNICIPIO DE EL TAMBO, CAUCA**

**JOHANNA ANDREA BOTINA INSUASTY
KAREN ROBLES LÓPEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito
Para optar al título de
Bióloga**

**DIRECTORA
M.Sc. GISELLE ZAMBRANO GONZALEZ
PROFESORA ASISTENTE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
POPAYAN
2011**

Dedicado a mis padres, por su
Apoyo, amor y comprensión
Siempre.

Dedicado a quien jamás ha dejado de
creer en mí y animarme.
Mi madre, gestora de todos mis
logros y felicidades.

NOTA DE ACEPTACION

Directora: _____
M. Sc. Giselle Zambrano González

Jurado: _____

Jurado: _____

Fecha de sustentación 10 de Junio de 2011

Tabla de contenido

1. RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCION.....	7
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. MARCO TEORICO.....	10
4.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS LEPIDOPTEROS.....	10
4.2 DIVERSIDAD DE LEPIDOPTEROS.....	10
4.3 DESCRIPCION DE FAMILIAS.....	10
4.4 LOS LEPIDOPTEROS COMO BIOINDICADORES.....	12
4.5 ESTUDIOS DE DIVERSIDAD EN EL PNNM.....	14
4.6 MARIPOSAS DEL PNNM.....	14
4.7 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	15
4.8 USO SOSTENIBLE.....	16
5. METODOLOGÍA.....	17
5.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	17
5.2 ÁREA DE MUESTREO.....	18
5.3 METODOS DE MUESTREO.....	20
5.4 ANALISIS DE DATOS.....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
6.1 COMPOSICIÓN.....	23
6.2 DIVERSIDAD.....	27
6.3 COMPARACION DE ESPECIES MEDIANTE EL COEFICIENTE DE SIMILITUD DE JACCARD.....	31
6.5. MARIPOSAS BIOINDICADORAS.....	33
8. CONCLUSIONES.....	42
9. RECOMENDACIONES.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Familias de mariposas presentes en el Cauca.....	13
Figura 2.	Ubicación del parque Nacional Natural Munchique.....	18
Figura 3.	Fotografía de la vereda La Gallera.....	19
Figura 4.	Fotografía de la vereda El Rosal.....	20
Figura 5.	Trampas utilizadas en la metodología de muestreo.....	21
Figura 6.	Almacenamiento de los ejemplares colectados.....	21
Figura 7.	Índices de riqueza observados y esperados para la vereda El Rosal.....	28
Figura 8.	Índices de riqueza observados y esperados para la vereda La Gallera.....	30
Figura 9.	Dendrogama de similitud de Jaccard para las zonas muestreadas.....	32
Figura 10.	Mariposas exclusivas de la zona de bosque de la vereda El Rosal.....	35
Figura 11.	Mariposas exclusivas de la zona intervenida de la vereda El Rosal.....	37
Figura 12.	Mariposas compartidas de la vereda El Rosal.....	38
Figura 13.	Mariposas exclusivas de la zona de bosque de la vereda La Gallera.....	39
Figura 14.	Mariposas exclusivas de la zona intervenida de la vereda La Gallera.....	40
Figura 15.	Mariposas compartidas de la vereda La Gallera.	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición de especies colectadas en la vereda El Rosal.....	24
Tabla 2. Composición de especies colectadas en la vereda La Gallera...	26
Tabla 3. Especies indicadoras del estado de conservación de las zonas muestreadas.....	41

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarnos cada uno de los días de nuestras vidas.

A nuestros padres por su sabiduría, apoyo, amor incondicional, enseñanzas, fortaleza y especialmente por los ánimos y consejos que siempre nos han brindado. Por inculcarnos el amor a la biología y su eterna paciencia. Por estar presentes en todos los momentos importantes de nuestras vidas y especialmente, durante este trabajo.

A nuestras familias, que han sido un motivo más para continuar realizando nuestros sueños y un apoyo constante e importante en todo momento.

A nuestra directora que más que profesora fue amiga y colega, a quien le debemos el gusto por los insectos en especial las mariposas.

A la Universidad Del Cauca por formarnos profesionalmente, hacernos parte de ella y cambiarnos la vida y al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, por facilitarnos las instalaciones para el montaje e identificación de los especímenes.

A todo el equipo del Parque Nacional Natural Munchique por brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo.

Al Phd. Carlos Prieto y M.Sc. Efraín Henao por la identificación de parte del material colectado.

A Huber Pechené y su hijo Paul por colaborarnos, cuidarnos, acompañarnos y hacernos parte de su familia durante este año de trabajo, A doña Gloria por todas sus atenciones. Y En general a toda la comunidad de la vereda el Rosal y La Gallera por su acompañamiento y aportes para la realización de este trabajo.

A la profesora Patricia Torres por ser tan especial y confiar en nosotras. A nuestros profesores Hildier Zamora, Silvio Carvajal, Diego Macías, Leónidas Zambrano y demás por su paciencia y don de enseñar. A nuestros amigos Catalina Fernández, Mayra Zamora, Nestor Leyton, Juan Riascos, Mabel Sterling, Diana Burbano, Diana Polania, Jennifer Gutiérrez y Liliana Muñoz por acompañarnos en este viaje a la Biología y compartir nuestra pasión por ella. Y a todos nuestros demás compañeros y amigos que pasaron por estos años de carrera que a pesar de no nombrarlos les agradecemos sus preciados consejos, gratos momentos y por tener siempre la esencia de compañeros más no de competencia, mil gracias.

Y a todas las personas que directa o indirectamente nos ayudaron culminar esta meta tan anhelada muchísimas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito evaluar la diversidad de especies de mariposas presentes en dos veredas del Parque Nacional Natural Munchique (PNNM), para verificar si las estrategias de restauración y conservación dentro del mismo están siendo efectivas en las zonas muestreadas mediante la captura, identificación y establecimiento de la presencia de especies de mariposas diurnas en las veredas de El Rosal y La Gallera. Se realizaron análisis para determinar la similitud en la composición de las comunidades presentes entre el bosque y el área intervenida de ambas veredas. Como resultado, se colectaron 107 especies de mariposas pertenecientes a las familias Nymphalidae, siendo esta la más abundante, Hesperidae, Pieridae, Saturniidae, Lycaenidae y Riodinidae. La vereda con mayor riqueza fue El Rosal con 83 especies, 25 en la zona de bosque, 37 en la zona intervenida y 21 especies compartidas; En la vereda La Gallera se colectaron 48 especies de mariposas, 15 para la zona de bosque, 28 para la zona intervenida y 5 especies compartidas. El índice de diversidad de Shannon- Wiener ($H' = 3,93$) obtuvo el valor más alto para la zona intervenida de la vereda El Rosal y el valor más bajo ($H' = 2,88$) para la zona de bosque de la vereda La Gallera.

La zona intervenida presenta mayor diversidad para ambas veredas, seguida de la zona de bosque de la vereda El Rosal y por último la zona de bosque de la vereda La Gallera, en donde las especies encontradas no fueron en su mayoría exclusivas de este tipo de zona. Para el caso de la vereda El Rosal, la zona intervenida y el bosque presentan un alto número de especies en común, lo que evidencia el estado de recuperación de las zonas de esta vereda. De acuerdo a la revisión bibliográfica, se logró identificar especies indicadoras tanto de bosque como de zonas altamente perturbadas. En algunos casos, el hábito de las especies colectadas no coincidió con los registros consultados.

2. INTRODUCCION

La clase insecta es una de los más abundantes dentro del reino animal, abarcando una gran variedad de formas desde insectos pequeños como las tijeretas pertenecientes al orden Dermáptera hasta animales alados, hábiles e importantes para los humanos como las mariposas y las abejas.

Los lepidópteros son insectos vistosos, debido a su coloración y hábitos cosmopolitas, hacen parte de uno de los mayores órdenes de la clase insecta, comprendiendo más de 200.000 especies. En el territorio Colombiano se conocen cerca de 3.274 especies de mariposas descritas hasta el momento de las cuales aproximadamente 350 son endémicas (Andrade *et al.* 2007). Esta diversidad es el producto del posicionamiento geográfico, la compleja topografía, el mosaico de climas, suelos, y la fisiografía e historia geológica (Amat *et al.* 1999) del territorio en el que se encuentra el país.

Este orden es un grupo abundante, fácil de encontrar y manejar en campo, ecológicamente muy diversificado y sensible a los cambios ambientales y a la intervención antrópica. Han sido propuestos para cumplir funciones como indicadores de la conservación del hábitat debido a su diversidad y alto nivel taxonómico, sus propiedades como indicadores se asumen a sus relaciones ecológicas, como su posición en la cadena trófica y su dependencia específica a una planta, de la que se alimenta en estado larval (Andrade-C. 1998). Los estudios acerca de la conservación de la comunidad de mariposas en las distintas zonas altitudinales de Colombia son importantes, ya que las especies están desapareciendo debido especialmente al aumento de las aéreas agrícolas y a la introducción de especies vegetales (Andrade-C. 2002). En los ecosistemas tropicales donde las poblaciones animales se ven más seriamente amenazadas a causa del vertiginoso avance de la deforestación y fragmentación, se genera la extinción de recursos naturales regionales incluyendo especies de insectos aun no descritos y posiblemente de gran importancia ecológica y económica (Gordon 1985).

En este contexto, Colombia al estar ubicada en la zona del neotrópico posee un clima ideal para una innumerable cantidad de especies tanto animales como vegetales. A pesar de la riqueza natural que poseemos, las condiciones sociales, culturales y económicas han hecho que la mayoría de poblaciones que habitan el país encuentren en los recursos naturales una manera de subsistir, sin realizar ningún control sobre la explotación de los mismos. De allí que el sistema de Parques Nacionales Naturales sea tan importante para la conservación de los recursos naturales de nuestro país, debido a que estas zonas se encuentran protegidas por el estado de la explotación humana y su objetivo principal es la conservación de la naturaleza.

El Parque Nacional Natural Munchique (PNNM) posee una cantidad de fauna y flora que debe ser conservada por su valor intrínseco y dentro del mismo se han venido llevando a cabo procesos de conservación vinculando la comunidad, lo que proporciona un mayor grado de concientización dentro de la misma, logrando que las personas construyan un sentimiento de pertenencia hacia el parque y de esta manera lo protejan. Pero por ser un Parque Natural no lo excluye de los problemas de intervención antrópica. El crecimiento de la comunidad en las zonas de amortiguación del parque lleva a un aumento en la

expansión de la frontera agrícola y a la intensificación de las actividades ganaderas que afectan drásticamente la estabilidad del parque, causando alteraciones e interrumpiendo los procesos de conservación que se llevan a cabo, convirtiéndose en unas de las principales amenazas para la diversidad biológica.

Realizar monitoreo permite identificar poblaciones naturales que estén en peligro o que ya se hayan adaptado a los recursos y cambios del ambiente para así establecer el estado del ecosistema, el cual se convierte en una necesidad dentro del parque para determinar las condiciones en que se encuentran las poblaciones y tomar medidas preventivas o correctivas si es el caso.

El presente trabajo hace parte de un grupo de investigaciones que se han llevado a cabo en el PNNM con el fin de obtener datos sobre la eficacia de los procesos de restauración llevados a cabo por el parque y en la zona de amortiguación y pretende definir la línea base del monitoreo de mariposas diurnas en sectores de las veredas de El Rosal y La Gallera (PNNM) y comparar las especies de mariposas entre las zonas de bosque y las zonas intervenidas.

A partir de la necesidad de establecer una estrategia de monitoreo dentro del parque, se plantearon las siguientes preguntas que fueron la base para realizar este trabajo:

- ✓ ¿Cuáles especies de mariposas diurnas están presentes tanto en la zona de bosque como en la zona intervenida de las veredas La Gallera y El Rosal?
- ✓ ¿Cuáles especies de mariposas diurnas son exclusivas para cada zona?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la diversidad de mariposas diurnas presentes en un bosque y zona intervenida en sectores de El Rosal y La Gallera, en el área de amortiguación del PNN Munchique, municipio de El Tambo, Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer la composición y diversidad de mariposas diurnas presentes en dos zonas del PNN Munchique.

Establecer las diferencias en la composición de especies de mariposas diurnas entre un bosque y la zona intervenida en las veredas El Rosal y La Gallera.

Determinar las especies bioindicadoras para las zonas de estudio.

4. MARCO TEORICO

4.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS LEPIDOPTEROS

Las mariposas son clasificadas entomológicamente en la clase insecta, orden Lepidóptera (lèpidos: escamas, pteròn: ala). El orden Lepidóptera se divide en dos subórdenes que agrupan a estos insectos por características anatómicas (antenas) y hábitos: suborden Heterocera (polillas) y el suborden Rhopalocera (mariposas diurnas) (Borror *et al.* 1995; Brown 1991; Guevara 2004). Las mariposas y polillas son insectos comunes y altamente conocidos. La mayoría se clasifican de acuerdo a las escamas de sus alas, las cuales son muy frágiles y se pueden quedar en los dedos al ser manipuladas por el investigador. El cuerpo y las patas casi en su totalidad están cubiertos de escamas (Borror *et al.* 1995).

