

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES
NATURALES A PARTIR DE LA COMUNIDAD DE LEPIDÓPTEROS
DIURNOS, PIAMONTE, CAUCA**

HEIDY JAZMIN AZA GOYES



Universidad
del Cauca

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2019**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES
NATURALES A PARTIR DE LA COMUNIDAD DE LEPIDÓPTEROS DIURNOS,
PIAMONTE, CAUCA**

HEIDY JAZMIN AZA GOYES

**Propuesta de trabajo de grado en la modalidad de investigación como
requisito para optar al título de Bióloga**

MARIA CRISTINA GALLEGO ROPERO, Ph.D
Directora

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2019**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por el amor, la vida, la salud, mi carrera y el camino que me ha permitido recorrer para culminar esta etapa.

A mis padres, por la motivación, apoyo, oraciones, bendiciones y ejemplo de lucha constante.

A mis sobrinos Isabella, Daniel y Martín por ser mi inspiración.

A mi directora María Cristina Gallego Roper, por brindarme la oportunidad de pertenecer al grupo y poder realizar este trabajo, sus consejos, ayuda incondicional, confianza, la paciencia, creer en mí y permitir aprender de ella.

Al proyecto Colombia-Bio por permitirme vivir esta gran experiencia, conocer este territorio con tan inigualable valor y hermosura y darme la oportunidad de pertenecer al equipo que realizó esta expedición, además, de poder contribuir al conocimiento de la biodiversidad de mi país, por ende, a Colciencias en la financiación de este proyecto.

Al Semillero Diversidad Funcional y Servicios Ecosistémicos por sus aportes, compartir buenos momentos y permitir aprender en equipo.

A don Gonzalo, don Luis y sus familias, a la comunidad y guías de campo por el apoyo, abrirnos las puertas, recibirnos siempre con disposición y voluntad absoluta en ayudar y compartir.

A los Biólogos Yulli Tamayo y Karen Meneses por compartir sus conocimientos en la realización de este trabajo.

A la Bióloga Ángela Gallego por contribuir a la confirmación de identificación de los individuos por medio del especialista LeCrom.

A mis compañeras y amigas de Universidad Diana Quintero, Laura Rengifo, Sandra Vivas y Lindalia Pinzón por su amistad, por todos los momentos vividos a lo largo de este camino, estar ahí en los momentos más difíciles de este recorrido, la disponibilidad de ayudar y apoyarme en lo que necesito.

A Jonathan Gómez por su apoyo incondicional, la motivación y las palabras de aliento a continuar sin importar la dificultad para culminar este proyecto.