Los lepidópteros son de tamaño variable, poseen el cuerpo y apéndices poco esclerotizados y recubiertos por escamas que forman manchas de diferentes colores, características de cada especie. Las cuatro alas están bien desarrolladas, son membranosas y presentan venación transversal reducida. Son ovíparos y de desarrollo holometábolo y sus cambios fisiológicos son muy marcados en cada uno de los estadios de la metamorfosis. Las larvas generalmente son eruciformes, a veces apodas; las pupas son generalmente obtectas (los apéndices están protegidos por una envoltura la cual se le denomina crisálida). El tiempo de vida varía según la especie. Las mariposas son animales unisexuales y en muchos casos es visto el llamado dimorfismo sexual, es decir, el macho y la hembra de la misma especie presentan diferencias tanto en tamaño como en coloración y forma o en las tres características a la vez (Borror *et al.* 1995).

4.2 DIVERSIDAD DE LEPIDOPTEROS

Dentro de la clase insecta, los lepidópteros son el orden cuyo número de especies ocupa el segundo lugar después de los coleópteros, de estos las mariposas diurnas comprenden aproximadamente el 15%. En Colombia se calcula que existen cerca de 3274 especies (Andrade *et al.* 2007) pertenecientes a las superfamilias Hesperioidea representada por la familia Hesperidae y la superfamilia Papilionoidea distribuida en cinco familias y dieciséis subfamilias. Debido a la falta de muestreos en aproximadamente el 35% del territorio nacional, el número total de especies podría aumentar en una centena, las áreas aún no estudiadas, corresponden al norte del Pacífico (Chocó), el Macizo central, la Orinoquia y la Amazonía. Para la cordillera occidental, en su zona de montaña e incluyendo las dos vertientes se reconocen 182 especies (Solarte-V. 2003).

Andrade (2002) presentó un análisis de la distribución y diversidad de las mariposas de Colombia a partir del estudio de la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales. Obtuvo información para 2.107 especies de Rophalocera y realizó el listado detallado por departamentos con un resultado de 1.586 especies.

4.3 DESCRIPCION DE FAMILIAS

Las familias de mariposas diurnas (Rhopalocera) encontradas en el departamento del Cauca se describen a continuación (Millán *et al.* 2009; Zambrano-G y Ortiz-G 2009):

Familia Nymphalidae

En general se reconocen por tener solo cuatro patas para caminar, sus patas delanteras están reducidas, esta particularidad también la tienen los machos de la familia Riodinidae. Desde el punto de vista comercial la familia Nymphalidae es probablemente la más utilizada para el mercado de mariposas vivas como muertas debido a sus vistosos colores, y de gran importancia ecológica ya que contienen el mayor número de especies y la mayor diversidad de plantas hospederas. Dentro de esta familia se registraron las subfamilias neotropicales Charaxinae, Apaturinae, Nymphalidae, Heliconiinae (Figura 1A), Danainae, Biblidinae, Morphinae, Satyrinae y la subfamilia Libytheinae que tiene como representante solo una especie en el neotropico: *Lybeteana carinenta mexicana* (Bonebrake y López-Sorto 2008).

Familia Pieridae

Familia (Figura 1B) compuesta por una gran diversidad de especies que se encuentran en todas partes del mundo excepto en la antártica. Si bien esta familia está bien representada en las zonas templadas, los piéridos se extienden mayormente en África y en el Neotrópico (Devries 1987). Las mariposas de estas familias se reconocen por tener seis patas para caminar, garras tarsales y venación bífida; poseen gran diversidad de colores, sin embargo, la mayoría de especies neotropicales son amarillas y blancas (García-Robledo *et al.* 2002).

Familia Papilionidae

Esta familia es conocida como cola de golondrinas, es el grupo más conocido de las familias de mariposas. Devries (1987) señala que estas especies se encuentran en todos los hábitats alrededor del mundo. Los adultos se distinguen por tener seis patas para caminar, las cuales poseen garras no bífidas en los tarsos. En el neotrópico todas las especies son entre medianas y grandes y tienen colores llamativos. La mayoría mantiene el vuelo al alimentarse de las flores y se posa sobre la flor batiendo fuertemente las alas anteriores. Esta característica no se observa en otras familias de mariposas diurnas (Figura 1C) (Devries 1987).

Familia Riodinidae

Son mariposas pequeñas que frecuentemente muestran en sus alas manchas y colores iridiscentes, y aunque se les encuentra en todas las zonas habitables del mundo, más del 90% de las aproximadamente 1200 especies existentes son exclusivamente neotropicales (Devries 1987). Los riodinidos pueden ser separados de Lycaenidae ya que los machos poseen solo cuatro patas útiles para caminar, las patas anteriores están reducidas y tienen forma de cepillo como en la familia Nymphalidae (Devries 1997).

Familia Hesperidae

Son mariposas de tamaño pequeño a mediano casi siempre de coloración café o negra (Figura 1E), raras veces naranja o con matices azul metálico, las larvas llamadas gusanos

cabezones, se caracterizan por tener “cuello” entre la cabeza y el tórax, estos viven generalmente dentro de una hoja enrollada donde fabrican un refugio con seda. Es una familia de mariposas diurnas que vuelan muy rápido. El adulto se caracteriza fácilmente por tener un cuerpo bien compacto y lo principal es que se reconoce fácilmente porque tiene el extremo de las antenas en forma de huso (forma de un gancho), alas muy poderosas para revolotear en el vuelo y dentro de la red cuando es capturada (Bonebrake y Lopez-Sorto 2008).

Familia Lycaenidae

Son mariposas de tamaño medio a pequeñas que generalmente mueven sus alas posteriores en forma alternante hacia atrás y hacia adelante mientras están posadas para confundir a sus predadores pareciendo tener dos cabezas. La mayoría de las especies tienen por lo menos una pequeña cola filamentosa en cada una de las alas posteriores simulando ser un par más de antenas al moverlas aleatoriamente, y la mayoría son azules iridiscentes en la superficie dorsal. Las larvas tienen forma de babosa y muchas son mirmecófilas, ellas producen secreciones de las que se alimentan las hormigas, mientras que las hormigas les dan alguna protección contra insectos depredadores y parasitoides (Figura 1F) (Bonebrake y Lopez-Sorto 2008).

4.4 LOS LEPIDOPTEROS COMO BIOINDICADORES

Los bioindicadores son especies o grupos taxonómicos capaces de reflejar el estado de conservación, diversidad, endemismo y el grado de intervención o perturbación en los ecosistemas naturales. Muchos de los trabajos con bioindicadores se han realizado con insectos, en especial las mariposas, debido a que existen diversas características ecológicas de las mismas que facilita su control y monitoreo (Colwell y Coddington 1994; Andrade 1998).

Las mariposas poseen alta riqueza y diversidad de especies, factor que aumenta las probabilidades de captura y su corto ciclo de vida nos posibilita estrategias de monitoreo a corto plazo, además son más sensibles que otros grupos a las perturbaciones en el medio ambiente por su preferencia a espacios determinados, lo cual aumenta el porcentaje de endemismo. También presentan fragilidad frente a cambios que ocurren con las transformaciones antrópicas del paisaje. Son sensitivas a cambios de temperatura, microclima, humedad y nivel de luminosidad, parámetros que típicamente se alteran con la perturbación de un hábitat determinado (Ehrlich 1984).

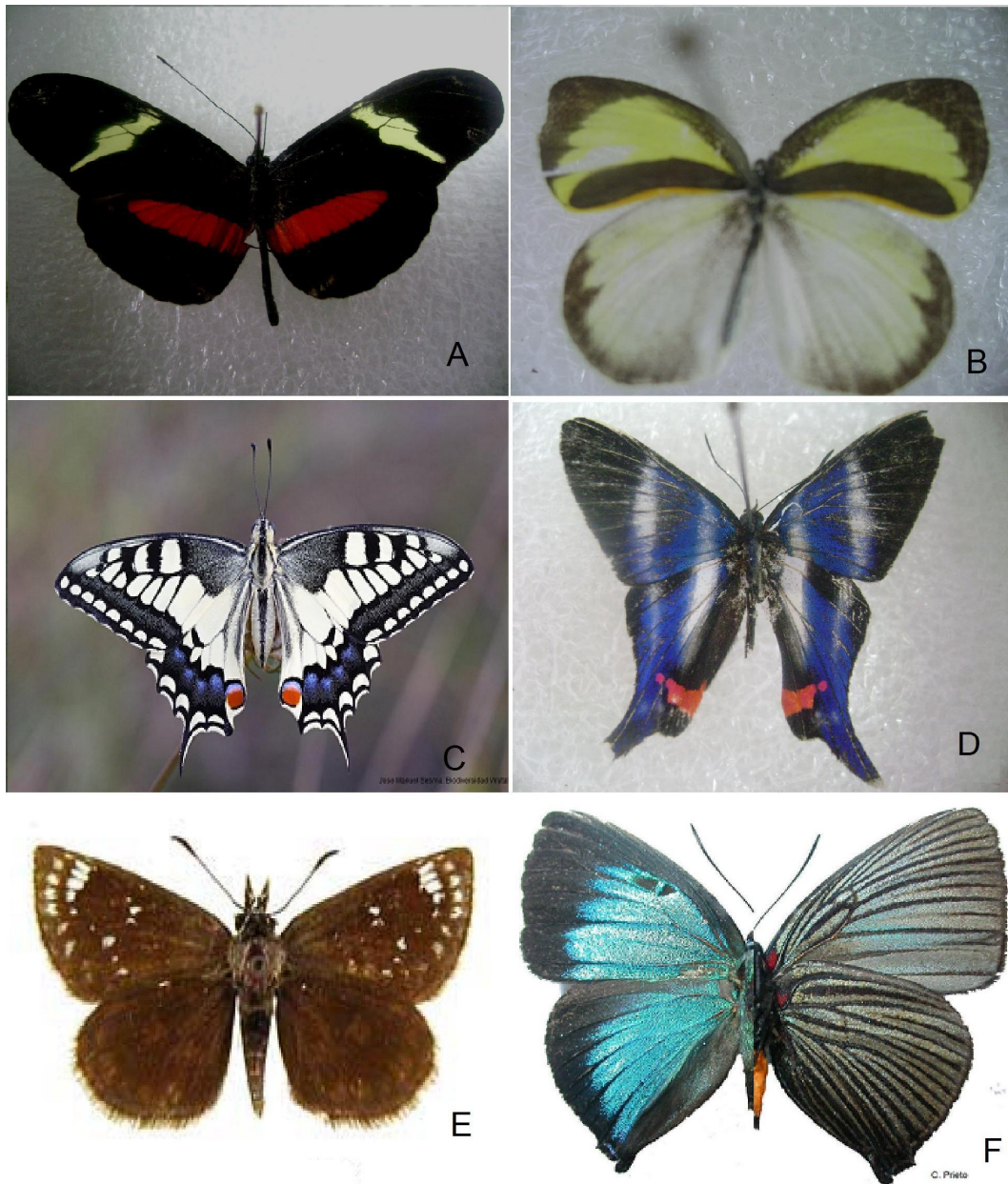


Figura 1. Familias de mariposas presentes en el Cauca. **A**, *Heliconius clysonimus* (Nymphalidae). **B**, *Eurema daira* (Pieridae). **C**, *Papilio machaon* (Papilionidae) (Fuente: José Manuel Sesma). **D**, *Rhetus dysonii* (Riodinidae). **E**, *Hesperopsis libya* (Hesperiidae) (Fuente: Robert W. Poole). **F**, *Atildes dahnersi* (Lycaneidae) (Fuente: Carlos Prieto).

Las características antes mencionadas convierten a las mariposas en excelentes bioindicadoras, debido a que cualquier variación física o espacial altera la composición de la comunidad.

4.5 ESTUDIOS DE DIVERSIDAD EN EL PNNM

En cuanto a la biodiversidad existente en el PNNM, se cuenta con información proveniente de las diferentes investigaciones científicas desarrolladas en cuatro sectores de manejo: La Romelia, La Gallera, El Cóndor y Veinte de Julio. Los enfoques dados a tales estudios han permitido contar, entre otros aspectos, con inventarios de plantas superiores, aves, anfibios, insectos (coleópteros y mariposas), reptiles y macro invertebrados acuáticos existentes en el área protegida. Sin embargo, es necesario aclarar que son el punto de partida para el conocimiento de la flora y fauna del parque (UAESPAN 2005).

Los resultados obtenidos por dichas investigaciones, reflejan no solo la importancia del área protegida como centro de diversidad y endemismo del pacífico colombiano, al registrar el descubrimiento de nuevas especies para la ciencia o la ampliación de su rango de distribución, sino que también han proporcionado elementos para afirmar que el PNNM presenta altos niveles de representatividad e integridad ecológica.

En términos de biodiversidad, el PNNM cuenta con 1.048 especies de plantas superiores, 541 de aves, 182 de mamíferos, 71 de anfibios, 55 de mariposas y 18 coleópteros; cifras correspondientes tanto a las especies registradas por las investigaciones como aquellas con probable distribución dentro del área protegida (UAESPAN 2005).

4.6 MARIPOSAS DEL PNNM

Prieto (2003) elaboró una lista de los lepidópteros diurnos presentes en el PNNM, encontrando 55 especies de la subfamilia Satyrinae distribuidas en 22 géneros y tres tribus. Los géneros con mayor número de especies fueron *Pedaliodes* con 13 y *Euptychia* con 6 especies.

Prieto y colaboradores (2005), entre los meses de abril y agosto, estimaron el tamaño de una población de *Morpho sulkowskyi* conocida para la cordillera occidental en el PNNM por medio de tres metodologías de Marcaje-recaptura (MRR): Peterson, Jolly-Seber y Schnabel comparadas con el método de abundancia por observación de Pollard. Se capturaron 152 individuos y se obtuvo un éxito de recaptura del 23.68%.

Casas-C (2007) registró, para el corredor de conservación biológica y multicultural Munchique-pinche, 371 especies de mariposas pertenecientes a 146 géneros, 22 subfamilias y 5 familias, siendo Nymphalidae la familia más abundante con 285 especies.

Zambrano-G y Ortiz-G (2009) realizaron un análisis de diversidad y similitud a una comunidad de mariposas diurnas en el corredor biológico Munchique-Pinche. Encontraron 111 especies de mariposas de 77 géneros y 5 familias en 881 ejemplares. En el Resguardo Indígena de Chimborazo se obtuvo un total de 53 especies de mariposas; en la Reserva Tambito, 45 especies de mariposas; y en El Diviso, 42 especies de mariposas.

4.7 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En Colombia el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial considera la restauración como la aplicación de técnicas y estrategias tendientes al restablecimiento total o parcial de la estructura y función de los ecosistemas disturbados (Minambiente 2009). También se puede considerar la restauración ecológica como el proceso que ayuda a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Sociedad de Restauración Ecológica internacional, SER 2004).

Este proceso presenta diferentes metas como lo son: crear un ecosistema de auto apoyo que sea resiliente a la perturbación sin asistencia futura (Urbanska 1997; SER 2004). Restaurar el ecosistema a un alto nivel de integridad ecológica (Wyant *et al.* 1995; Parrish *et al.* 2003) o el restablecer la funciones pre-disturbio y relacionarlas con las características físicas, químicas y biológicas (NRC 1992 citado por Cipollini *et al.* 2005).

La Sociedad de Restauración Ecológica Internacional SER (2004) estipula una lista de 9 atributos del ecosistema como una norma para medir la efectividad del proceso de restauración. Ellos sugieren que un ecosistema restaurado debería tener los siguientes atributos:

- ✓ Diversidad y estructura de la comunidad similares en comparación con sitios de referencia.
- ✓ Presencia de especies nativas
- ✓ Presencia de grupos funcionales necesarios para la estabilidad a largo plazo
- ✓ Capacidad del ambiente físico para sostener poblaciones reproductivas
- ✓ Funcionamiento normal
- ✓ Integración con el paisaje
- ✓ Eliminación de peligros potenciales
- ✓ Resiliencia a disturbios
- ✓ Autosostenibilidad

Para el caso del PNNM, se establecen dos criterios específicos de selección para las zonas del Rosal y de La Gallera:

- ✓ Condición: áreas que han sido tradicionalmente intervenidas, incluso desde años anteriores a la declaración del PNNM, con actividades agropecuarias de carácter insostenible desde los puntos de vista socioeconómicos y ambientales; que se reflejan en el análisis multitemporal 1989-1999 como zonas de pastos, rastrojos y cultivos.
- ✓ Intención de manejo: conocer y monitorear la recuperación de la estructura, composición y función natural de los diferentes niveles de organización biológica (ecosistemas, especies, genes) de estas áreas, de tal manera que permitan no solo comprender los ciclos naturales, sino también proporcionar a la región modelos de restauración ecológica a través de las lecciones y resultados obtenidos.

Las mariposas pueden ser excelentes indicadores del estado de restauración de un ecosistema, pero se requiere una clara comprensión de cómo responden a los cambios del ambiente. En Colombia, se utilizan las mariposas como indicadores del éxito de

restauración por medio de métodos que abarcan desde escalas espaciales pequeñas hasta paisajes y desde especies individuales hasta comunidades, mediante la descripción de las distribuciones y abundancias de mariposas actuales a lo largo del territorio colombiano.

4.8 USO SOSTENIBLE

Uso de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la misma, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras (Convenio de la Diversidad Biológica 1992).

El PNNM está llevando a cabo procesos de uso sostenible en su área de amortiguación y procesos de restauración ecológica participativa en el interior del mismo, ambos buscan organizar las fincas para que los dueños utilicen de manera más eficiente el suelo y disminuya el área explotada, como por ejemplo el manejo del banco de forraje (sistema agroforestal intensivo donde el componente arbóreo produce biomasa de buena calidad para alimentar a los rumiantes) (Ramírez *et al.* 2005) además de destinar zonas que se dejarán de usar para dar paso a su rehabilitación. Para alcanzar estos objetivos se está implementado la semiestabulación del ganado, uso de biodigestores (disminución de la extracción de madera), formación de huertas caseras, cercas vivas para la generación de corredores biológicos entre los parches de vegetación, además del crecimiento de árboles en los potreros (UAESPAN 2005).

5. METODOLOGÍA

5.1 ÁREA DE ESTUDIO

El PNNM comprende una extensión aproximada de 47.000 ha. Ubicado en el Departamento del Cauca, sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental, al noroccidente del Municipio de El Tambo. Su área de influencia directa comprende los Municipios de El Tambo, López de Micay, Cajibío y Morales, sumando en total una extensión aproximada de 100.000 ha. Cuenta en su interior con accidentes orográficos sobresalientes como son el Cerro Munchique (3.012 msnm), el Cerro Santana (3.170 msnm) y Serranía La Paz cuya máxima altura es el Alto La Paz (2.240 metros); mientras que en su área circunvecina se encuentran el Cerro Pico de Águila y La Serranía del Sigui, la cual conforma en parte, el límite norte del área protegida, alcanzando los 2.700 msnm en el Pico de Piedra (UAESPAN 2005).

La variación altitudinal del PNNM (desde 500 msnm hasta 3.000 msnm), permite la presencia de pisos térmicos como el cálido (200-1.000 msnm) en el Corregimiento de San Juan del Micay, el medio (1.000-2.000 msnm) en Gavilanes, La Primavera y Tres Quebradas, El Rosal y el frío (2.000-3.000 msnm) en La Playa, El Cóndor, Costa Nueva, Vista Hermosa, Las Palmas y La Gallera.

El clima se encuentra determinado principalmente por su ubicación en la zona sur del pacífico colombiano y por su gradiente altitudinal. El primero de ellos, determina la alta y constante precipitación (3.000–5.000 mm) distribuida en dos periodos de menores lluvias (abril-mayo y octubre-noviembre) y dos de mayores lluvias en los meses restantes del año, una humedad relativa del 87% y una temperatura que puede variar desde 10-12°C en el dorso montañoso de la Cordillera Occidental (Estación climatológica Munchique), hasta 27°C en las partes bajas del río San Joaquín, Mechengue y Agua Clara (UAESPAN 2005).

5.2 ÁREA DE MUESTREO

Los muestreos se llevaron a cabo en la vereda El Rosal [2° 46' 59.4" N; 76° 55' 03.6" W] y en la vereda La Gallera [2°44'53.0" N; 76°54'14.4" W] (Figura 2). Ambas veredas ubicadas en el corregimiento La Gallera, del municipio de El Tambo.

La vereda La Gallera se encuentra en la región del río Micay al occidente del municipio de El Tambo con una altitud entre los 1.570 y 1.620 msnm. Incluye el área correspondiente a la parte alta y media del río San Joaquín, en la zona de amortiguación del PNNM, siendo el área limítrofe entre la región centro-oriental y la región pacífico. Posee una vegetación arbustiva en la mayor parte de la zona, aunque aún existen relictos de bosque secundario con un buen grado de conservación, con especies arbóreas de gran tamaño que brindan sombra y por tanto conservan humedad y brindan una temperatura adecuada para las especies que crecen dentro del bosque (Figura 3). La influencia de los cultivos ilícitos ha estado presente en esta vereda, debido a que gran parte del área deforestada se ha usado para estos fines (UAESPAN 2005).

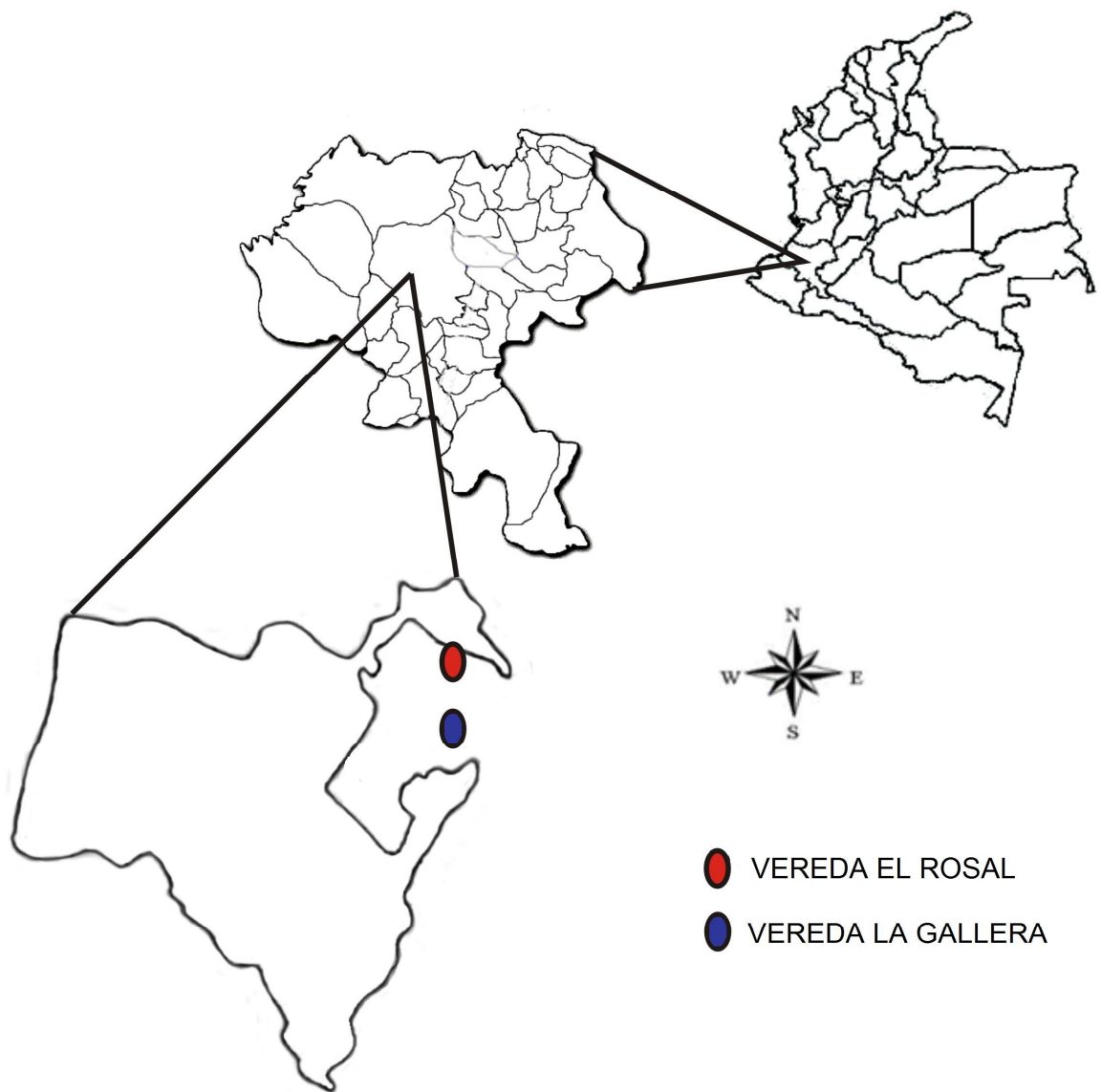


Figura 2. Ubicación del parque Nacional Natural Munchique.

La vereda El Rosal se encuentra entre los 1620 y 1850 msnm, donde se encuentran zonas intervenidas (parches) o sucesiones y bosques en recuperación (Figura 4). En esta zona gran parte del terreno fue usado con fines ganaderos y agrícolas. Tras muchos años de restauración ecológica por medio de procesos educativos con la comunidad, es ahora, grandes extensiones de bosque que forma parte de la zona de amortiguación del parque.



Figura 3. Vereda La Gallera. En amarillo, parcela de restauración, en rojo, zona de bosque.

También existen espacios comúnmente llamadas bancos de forraje, en donde los pobladores cultivan plantas tanto para su alimentación como para la de animales (vacas, caballos, cerdos) disminuyendo de esta manera el efecto antrópico sobre los bosques y el ecosistema. En esta vereda existen varios planes de recuperación enfocados a la conservación de los ecosistemas sin que se afecte el bienestar de los pobladores. El biodigestor es un ejemplo de ello, se ha implementado como una alternativa a la tala de madera para cocinar, evitar la disminución de los bosques por esta actividad, se le da un uso adecuado a los excrementos de los animales, que en grandes cantidades pueden ser factores contaminantes.



Figura 4. Vereda El Rosal. En amarillo, parcela de restauración, en rojo, zona de bosque.

5.3 METODOS DE MUESTREO

Se realizaron 5 salidas, la primera de manera exploratoria para reconocer los sitios de muestreo con una duración de tres días y las restantes con una duración de 13 días para el muestreo en la zona de bosque y la zona intervenida de las dos veredas, para un total de 4 sitios de muestreo.

Se utilizaron dos métodos de muestreo, trampas tipo Van Someren-Rydon y redes entomológicas de la siguiente forma:

- ✓ Trampas tipo Van Someren-Rydon: En cada una de las zonas se ubicaron 4 trampas en línea recta con una distancia entre ellas de 50 m, a una altura de 2 o 3 m del suelo. Se utilizó como cebo pescado en descomposición. Las trampas fueron activadas durante cuatro días en cada zona en las Veredas La Gallera y El Rosal y se revisaron cada media hora entre las 8:00 am y las 4:30 pm por día para un total de 136 horas de trampas activas en cada zona de muestreo (Figura 5).
- ✓ Redes entomológicas: se utilizó jameo libre en el bosque y zona intervenida en las Veredas La Gallera y El Rosal durante todos los días de muestreo (Figura 5).



Figura 5. Trampa Van Someren-Rydon y red entomológica utilizadas en los muestreos

Los ejemplares colectados se colocaron en sobres de papel mantequilla (Figura 6) registrando datos de hora, fecha, método de muestreo y zona. A continuación se hizo el respectivo montaje de los especímenes en las instalaciones del museo de Historia Natural de La Universidad del Cauca (MHNUC) donde se depositaron los especímenes. La identificación del material colectado se hizo en la colección de referencia de las instalaciones del MHNUC y se contó además con la asesoría de los especialistas Carlos Prieto y Efraín Henao, en la determinación de algunos de los especímenes.



Figura 6. Mariposa en sobre de papel mantequilla (Fuente: Vélez 2007).

5.4 ANALISIS DE DATOS

Se recurrió a programas estadísticos como Past y EstimateS 6.5.3.0; para obtener los índices de riqueza (riqueza de especies, índice de diversidad de Margalef) con los cuales se realizó la comparación entre las zonas de cada una de las veredas, Estructura (Shannon-Wiener, índice de Simpson) para determinar que especies estuvieron presentes en cada zona de estudio, Similitud/Disimilitud (coeficiente de similitud de Jaccard) con el fin de establecer cuales zonas de estudio presentaron mayor relación entre si y Complementariedad para determinar cuáles zonas de estudio se complementaron entre sí (Moreno 2001).

Mediante literatura y observaciones se determinaron las especies de mariposas indicadoras de intervención y fueron comparadas con las especies colectadas en las zonas de estudio.

5.4.1 Riqueza Esperada, Específica y Representatividad del Muestreo: Los análisis de datos se realizaron mediante el programa estimateS, lo que permitió comparar los valores observados de la riqueza con los valores estimados; esto da una idea de qué porcentaje de las especies no quedaron registradas y permite evaluar la representatividad del muestreo.

5.4.2 Complementariedad: Para la comparación entre la zona intervenida y el bosque se realizó índice de complementariedad para determinar que tan diferente es la composición del bosque frente a la zona intervenida.

El análisis de complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (Moreno 2001).

5.4.3 Diversidad de Margalef: Se evaluó por medio de la riqueza según el número de especies en las 4 zonas de estudio; además la diversidad alfa se determinó con el índice de diversidad de Margalef así:

$$DMg = \frac{s - 1}{\ln N}$$

Donde

S= número de especies

N = número total de individuos

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra, supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran 1988).

5.4.4 Índice de Shannon: Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S(Número de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

5.4.5 Índice de Simpson: Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra, sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988).

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

Donde:

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

5.4.6 Coeficiente de Similitud De Jaccard: El coeficiente de similitud de Jaccard expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, siendo una medida inversa a la diversidad beta que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Moreno 2001). La comparación se realizó entre el bosque y las zonas de restauración y/o uso sostenible en cada área. Además se realizó un diagrama de similitud entre las zonas por medio del programa Past usando el algoritmo de grupos pareados.

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

Dónde:

a= número de especies presentes en el sitio A

b= número de especies presentes en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 COMPOSICIÓN

En la vereda El Rosal se encontraron 83 especies de mariposas diurnas pertenecientes a las familias Nymphalidae, siendo esta la más diversa con el 67,46% de las especies, seguida de Hesperidae (18,07%), Pieridae (10,84%), Lycaenidae (2,40%) y Riodinidae (1,20%) (Tabla 1). En esta vereda se obtuvo la mayor colecta de especies siendo la zona intervenida la de mayor riqueza. En la zona de bosque hubo una menor riqueza pero las especies encontradas son en su mayoría vulnerables a la intervención antrópica y a la fragmentación a diferencia de las especies encontradas en la zona intervenida, las cuales casi en su totalidad son de hábitos cosmopolitas, lo que hace que aquellas encontradas en el bosque sean tan importantes para el análisis como las colectadas en la zona intervenida.

Tabla 1. Especies colectadas en la vereda El Rosal.

FAMILIA	ESPECIE	EL ROSAL	
		Bosque	Zona Int.
	<i>Anthoptus epictetus</i>		X
	<i>Chioides catillus</i>		X
	<i>Lerema sp1</i>	X	
	<i>Mellan sp</i>	X	
	Morfoespecie 1		X
	Morfoespecie 2	X	
	<i>Nyctelius sp1</i>	X	
	<i>Phoebis sp1</i>		X
	<i>Pyrgus communis chloe</i>	X	
	<i>Pyrgus sp1</i>	X	
	<i>Pyrgus sp2</i>	X	
	<i>Urbanus proteus</i>		X
	<i>Urbanus simplicius</i>		X
	<i>Urbanus simplicius proteus</i>		X
Hesperidae	<i>Urbanus teleus</i>	X	X
	<i>Euselasia sp1</i>		X
Lycaenidae	<i>Leptotes cassius</i>		X
	<i>Actinote sp1</i>		X
	<i>Adelpha sp1</i>		X
	<i>Adelpha sp2</i>	X	
	<i>Adelpha sp3</i>	X	
	<i>Altinote azomene</i>	X	
	<i>Anarthia amatea</i>		X
Nymphalidae	<i>Anarthia jatrophae</i>		X
	<i>Anthanassa drusilla</i>		X
	<i>Corades pannonia</i>	X	
	<i>Diaethria sp1</i>		X
	<i>Diaethria sp2</i>		X
	<i>Diaethria sp3</i>		X
	<i>Dione sp1</i>		X

Continuación tabla 1.

FAMILIA	ESPECIE	EL ROSAL	
		Bosque	Zona Int.
	<i>Eretris calista</i>	X	
	<i>Eretris sp1</i>	X	
	<i>Eresia carme</i>	X	
	<i>Eresia polina</i>	X	X
	<i>Eunica sp1</i>	X	
	<i>Eueides procula</i>		x
	<i>Euptychia anophthalma</i>	X	
	<i>Euptychia hermes</i>	X	X
	<i>Euptychia poliphemus</i>	X	X
	<i>Euptychia sp1</i>	X	X
	<i>Euptychia sp2</i>	X	X
	<i>Euptychia sp3</i>	X	X
	<i>Euptychiodes griphe</i>	X	
	<i>Euptychiodes hermes</i>	X	X
	<i>Forsterinaria sp1</i>	X	
	<i>Fountainea nessus</i>	X	X
	<i>Greta andromica</i>	X	X
	<i>Heliconius clysonimus</i>	X	X
	<i>Hipanartia lethe</i>		X
	<i>Hypanartia dione</i>		X
	<i>Hypanartia godmani</i>		X
Nymphalidae	<i>Hypanartia kefersteini</i>	X	
	<i>Ithomia iphianassa</i>		X
	<i>Janatella fellula</i>		X
	<i>Magneuptychia alcinoe</i>	X	X
	<i>Oleria fumata</i>	X	
	<i>Oleria makrena</i>	X	X
	<i>Oxeoschistus simplex</i>	X	X
	<i>Panyapedaliodes drymae</i>	X	
	<i>Paradulcedo mimica</i>	X	
	<i>Pedaliodes constipunctata</i>	X	
	<i>Pedaliodes oculata</i>		X
	<i>Pedaliodes plotina</i>		X
	<i>Pedaliodes poesia</i>		X
	<i>Perisama sp1</i>		X
	<i>Perisama sp2</i>	X	
	<i>Phyciodes granites</i>	X	X
	<i>Siproeta Epaphus</i>	X	X
	<i>Taygetis chrysogone</i>		X
	<i>Taygetis sp1</i>	X	X
	<i>Taygetis virgilia</i>	X	
	<i>Theagenes aegides</i>	X	
	<i>Vanessa virginiensis</i>	X	X

Continuación Tabla 1.

FAMILIA	ESPECIE	EL ROSAL	
		Bosque	Zona Int.
Pieridae	<i>Ascia monuste</i>		X
	<i>Dismorfia lelex</i>	X	X
	<i>Dismorphia zathoe</i>	X	
	<i>Eurema daira</i>		X
	<i>Eurema Xantochlora</i>	X	X
	<i>Leptophobia aripa</i>		X
	<i>Leptophobia sp1</i>		X
	<i>Leptophobia sp2</i>		X
	<i>Leudonta tellane</i>	X	
Riodinidae	<i>Mesosemia sp1</i>	X	

En la vereda La Gallera se encontraron 48 especies pertenecientes a las familias Nymphalidae con el 68,74% siendo la familia más diversa, seguida por Hesperidae (18,75%), Pieridae (8,33%), Lycaenidae y Riodinidae, ambos con el 2,08% (Tabla 2). Zambrano-G y Ortiz-G (2009) registran a Nymphalidae como la familia con mayor diversidad de especies. Al igual que en la vereda El Rosal la mayor riqueza se encuentra en la zona intervenida, pero la especie *Rethus dysonii* fue colectada exclusivamente en la zona de bosque de La Gallera.

Tabla 2. Especies colectadas en la vereda La Gallera.

FAMILIA	ESPECIE	LA GALLERA	
		Bosque	Zona Int.
Hesperidae	<i>Apaustus gracilus</i>		X
	<i>Cogia calchas</i>		X
	Morfoespecie 3	X	
	<i>Perichares philetas</i>		X
	<i>Urbabus proteus</i>		X
	<i>Urbanus dorantes</i>		X
	<i>Urbanus procne</i>		X
	<i>Urbanus simplicius</i>		X
	<i>Urbanus teleus</i>		X
Lycaenidae	<i>Timareta timeus</i>		
Nymphalidae	<i>Adelpha lycorias</i>	X	
	<i>Adelpha saundersii</i>		X
	<i>Anartia amathea</i>		X
	<i>Diaethria sp2</i>		X
	<i>Diaethria marchalii</i>		X
	<i>Diaethria neglecta</i>		X
	<i>Dione juno</i>	X	
	<i>Epiphile Sp1</i>	X	
	<i>Eresia polina</i>	X	
	<i>Eretris calixta</i>		X
	<i>Eunica sp1</i>	X	X
<i>Euptychia gulnare</i>	X	X	
	<i>Euptychia hermes</i>		X

Continuación Tabla 2.

FAMILIA	ESPECIE	LA GALLERA	
		Bosque	Zona Int.
Nymphalidae	<i>Euptychia poliphemus</i>	X	
	<i>Euptychia sp1</i>	X	X
	<i>Euptychia sp2</i>		X
	<i>Euptychia vesta</i>		X
	<i>Euptychoides hermes</i>	X	
	<i>Greta andromica</i>		X
	<i>Marpesia zerynthia</i>		X
	<i>Memphis lyceas</i>	X	
	<i>Miraleria cymothoe</i>		X
	<i>Oleria fumata</i>		X
	<i>Oleria makrena</i>	X	
	<i>Oressinoma typhla</i>		X
	<i>Oxeoschistus simplex</i>	X	X
	<i>Panyapedaliodes drymaea</i>		X
	<i>Paradulcedo mimica</i>	X	
	<i>Pedaliodes oculata</i>		X
	<i>Pedaliodes plotina</i>		X
	<i>Perisama sp3</i>		X
	<i>Taygetis sp1</i>		X
	<i>Tithorea tarricina</i>	X	
Pieridae	<i>Dismorfia lelex</i>		X
	<i>Eurema xanthoclora</i>	X	
	<i>Leptophobia aripa</i>		X
	<i>Leptophobia caesia lucas</i>	X	
Riodinidae	<i>Rhetus dysonii</i>	X	

La mayoría de las mariposas registradas tanto en la Gallera como en El Rosal se colectaron en la zona intervenida (68,75% y 69,87%, respectivamente), donde se encontró cultivos como botón de oro, cebolla, lechuga y bancos de forraje. Las especies colectadas en las zonas intervenidas de ambas veredas suman 67 de un total de 106 mariposas colectadas para todo el estudio. La familia Nymphalidae fue la que registró mayor riqueza al igual que los resultados por Zambrano-G y Ortiz-G (2009) en el corredor biológico y multicultural Munchique-Pinche y Casas-C (2007) en la reserva Natural Tambito; lo cual se puede explicar debido a la cantidad de especies pertenecientes a esta familia. La familia Nymphalidae estuvo seguida, en número de especies, por Hesperidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae y Satyrinae. Nymphalidae, no solo registró el mayor número de especies, sino también el mayor número de individuos colectados. Los trabajos mencionados no presentan registros de las familias Riodinidae y Saturniidae, lo que podría suponer que las especies pertenecientes a estas familias se encuentren en alturas diferentes a las de la zona muestreada o que sus hábitos alimenticios incluyen alguna planta o sustrato especial para su desarrollo, que no está presente en el gradiente altitudinal muestreado. De igual forma, en estudios realizados en el resto del país, en ecosistemas de bosque se registra a Nymphalidae como la familia mejor representada en número de especies (Andrade 2002).

De las 106 especies colectadas 11 especies coinciden con las registradas por Prieto (2003) (*Paradulcedo mimica*, *Euptychia anopthalma*, *Euptychia polyphemus*, *Euptychiodes griphe*, *taygetis crysogone*, *Oressinoma typhla*, *Corades pannonia*, *Eretris calixta*, *Oxeoschistus simplex*, *Pedaliodes plotina* y *Pedaliodes poesia*) colectadas en veredas aledañas a El Rosal y La Gallera como El Cóndor, Playa Rica, La Romelia, La Playa y el cerro Santa Ana; las cuales presentan altitudes distintas a las zonas en donde realizamos los muestreos.

6.2 DIVERSIDAD

6.2.1 Vereda El Rosal

Para la zona de bosque la eficiencia de muestreo fue del 58% (para obtener una eficiencia de muestreo del 98% aprox., se calcula que se hubieran necesitado 8 días de muestreo), el valor de riqueza esperada fue de 89,3 y la observada de 52, mostrando que existen valores importantes de riqueza en el bosque (Figura 7A). En la Zona intervenida la eficiencia del muestreo fue del 59%, la riqueza observada de 58 y la esperada de 99,0 (Figura 7B). Aunque estos resultados fueron más altos que en la zona de bosque, algunas de las especies registradas en la zona intervenida son de hábitos cosmopolitas, lo que facilita su presencia en numerosos sitios; además, la existencia de una mayor fuente de recurso hace posible la presencia de mayor cantidad de especies. Los métodos de muestreo usados son complementarios entre sí, sin embargo podríamos pensar que tienen mayor eficacia en zonas abiertas de pastizales bajos. Esto lleva a pensar que aun falta registrar especies que pueden ser importantes para los análisis de los procesos de restauración ecológica que se están llevando a cabo en el parque.

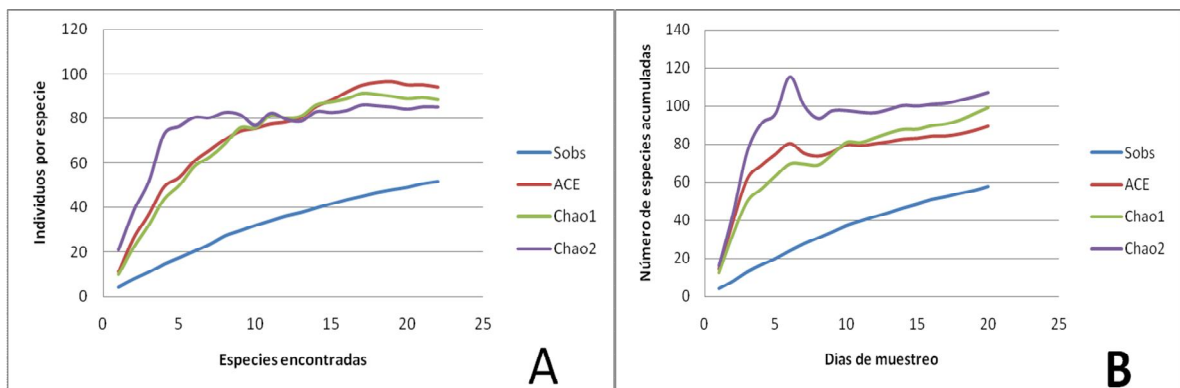


Figura. 7. Índices de riqueza observados y esperados para la zona de bosque (A) y zona intervenida (B) de la vereda El Rosal.

DIVERSIDAD DE MARGALEF

En la vereda El Rosal, el cálculo del índice de Margalef para la zona de bosque dió como resultado 9,77 y para la zona intervenida 12,5. En este índice, valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad y valores superiores a

5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Álvarez 1993). Basados en lo anterior, dado que los resultados se encuentran por encima de 5, se sugiere que en esta vereda la relación entre el número de especies y de individuos es alta. Según los resultados de este índice, podemos asumir que esta zona posee una riqueza específica alta debido a que la distribución de los individuos es uniforme en la mayoría de las especies.

INDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON

Para el índice de simpson la zona de bosque obtuvo un resultado de 0,038 y la zona intervenida de 0,022. Según Golicher *et al.* (2006), entre más alto el valor calculado menos diversa es la comunidad, por lo tanto, para esta vereda, se asumiría que la zona intervenida presenta la mayor diversidad, sin embargo, el valor obtenido para la zona de bosque no estuvo tan alejado del valor de la zona intervenida, lo que indica que ambas zonas de muestreo son diversas.

DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER

Expresa la uniformidad de todos los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, siendo el valor máximo 5 generalmente aunque algunos ecosistemas pueden superar este valor (Moreno 2001). En la zona de bosque se obtuvo un valor de 3,55 y en la zona intervenida de 3,93, indicando que ambas zonas poseen una buena representatividad por parte de todas las especies. Golicher *et al.* (2006), afirma que valores por encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por tanto las zonas de muestreo, según este cálculo, pueden considerarse como diversas ya que se encuentran por encima de 3 y la zona intervenida, a su vez, fue la que presentó el valor más alto.

COMPLEMENTARIEDAD

El índice de complementariedad entre la zona de bosque y la zona intervenida para El Rosal arrojó un resultado de 0,74. Teniendo en cuenta que entre más cercano sea el valor a 1 más distintas son las especies de las dos zonas relacionadas (Moreno 2001). Así como se registraron especies exclusivas para el bosque (24) y la zona intervenida (37), se colectaron 22 especies comunes para ambas zonas: *Dismorfia lelex*, *Eretris* sp1, *Eretris calixta*, *Euptychia* sp1, *Euptychia* sp2, *Euptychia* sp3, *Eurema xantochlora*, *Magneuptychia alcinoe*, *Oxeoschistus simplex*, *Heliconius clysonimus*, *Phyciodes granites*, *Taygetis* sp1, *Urbanus teleus* y *Vanessa virginiensis*, las cuales son referenciadas como especies comunes para áreas abiertas (Rios-Malaver 2007).

Eresia polina, *Euptychia hermes*, *Euptychia poliphemus*, *Euptychiodes hermes*, *Fountainea nessus*, *Greta andromica*, *Oleria makrena*, y *Siproeta epaphus* son especies típicamente encontradas en zonas de bosque (Tobar *et al.* 2002).

Es importante la información que pueden brindar las especies en particular o en conjunto sobre el estado de las zonas que habitan. Las especies que habitan zonas intervenidas son comunes en lugares como potreros y bosques en sucesión, usados por las comunidades para extracción de recursos. En la zona de bosque se encontraron algunas especies que permiten mostrar una relación entre las dos zonas donde pueden estar

asociadas a estructuras de vegetación más desarrolladas y de composición florística diversa (Álvarez 1993).

Esto conlleva a pensar que las especies compartidas poseen gran capacidad de adaptación a diversos tipos de hábitat. Las especies compartidas encontradas en áreas abiertas son frecuentemente registradas para diversos hábitats en estudios en Colombia (Andrade 2002) y permite considerar una alta adaptación ecológica para explotar los diversos recursos alimenticios, los cuales en estado adulto, pueden incluir desde néctar y minerales disueltos en arena en humedales y charcos hasta materia orgánica en descomposición. El uso de distintos recursos probablemente representa una ventaja frente a otras especies como por ejemplo las pertenecientes a la familia Riodinidae y Lycaenidae, las cuales presentan hábitos nectarívoros y, en algunos casos un grado de asociación mirmecofila (Fiedler 2006).

6.2.2 Vereda La Gallera

Para la vereda La Gallera, al realizar una exploración visual es notable la poca cobertura vegetal de bosque que existe en comparación con El Rosal y muchas de sus zonas han sido destinadas para el pastoreo, agricultura e inclusive para actividades ilícitas. La eficiencia del muestreo fue del 51% en el caso del bosque, con una riqueza esperada de 41,29 y una observada de 21 (Figura 8A). Para el caso de la zona intervenida la eficiencia del muestreo fue de 39%, con una riqueza esperada de 90,72 y una observada de 35 (Figura 8B). Por otra parte, la zona de bosque se encuentra presionada por el avance de la barrera antrópica en esta vereda, lo cual pudo haber ocasionado que las especies encontradas en ambas zonas fueran tan distintas.

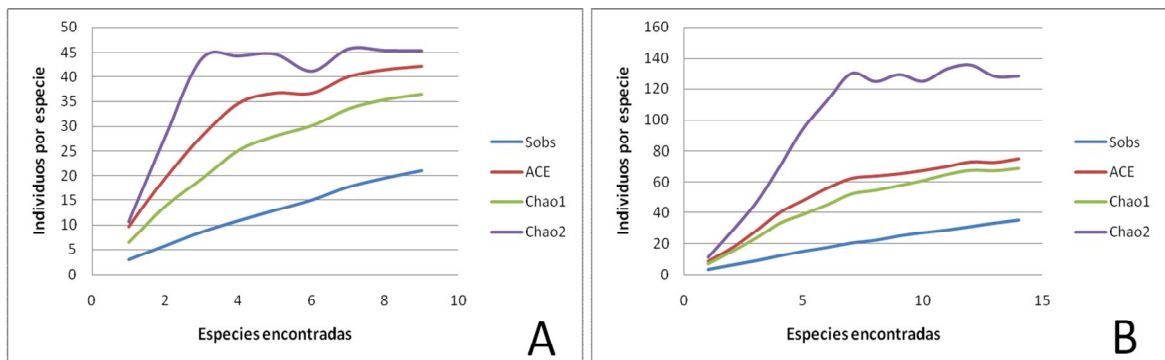


Figura. 8. Índices de riqueza observados y esperados para la zona de bosque (A) y la zona intervenida (B) de la vereda La Gallera.

DIVERSIDAD DE MARGALEF

Para la zona de bosque el valor de diversidad fue de 5,53, el valor más bajo entre las cuatro zonas de muestreo y para la zona intervenida el valor obtenido fue de 8,39. Debido a que para este índice los valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta diversidad (Álvarez 1993) se afirma que, en el caso de la vereda La Gallera, se obtuvieron valores altos de diversidad, tanto para el bosque como para la zona intervenida; mostrando que existe una riqueza de especies significativa. Sin embargo, se esperaría que los valores fueran más cercanos a los obtenidos en la vereda El Rosal, ya

que ambas están catalogadas como zonas amortiguadoras y basándose en los resultados de este índice, nuevamente se observa que esta vereda, en comparación con El Rosal, se encuentra en un grado menor de conservación.

INDICE DE DOMINANCIA SIMPSON

La diversidad de Simpson calculada para el bosque fue de 0,059 y para la zona intervenida fue de 0,038. Según estos resultados, se asumiría que para la vereda La Gallera, la zona intervenida es la más diversa. Esto se puede explicar debido a que en la zona, la extensión de la zona intervenida es mayor que la del bosque y los métodos de muestreo son más efectivos en zonas abiertas. Sin embargo, en la zona de bosque se colectaron algunos especímenes que fueron únicos para la misma.

Adicionalmente, si se comparan los valores obtenidos en este índice para las dos veredas, La Gallera es la que presenta la menor diversidad, debido a que la abundancia de individuos colectados fue menos para esta zona.

DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER

El índice de Shannon para la zona de bosque es bajo, con un 2,88, siendo 5 el valor máximo para este índice, corroborando los valores arrojados por los índices anteriores y para el caso de la zona intervenida el resultado fue de 3,39, siendo un poco más alto que el bosque, pero bajo en comparación con los valores obtenidos para este mismo índice en El Rosal; con lo cual se muestra que tanto la zona de bosque como la zona intervenida de la vereda La Gallera, no posee una alta riqueza de especies.

En la vereda La Gallera, los cálculos de diversidad arrojaron, de manera general, valores más bajos para la zona de bosque, tanto para el índice de riqueza específica (Margalef) como para los índices de diversidad (Simpson y Shannon). Es posible suponer que los resultados en los índices de diversidad se deben también a que, al igual que en la vereda El Rosal, en la zona intervenida se facilitaron las labores de muestreo por ser una zona de áreas abiertas.

COMPLEMENTARIDAD

El cálculo del índice de complementariedad para la vereda La Gallera fue del 0,9, indicando que la diferencia entre las especies de la zona intervenida y el bosque es alta. Al analizar los resultados para esta vereda, se observa que existe una diferencia notable entre sus zonas pues solo se compartieron 5 especies: *Eunica* sp1, *Euptychia gulnare*, *Euptychia* sp1, *Euptychia* sp2, *Taygetis* sp1; sin embargo, estas especies, según bibliografía, son indicadoras de pastizales o zonas con influencia fuerte de los factores ambientales.

Esto podría ser el resultado de un hábitat altamente intervenido o de un proceso de restauración exitoso en la zona; sin embargo, este proceso se encuentra en su etapa inicial y se podría considerar que aun no ofrece un hábitat adecuado para especies que encuentran sus recursos alimenticios en la zona de bosque, en los relictos (parches) en diferentes estados de sucesión.

6.3 COMPARACION DE ZONAS MEDIANTE EL COEFICIENTE DE SIMILITUD DE JACCARD

Para la vereda El Rosal el coeficiente de similitud de Jaccard fue del 0,26 (Figura 9), muestra que las diferencias entre especies en las zonas es alta, ya que Moreno (2001) afirma que el intervalo de valores para este índice va desde cero cuando no hay especies compartidas hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Para el caso de La Gallera el cálculo del coeficiente arrojó un resultado de 0,10 (Figura 6), indicando, de la misma manera, que la mayoría de las especies entre las dos zonas de esta vereda son distintas.

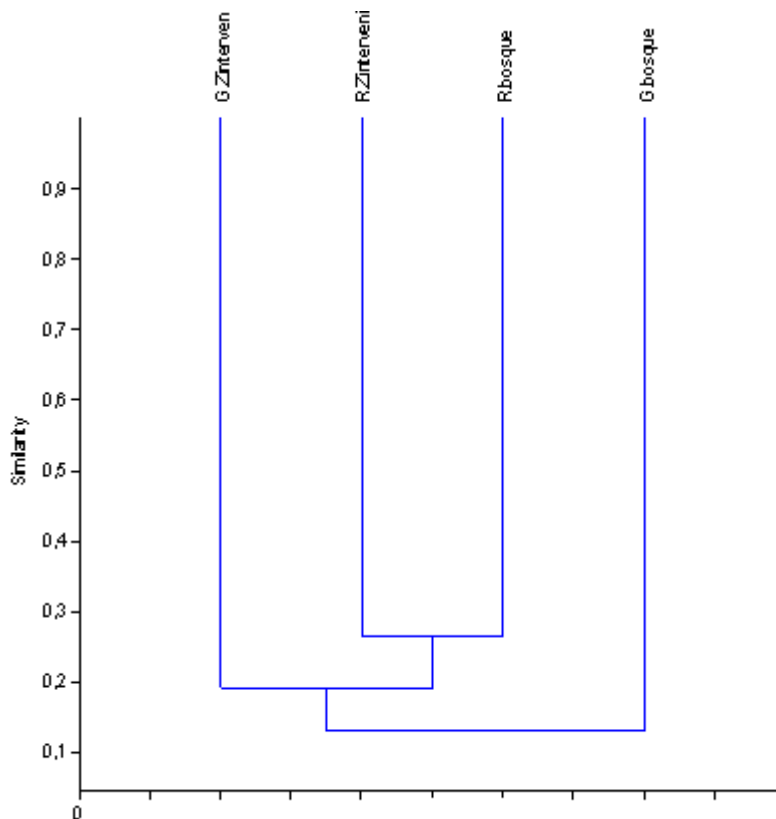


Figura. 9. Dendrograma de similitud de Jaccard para las zonas muestreadas.

El dendrograma de similitud de Jaccard muestra que la mayor similitud se obtuvo entre el bosque y la zona intervenida de la vereda El Rosal, contrario a lo que sucedió en la vereda La Gallera, donde la zona intervenida y el bosque resultaron ser muy distintos, ya sea por las características de su hábitat o por los procesos de restauración ecológica que se llevan a cabo en la vereda aún son incipientes.

La zona intervenida de La Gallera presenta mayor similitud con las dos zonas de la vereda El Rosal, pues estas zonas tienen mayor número de especies compartidas. Las

especies compartidas entre las dos veredas son 25 de 106. Las especies *Taygetis* sp1, *Urbanus proteus*, *Urbanus simplicius*, *Urbanus teleus*, *Oxeoschistus simplex*, *Leptophobia aripa*, *Eurema xanthochlora*, *Euptychia* sp1, *Euptychia* sp2, *Eretris calixta*, *Dismorfia lelex*, *Diaethria* sp2 y *Anartia amathea* son especies registradas como indicadoras de zonas abiertas (Tobar *et al.* 2002; Donegan y huertas 2005).

Lo anterior permite decir que existe un proceso acelerado de deterioro debido a factores tales como la ejecución de políticas inadecuadas de ocupación y utilización del territorio que han agudizado los problemas de colonización y ampliación de la frontera agrícola. Recientemente estos problemas se han agravado por actividades relacionadas con el establecimiento y erradicación de cultivos ilícitos, el consumo de leña y en algunos casos la extracción de madera (Andrade 2002).

Estos fenómenos están sucediendo en ambas veredas, aunque en La Gallera los efectos son más fuertes y, sin embargo, existe un alto grado de similitud entre las zonas intervenidas de ambas veredas. La zona de bosque de La Gallera, en contraste, resultó muy diferente a las demás zonas de estudio; su valor de similaridad está basado en algunas especies indicadoras de bosques o parches secundarios de bosque (Millán *et al.* 2009): *Pedaliodes oculata*, *Paradulcedo mímica*, *Oleria makrena*, *Oleria fumata*, *Greta andromica*, *Euptychiodes hermes*, *Euptychia poliphemus*, *Euptychia hermes* y *Eunica* sp1. Por lo tanto, este bosque es diferente porque puede estar asociado a fenómenos distintos a los mencionados como lo es la conservación de poblaciones exclusivas para la zona ya que con frecuencia las zonas de media y alta montaña son áreas que se consideran corredores en las migraciones de las especies de mariposas. También se debe tener en cuenta los desplazamientos que suceden en las partes bajas hacia las zonas altas, los cuales se deben a la búsqueda de sitios de forrajeo y mejores condiciones climáticas (Andrade 2002).

El área de bosque, por debajo de los 1700 mnsnm (La Gallera), se reduce de manera más acelerada, este proceso de degradación tiene un agravante, la separación de grandes masas arbóreas por las carreteras, caminos o fincas. El proceso de fragmentación plantea una serie grande de inconvenientes para las poblaciones animales y vegetales que posee el bosque (Andrade 1998).

En un fragmento de bosque las poblaciones se encuentran aisladas de otras zonas de vegetación arbórea debido a que no están adaptadas a las variaciones climáticas drásticas de los ambientes desprovistos de cobertura vegetal (árboles). Esto produce un desplazamiento y reemplazo por especies propias de zonas de borde y de hábitats abiertos, las cuales están mejor adaptadas a este tipo de variaciones ambientales. Se crea entonces una zona de transición dentro del perímetro de fragmento del bosque, con una biota característica llamada borde. Esta zona incrementa su área en cada nueva división del bosque, tanto en fragmentos pequeños como en todo el parche del bosque (Andrade 1998).

La comparación entre las zonas de las dos veredas permitió evidenciar la diferencia en cuanto a la riqueza de especies que se puede encontrar en una zona conservada y una zona alterada, ya que como se observó en la zona de bosque de la vereda El Rosal, esta tuvo una riqueza específica alta, registrando 24 especies de mariposas exclusivas. Esto puede ser el resultado de las condiciones ambientales propias del sitio y representa un

logro en los procesos que se vienen adelantado allí con el fin de disminuir el impacto de las actividades antrópicas, pues estos procesos son esenciales para conseguir que la zona vuelva a ofrecer los recursos necesarios para albergar a especies tan frágiles como los lepidópteros.

En la Gallera no sucede lo mismo, ya que se observa una gran diferencia entre el bosque y la zona intervenida donde solo se comparten 5 especies de mariposas, las cuales no son exclusivas de estos lugares sino que, por el contrario, son cosmopolitas, a excepción de *Taygetis* sp1 y *Eunica* sp1, las cuales son indicadores de bosque con alto grado de conservación. Lo anterior muestra la diferencia entre las dos zonas de la Gallera y por lo tanto podemos asumir que los procesos de restauración en esta zona van a un ritmo menor y aún no existe un ambiente adecuado para algunos lepidópteros que son más sensibles a las variables ambientales.

Las diferencias entre las dos veredas son notorias, ya que se colectaron 83 especies de mariposas en El Rosal y 48 en La Gallera, para un total de 131 especies de las cuales se comparten 25, con lo que podemos asumir que la vereda El Rosal cuenta con procesos de restauración aparentemente más efectivos.

6.5. MARIPOSAS BIOINDICADORAS

6.5.1 Vereda El Rosal

En la zona de bosque de la vereda El Rosal se encontraron 83 especies de mariposas de las cuales 24 se capturaron en bosque; *Corades pannonia* (Figura 10A), *Forsterinaria* sp1, *Pyrgus communis chloe*, *Pyrgus* sp1, *Pyrgus* sp2 y *Paradulcedo mimica* son especies típicas en bosques que reflejan un alto grado de conservación, ya que la distribución de estas, varía especialmente de acuerdo a la estructura de la vegetación y el tamaño del fragmento del bosque. La especie *Paradulcedo mímica*, aparte de encontrarse en bosque, tolera hábitats de policultivos con sombrero estratificado. Otras especies que se colectaron en esta zona fueron indicadoras de aumento en la humedad ambiental del bosque, asociadas a fuentes de agua o ambientes húmedos como *Euptychiodes griphe*, *Leudonta tellane*, *Mesosemia* sp1 y *Perisama* sp2 (Tobar *et al.* 2002; Ramírez. 2004; Álvarez 1993)

El área de borde del camino que separa al bosque de la zona intervenida en la vereda El Rosal estuvo compuesta por arbustos de escasa frondosidad foliar y de talla media que aportan poca sombra. Esta condición permite la proliferación de especies vegetales de bajo porte que son importante fuente de néctar para las mariposas. En este biotopo se encontraron las especies: *Adelpha leucophthalma*, *Oleria fumata* (Figura 10B), *Adelpha* sp3, *Eresia carme* (Figura 10D), *Eunica* sp1 y *Euptychia anophthalma*; estas especies se encontraron en orillas de bosque, bordes de camino con vegetación húmeda y algunas veces en bosques riparios (Millán *et al.* 2009; Huertas y Arias 2007).

Importante destacar que en la zona de bosque se colectaron *Actinote ozomene* e *Hypanarthia kefersteini* (Figura 10C), las cuales son indicadoras de zonas altamente perturbadas y además comunes en pastizales de áreas abiertas y vegetación del borde del camino. Se alimentan de flores de pequeños arbustos y de hierbas dispersas en los pastizales, frutos en descomposición y excrementos (Tobar *et al.* 2002; Fagua 1999).



Figura 10. Mariposas exclusivas de la zona de bosque de la vereda El Rosal. A, *Corades panonia*. B, *Oleria fumata*. C, *Hipanartia keferesteini*. D, *Eresia carne*.

Para la zona intervenida fue muy frecuente observar especies como *Eueides procula* (Figura 11B), Piéridos tales como *Eurema daira* (Figura 11C) y otras especies como *Anarthia amatea* (Figura 11F), *Anarthia jatrophae*, *Anthoptus epictetus*. La familia Pieridade presenta muchas especies “euriecas” encontrándose desde zonas muy perturbadas hasta algunas más o menos conservadas y el cambio en la riqueza es casi imperceptible conforme aumenta la altitud (Andrade 2002).

Sobre el borde del camino posados en estiércol de ganado vacuno y materia orgánica en descomposición se colectaron especies de la familia Nymphalidae como *Diaethria sp1*, *Diaethria sp2*, *Diaethria sp3*. Con frecuencia, las mariposas de esta familia forman grandes agregaciones en charcos de zonas lodosas a lo largo de quebradas y bordes de camino, comportamiento registrado por García-Pérez et al. (2007).

También se registraron: *Leptophobia aripa*, *Leptophobia sp1*, *Leptophobia sp2*, *Hipanartia dione*, *Hipanartia lethe*, *Hipanartia godmanii*, *Chioides catillus* (Figura 11A), frecuentemente encontrados en orillas de los caminos (cercas vivas), cultivos agrícolas y reposando sobre vegetación rastrera que no superó una altura de 60 cm aproximadamente. Estas especies vuelan cerca del suelo y la mayoría reposa por completo en la sombra del sotobosque (Mulanovich 2007). La incidencia de una alta riqueza de estas especies en bordes de caminos, evidencia que estos hábitats son óptimos para este grupo que usualmente parasita gramíneas y plantas de la familia

Poaceae (Chacón y Montero 2007), también son frecuentes en zonas de transición (García-Pérez *et al.* 2007). Muchas de las plantas nutricias de estas mariposas son rastreras o arbustivas.

Las cercas vivas a orilla del camino aportaron el mayor número de especies exclusivas en la zona intervenida y en general, la mayor riqueza de especies en las zonas de estudio. Sin embargo, las especies exclusivas correspondieron en su totalidad a especies con un amplio rango de distribución.

En la zona intervenida de la vereda El Rosal se registraron las especies *Urbanus simplicius proteus* (Figura 11E), *Ithomia iphianassa*, *Taygetis chrysogone*, *Janatella fellula* (Figura 11D) y *Pedaliodes cf oculata*, que de acuerdo a la literatura prefieren las zonas interiores de los bosques, porque suelen volar en sitios sombreados o bosques secundarios con un buen grado de conservación; estas especies parecen haberse adaptado a las cambiantes condiciones del paisaje, derivadas de la actividad antrópica causada por las actividades agrícolas que se realizan en la zona (Tobar 2000).

Las especies: *Eretris* sp1 (Figura 12A), *Eurema xanthochlora* (Figura 12B), *Oleria makrena* (Figura 12C), *Fountainea nessus* (Figura 12D), *Oxeoschistus simplex* (Figura 12E), *Heliconius clysonimus*, *Urbanus teleus*, *Vanessa virginiensis*, *Greta andromica* (Figura 12F) y *Siproeta epaphus* son especies que se colectaron tanto en la zona intervenida como en la zona de bosque y estos datos concuerdan con los reportados por Álvarez (1993) y Tobar *et al.* (2002).

6.5.2 Vereda La Gallera

En la vereda de La Gallera se colectaron 48 especies de mariposas. En la zona de bosque se colectaron 14, entre ellas *Paradulcedo mímica* (Figura 13A), *Rhetus dysonii* (Figura 13B), *Memphis lyceas* y *Epiphile sp1* que indican el buen estado del bosque por la gran abundancia de plantas que ofrecen recursos alimenticios para estas especies. Los ithominos, grupo que prefiere volar en el sotobosque y en sitios sombreados (Valencia *et al.* 2005), estuvieron representados por la especie *Oleria makrena*. Se colectó también la especie *Tithorea tarricina* (Figura 13C) que fue colectada exclusivamente en el interior del bosque y Tobar (2000) la registra como indicadora de conservación.

En los claros del bosque encontramos *Adelpha lycorias* y *Euptychiodes hermes*, que son especies comunes para estas zonas y se observan en los bordes de los bosques (Álvarez 1993).

En esta zona de bosque se colectaron también especies como *Dione juno* y *Eurema xanthochlora* (Figura 13D) que son representativas de áreas abiertas o en transición y también se observan en cultivos agrícolas y en algunas áreas urbanas (Tobar 2000).



Figura 11. Mariposas exclusivas de la zona intervenida de la vereda El Rosal. A, *Chiodes catillus*. B, *Eueides procula*. C, *Eurema daira*. D, *Janatella fellula*. E, *Urbanus simplicius proteus*. F, *Anartia amathea*.



Figura 12. Mariposas compartidas de la vereda El Rosal. A, *Eretris* sp1. B, *Eurema Xanthochlora*. C, *Oleria makrena*. D, *Fountainea nessus*. E, *Oxeuschistus simplex*. F, *Greta andromica*.

En áreas abiertas como pastizales, se registraron especies de las familias HesperIIDae, Nymphalidae, Pieridae siendo las más comunes *Anartia amathea* y *Diaethria marchalii*. Estas especies se podrían considerar abundantes y en algunos estudios similares realizados por Hénao y Vargas (2009) las referencian como comunes para todo el territorio colombiano.



Figura 13. Mariposas exclusivas de la zona de bosque de la vereda La Gallera. A, *Paradulcedo mimica*. B, *Rhetus dysonii*. C, *Tithorea tarricina*. D, *Eurema xanthochlora*.

Dismorfia lelex (Figura 14 E), *Oressinoma typhla*, *Urbanus simplicius* (Figura 14D), *Urbanus teleus* y *Pedaliodes cf oculata* (Figura 14B), son especies que se encuentran en áreas abiertas, presentan hábitos heliófilos y especificidad por recursos alimenticios como plantas florecidas que crecen con facilidad en sitios abiertos y facilitan la utilización del néctar como principal fuente de alimento (Devries 1997) además de frutas en descomposición y excrementos (Tobar *et al.* 2002).

Las especies *Euptychia hermes*, *Oleria fumata* (Figura 14A) y *Greta andromica* (Figura 14C), fueron colectadas en la zona intervenida, pero estas son indicadores de bosques con un buen grado de conservación, ya que vuelan en los interiores del bosque o en los bordes de camino con vegetación húmeda (Álvarez 1993; Valencia *et al.* 2005).

Entre la zona intervenida y la zona de bosque solo se compartieron cinco especies: *Eunica sp1*, *Euptychia gulnare* (Figura 15A), *Euptychia sp1*, *Euptychia sp2*, *Taygetis sp1* (Figura 15B), las cuales son representativas de pastizales y cultivos agrícolas, con influencia de los factores ambientales fuertes o ambientes modificados con un grado de perturbación alta.

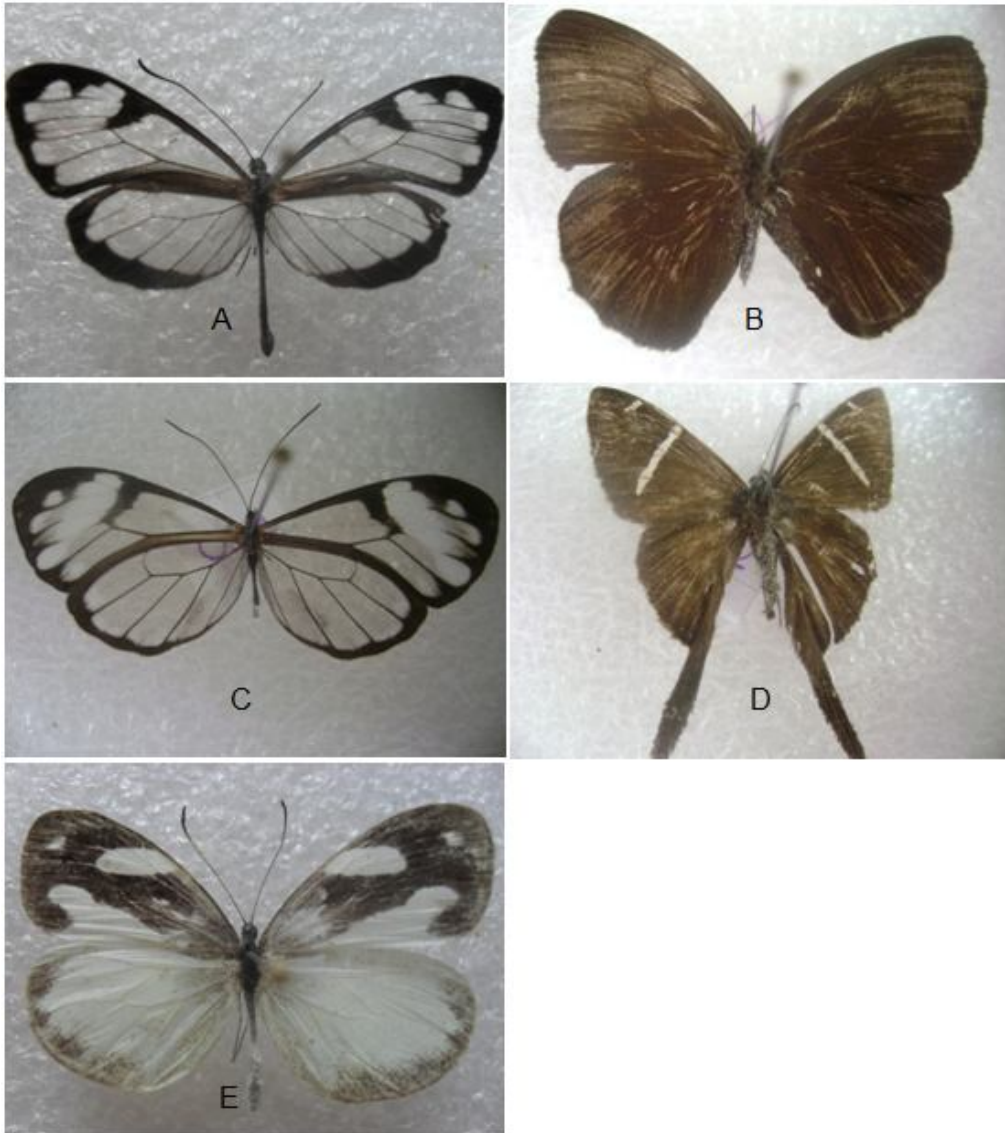


Figura 14. Mariposas exclusivas de la zona intervenida de la vereda La Gallera. A, *Oleria fumata*. B, *Pedaliodes cf oculata*. C, *Greta andromica*. D, *Urbanus simplicius*. E, *Dismorfia lelex*.



Figura 15. Mariposas compartidas de la vereda La Gallera. A, *Euptychia gulnare*. B, *Taygetis sp1*.

Todas las especies encontradas en las zonas de muestreo aparecen referenciadas en diversos artículos como indicadores de bosques o de zonas con algún grado de intervención, aunque en algunos casos (Tabla 3) los registros encontrados en la literatura sobre la preferencia de hábitat de algunas especies no coincidió con lo encontrado en este trabajo.

Tabla 3. Especies indicadoras del estado de conservación de las zonas muestreadas. En paréntesis zona de hábitat en donde se referencia la especie en la literatura y que sin embargo no coincidió con las zonas en donde estas mismas especies se colectaron durante este estudio.

Especies Indicadoras de Bosque	Especies de aéreas perturbadas	Especies encontradas no congruentes con la literatura
<i>Adelpha lycorias</i>	<i>Adelpha saundersii</i>	<i>Actinote ozomene</i> (Zona Int.)
<i>Corades pannonia</i>	<i>Anarthia amatea</i>	<i>Anthoptus epictetus</i> (Bosque)
<i>Dismorphia zathoe</i>	<i>Anthanassa drusilla</i>	<i>Dione junonia</i> (Zona Int.)
<i>Eresia carme</i>	<i>Anthoptus epictetus</i>	<i>Euides procula</i> (Bosque)
<i>Eresia polina</i>	<i>Apaustus gracilus</i>	<i>Eurema xanthochlora</i> (Zona Int.)
<i>Eretris calista</i>	<i>Ascia monuste</i>	<i>Hypanartia kefersteini</i> (Zona Int.)
<i>Euptychia anophthalma</i>	<i>Chioides catillus</i>	<i>Ithomia iphianassa</i> (Bosque)
<i>Euptychia gulnare</i>	<i>Cogia calchas</i>	<i>Janatella fellula</i> (Bosque)
<i>Euptychia hermes</i>	<i>Diaethria marchalii</i>	<i>Pedaliodes oculata</i> (Bosque)
<i>Euptychiodes griphe</i>	<i>Diaethria neglecta</i>	<i>Siproeta epaphus</i> (Bosque)
<i>Euptychiodes hermes</i>	<i>Dismorfia lelex</i>	<i>Taygetis chrysogene</i> (Bosque)
<i>Fountainea nessus</i>	<i>Eretris calixta</i>	<i>Urbanus simplicius proteus</i> (Bosque)
<i>Greta andromica</i>	<i>Euptychia poliphemus</i>	
<i>Leptophobia caesia lucas</i>	<i>Eurema दौरa</i>	
<i>Leudonta tellane</i>	<i>Heliconius clysonimus</i>	
<i>Memphis lyceas</i>	<i>Hypanartia lethe</i>	
<i>Oleria fumata</i>	<i>Hypanartia dione</i>	
<i>Oleria makrena</i>	<i>Hypanartia godmani</i>	
<i>Panyapedaliodes drymae</i>	<i>Leptophobia aripa</i>	

Continuación Tabla 3.

Especies Indicadoras de Bosque	Especies de aéreas perturbadas
<i>Paradulcedo mimica</i>	<i>Leptotes cassius</i>
<i>Pedaliodes constipunctata</i>	<i>Magneuptychia alcinoe</i>
<i>Pyrgus communis chloe</i>	<i>Marpesia zerynthia</i>
<i>Rhetus dysonii</i>	<i>Miraleria cymothoe</i>
<i>Taygetis virgilia</i>	<i>Oressinoma typhla</i>
<i>Theagenes aegides</i>	<i>Oxeochistus simplex</i>
<i>Tithorea tarricina</i>	<i>Pedaliodes plotina</i>
<i>Urbanus teleus</i>	<i>Pedaliodes poesia</i>
	<i>Urbanus dorantes</i>
	<i>Urbanus procne</i>
	<i>Urbanus proteus</i>
	<i>Urbanus simplicius</i>
	<i>Vanessa virginiensis</i>

8. CONCLUSIONES

Se colectaron en total 106 especies de mariposas diurnas. En la vereda El Rosal se colectaron 83 especies, 24 en la zona de bosque, 37 en la zona intervenida y 22 especies compartidas. En la vereda La Gallera se colectaron 48 especies, 14 en la zona de bosque, 29 en la zona intervenida y 5 especies compartidas.

La zona intervenida de la vereda El Rosal fue la que presentó la mayor riqueza de especies entre todas las zonas muestreadas, debido a que pertenecía a la vereda con mejor estado de conservación. Igualmente presentó los valores de diversidad más altos.

En la zona de bosque de la vereda El Rosal se colectaron especies que en su mayoría son indicadoras de bosques en buen estado de conservación y al tener en cuenta las especies compartidas entre el bosque y la zona intervenida de esta vereda, se evidencia que existe una alta conexión entre ambas y esto se debe probablemente a que parte de la oferta alimenticia es similar, es decir que podemos asumir que los procesos de restauración ecológica que se llevan a cabo en la vereda están siendo efectivos.

En la vereda La Gallera, se colectó una menor cantidad de especies en comparación con la vereda El Rosal, tanto en la zona intervenida como en el bosque. Solo se compartieron 5 de las 48 especies colectadas. Esto se puede explicar debido a que allí los procesos de restauración son más recientes, la velocidad con la que se han llevado a cabo es menor ya que la situación de orden público en ocasiones impide el acceso del personal calificado para este proceso y estas circunstancias a su vez generan una falta de compromiso por parte de las comunidades en el cuidado y conservación de las zonas de bosque e incluso en algunos casos en su desaparición para dar paso a cultivos ilícitos.

Las especies *Corades panonnia*, *Forsterinaria* sp1, *Paradulcedo mimica*, *Tithorea tarricina* y *Rhetus dysonii* se colectaron en zona de bosque y en la literatura son referenciadas como especies encontradas en bosques que reflejan un alto grado de conservación, ya que tienen una total dependencia de la vegetación y el tamaño del fragmento del bosque.

En la zona intervenida se colectaron especies como: *Actinote ozomene*, *Hypanartia kefersteini*, *Eurema daira* y *Eueides procula* las cuales son especies reportadas para zonas con una alto nivel de intervención antrópica. Las especies *Anarthia amatea*, *Anarthia jatrophae* y *Diaethria marchalii* son referenciadas como especies encontradas típicamente en pastizales y áreas abiertas, además de estar reportadas como especies comunes para todo el territorio colombiano.

Las especies compartidas como *Dismorfia lelex*, *Eretris* sp1, *Eurema xantochlora* y *Heliconius clysonimus*, poseen gran capacidad de adaptabilidad a diversos tipos de hábitat, lo que les permite explotar una alta diversidad de recursos alimenticios.

Este estudio presenta un estado preliminar de los procesos de restauración ecológica y uso sostenible. Para establecer con seguridad el éxito de los mismos es necesario realizarlos con indicadores distintos a las mariposas y ejecutar un monitoreo continuo en las zonas del PNNM para establecer la efectividad de los procesos que se llevan a cabo,

debido a que sólo hasta ahora se está iniciando el establecimiento de líneas base para los sitios de estudio.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Es importante iniciar estudios sobre las comunidades de mariposas en las distintas zonas del PNNM, especialmente las que se encuentran entre los 1000 y 1800 msnm (Zona de amortiguación), debido al aumento de las áreas agrícolas, introducción de especies de plantas exóticas y los asentamientos humanos.
- ✓ Las variables ambientales que requieren algunas especies, como las condiciones específicas del hábitat, son importantes para la realización de estudios posteriores ya que las especies de mariposas son altamente frágiles a los cambios ambientales dentro de los ecosistemas.
- ✓ Las especies de mariposas registradas para el PNNM son diversas y se hace necesaria la elaboración de un inventario completo para que a los investigadores se les facilite el proceso de identificación y se evite el sacrificio innecesario de algunos individuos colectados.
- ✓ Es importante realizar un monitoreo contiguo de los procesos de restauración ecológica y uso sostenible con las mariposas, como bioindicadoras mediante la línea base establecida en este estudio.
- ✓ Es indispensable realizar el seguimiento a algunas especies para observar sus patrones de distribución, ciclos de vida, desarrollo de la especie, frecuencia de hábitat, además de realizar comparaciones con estudios más avanzados.

10. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, J. 1993. Inventario de las mariposas (Lepidoptera: *Rhopalocera*), Con anotaciones ecológicas, para dos zonas del Departamento de Risaralda, Colombia. Tesis de pregrado, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia. 204 p.
- Amat, G., F. Fernández y Andrade-C. 1999. Un vistazo actual a la taxonomía de insectos en Colombia (Coleoptera, Himenóptera y Lepidoptera). *Insectos de Colombia*. 1: 14-33.
- Andrade-C. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. 22(84):407-421.
- Andrade-C. 2002. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. En C. Costa, S.A. Vanin y A. Melic (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática 2.
- Andrade-C., Campos-S., L., Gonzáles, L. A. y Pulido, H. 2007. Santa María mariposas alas y color. Serie Guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales, No 2. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
- Bonebrake, T y López Sorto. 2008. Inventario Rapido De Mariposas Diurnas (Lepidoptera, Rhopalocera) en la Playa el Icacal, Departamento De la Unión, Municipio de Intipuca, el Salvador. Stanford university, center for conservation biology, Stanford.
- Borror, D. J., Triplehorn, C.A. y Johnson, N.F. 1995. - An Introduction to the study of Insects. 6 ed. Saunders Coll. Publ. Philadelphia.
- Brown, K.S.Jr. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as bioindicators. En: Collins N, Thomas J, editors. *The Conservation of Insects and Their Habitats*.
- Casas-C. 2007. Informe técnico. Fauna y flora del corredor de conservación biológica y multicultural Munchique-Pinche, Departamento del Cauca. Proyecto corredor de conservación biológica y multicultural Munchique Pinche. Fundación Proselva. Popayán. Cauca. Colombia. 50 p.
- Chacón, P. y Montero, J. 2007. Butterflies and moths of Costa Rica. INBio. Costa Rica. Plate 90-185.
- Cipollini, K., Maruyama, A. y Zimmerman C. 2005. Planning for Restoration: A Decision Analysis Approach to Prioritization. *Restoration Ecology*. 13(3):460-470.
- Colwell, R. K., and Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. vol. 345 no. 1311 101-118.
- Convenio de la Diversidad Biológica. Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992. Artículo 2. 34 pp.

- Devries, P. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history, Vol. I: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University press. New jersey. EE. UU. 327 P.
- Devries, P. 1997. The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Vol II: Riodininae. Princeton University Press. New Jersey. EE. UU. 227 p.
- Donegan, T. y Huertas, B. 2005. Colombian EBA Project Report Series 5. Threatened Species of Serranía de los Yariguíes. Published by Fundación ProAves. www.proaves.org. ISSN 1811-1246.
- Ehrlich, PR. 1984. The structure and dynamics of butterfly populations. Symposium of the Royal Entomological Society of London.
- Fagua, G. 1999. Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia). En Amat, G., Andrade-C., G. y Fernández, F. (eds.). Insectos de Colombia. Vol. 2 (capítulo xi, pp. 317-362). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras núm. 13-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Guadalupe.
- Fiedler, K. 2006. Ant-associates of palaeartic lycaenid butterfly larvae (Hymenoptera: Formicidae; Lepidoptera: Lycaenidae)- a review- Myrmecologische Nachrichten: 9, 77-87.
- García-Pérez, Jack F., Ospina-López, Leonardo A. y Villa-Navarro, Francisco A. 2007. Diversidad y distribución de mariposas satyrinae (Lepidoptera, Nymphalidae) en la cuenca del Río Coello, Colombia. Revista de Biología Tropical. Vol 55 (2): 645-653 p. Junio,
- García-Robledo, L., Constantino, M., Dolores, M. y Kattan, G. 2002. Mariposas comunes de la cordillera Central de Colombia. Feriva, Colombia. 130 p.
- Golicher, J.D., O'Hara R.B., Ruíz-Montoya L., Cayuela L. 2006. Lifting a veil on diversity: a bayesian approach to fitting relative-abundance models. Ecological Applications. 16(1): 202- 212.
- Gordon, R. 1985. La taxonomía de insectos: Su importancia y perspectivas. Memorias XII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN. Medellín, Colombia.
- Guevara, S. F. 2004. Caracterización de las comunidades de mariposas de cinco unidades de paisaje en los municipios de San José del Guaviare y El Retorno, Guaviare (Amazonia colombiana). (Trabajo de grado, Ecología, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Mención meritoria).
- Hénao, E. y Vargas, J. 2009. Mariposas colombianas XIII notas sobre algunas especies de Hespéridos poco conocidas o raras en Colombia (Lepidoptera: Hesperidae). Boletín científico. Centro de museos. Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas. 13 (1): 160 – 175.

Huertas, B. y Arias, J. 2007. Estudio preliminar de la entomofauna de la Serranía de los Churumbelos: mariposas diurnas y escarabajos coprófagos. *Conservación Colombiana*-Número 3.

Magurran, A. E. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Córcega. Princeton, Nueva Jersey, EEUU.

Millán, C., Chacón, P. y Giraldo, A. 2009. Estudio de la comunidad de lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de Caloto (Cauca, Colombia). *Boletín científico. Centro de museos. Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas*. 13 (1): 185 – 195.

Minambiente-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2009. *Términos de Referencia de la Sustracción Temporal de las Reservas Forestales Establecidas Mediante la Ley 2ª de 1959, para el Desarrollo de Proyectos, Obras o Actividades de Utilidad Pública e Interés Social, y Adopción de otras Determinaciones*. Dirección de Ecosistemas, República de Colombia. 15 p.

Moreno, C. 2001. *Métodos para medir diversidad*. M&T Manuales y Tesis. SEA. I: 84, Zaragoza, España.84.

Mulanovich, A. 2007. *Mariposas. Guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú*. PROMPEX, IAP Y GTZ. 9-42.

Prieto, C. 2003. Satirinos (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) del parque Nacional Natural Munchique. *Diversidad de especies y distribución altitudinal. Revista Colombiana de Entomología* 29: 203-210.

Prieto, C., Takegami, C., Rivera, J. 2005. Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia). Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante, España.

Parrish, J., D. Braun y S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we Say we are? *Measuring Ecological Integrity within Protected Areas*. *Bioscience*. Vol. 53. 851-860 p.

Ramírez, E., Dávila, O. e Ibrahim, M. 2005. El uso de bancos forrajeros para la alimentación de verano. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Banco Mundial.

Ramírez, L. 2004. *Diversidad de mariposas en diferentes zonas verdes de Cali*. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle. Colombia.

Ríos-Malaver C. 2007. Riqueza de especies de mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de la quebrada “El Aguila” cordillera central (Manizales, Colombia).

Solarte, V. 2003. *Diversidad de comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la reserva natural río Nambí*. Universidad de Nariño. Colombia.

The SER International Primer on Ecological Restoration (SER). 2004. Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group. Tucson, Arizona.

Tobar, L. 2000. Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta del río Roble (Quindío – Colombia). Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 182 p.

Tobar, L., Rangel, CH., Andrade, C. 2002. Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia). Instituto Alexander Von Humboldt. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPAN) 2005. Plan de manejo 2005 – 2009 Parque Nacional Natural Munchique. Popayán.

Urbanska, K. 1997. Restoration ecology research above the timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation* Vol 6. (12): 1655-1670.

Valencia M., C., Gil, Z. y Constantino, L. M. 2005. Mariposas diurnas de la Zona Central Cafetera Colombiana. Guía de Campo. Chinchiná, Colombia: Cenicafé. 244 p.

Wyant, J., Meganck R. y Ham S. 1995. A Planning and Decision-Making Framework for Ecological Restoration. *Environmental Management*, vol 19 (6): 789-96 p.

Zambrano-G y Ortiz-G. 2009. Diversidad de lepidópteros diurnos en tres localidades del corredor biológico y multicultural Munchique-Pinche, Cauca, Colombia. *Boletín científico. Centro de museos. Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas*. Vol. 13 (1): 214 – 224.