A mis amigas de vida, Marcela Bermúdez, Carolina Vega y Liseth Guerrero, por el cariño las palabras de aliento, sus consejos y motivación para culminar esta etapa.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 Los lepidópteros.....	6
3.2 Ciclo de vida de lepidópteros	7
3.3 Mariposas como indicadores ecológicos	7
4. ANTECEDENTES	8
5. OBJETIVOS	15
5.2 Objetivos específicos	15
6. METODOLOGÍA.....	15
6.1 Área de estudio.....	15
6.2 Muestreo de lepidópteros.....	17
6.3 Evaluación de impacto ambiental.....	20
6.4 Análisis estadísticos.....	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
7.1 Composición, Riqueza y Abundancia de la comunidad de Lepidópteros diurnos en dos fragmentos de bosque natural en Piamonte, Cauca.	20
7.2 Estimadores de riqueza y curva de acumulación de especies	31
7.3 Índices de diversidad	32
8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	35
8.1 Matriz de Leopold	35
9. CONCLUSIONES.....	41
10. RECOMENDACIONES	42
11. BIBLIOGRAFÍA	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Índices de diversidad, estimador de riqueza, especies compartidas y exclusivas.	33
Tabla 2. Matriz de Leopold, para las veredas el Rosal y la Sonora.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio. Municipio de Piamonte, Cauca.....	17
Figura 2. Trampas Van Someren-Rydon cebadas e instaladas en el transecto del bosque.....	18
Figura 3. a. Colecta con jama entomologica, b. individuo colectado, c. individuos guardados en los sobres de papel pergamino rotulados.....	19
Figura 4. Montaje de los individuos en extensores.	19
Figura 5. Algunos ejemplares de la colección final.....	19
Figura 6. Diversidad de especies por familias de mariposas diurnas colectadas en cada uno de los bosques tanto del Rosal como de la Sonora (Abundancia y Riqueza).	21
Figura 7. Diversidad de especies por subfamilias de mariposas diurnas colectadas en cada uno de los bosques El Rosal y La Sonora (Abundancia y Riqueza).	24
Figura 8. Especies capturadas en trampas Van Someren Rydon cebadas con pescado descompuesto.	30
Figura 9. Especies capturadas en trampas Van Someren Rydon cebadas con fruta descompuesta.	30
Figura 10. Curva de acumulación de especies de mariposas colectadas en los dos bosques (El Rosal y La Sonora).	32
Figura 11. a y b. <i>Catonephele acontius</i> (Macho y Hembra), c y d. <i>Anartia amathea</i> (Macho y Hembra), e y f. <i>Morpho helenor theodorus</i> (dorsal, ventral), g y h. <i>Pierella astyoche lucia</i> (dorsal, ventral), i y j. <i>Pierella lamia colombiana</i> (dorsal, ventral), k y l. <i>Pierella lena brasiliensis</i> (dorsal, ventral), m y n. <i>Cissia confusa</i> (dorsal, ventral), o y p. <i>Cithaerias pireta aurorina</i> (dorsal, ventral).	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12. q y r. <i>Archaeoprepona demophon</i> (dorsal, ventral), s y t. <i>Prepona laertes</i> (dorsal y ventral), u y v. <i>Pyrisitia venusta</i> (dorsal, ventral).	34
Figura 13. a. Presencia de cultivos ilícitos b. Asentamiento en zona boscosa.....	40
Figura 14. Recurso Hídrico, un factor con baja magnitud.....	40

RESUMEN

Las actividades antrópicas sobre los ecosistemas naturales en Colombia, han generado la desaparición de especies tanto de fauna como de flora. Cauca es uno de los departamentos más afectados por la pérdida de coberturas naturales, con lugares donde no se ha estudiado su biodiversidad y el efecto de las diferentes actividades antrópicas. El municipio de Piamonte, a pesar de ser considerado como una eco-región estratégica y biodiversa, donde el área intervenida por el hombre es poca en comparación a otras regiones del país, viene presentando un acelerado proceso de deforestación, por tal razón, este estudio pretende evaluar el estado de conservación de dos fragmentos de bosque natural en las veredas de El Rosal y La Sonora, a partir de la comunidad de lepidópteros diurnos, teniendo en cuenta que las mariposas son insectos con fidelidad ecológica fieles y confiables bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas, que ofrecen información que sirva de herramienta para proponer estrategias de conservación a la comunidad y tener una línea base para futuros estudios. Las colectas fueron realizadas empleando jama entomológica y trampas Van Someren-Rydon cebadas con pescado y fruta descompuesta. Un total de 192 individuos fueron recolectados, 5 familias, 18 subfamilias y 131 especies. Entre los bosques la familia más representativa fue Nymphalidae con un 82.61% y 87.01%, respectivamente. A partir de las especies registradas, se concluye que estas zonas de Piedemonte Amazónico aún albergan grandes extensiones de bosques con un buen estado de conservación que requieren ser mantenidas con las comunidades y generar opciones de desarrollo sostenible. El 40% de las especies colectadas son nuevos registros para el departamento del Cauca.

Palabras clave: bioindicadores, mariposas, piedemonte andino-amazónico.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques húmedos tropicales albergan más de la mitad de las especies del planeta, y se encuentran entre las comunidades terrestres más antiguas, exuberantes y de mayor complejidad ecológica, con cientos de especies de plantas por hectárea (Koleff, Urquiza & Contreras 2012). Colombia, pese a ser considerado el segundo país con mayor biodiversidad en el mundo (Andrade, 2011), y uno de los más ricos en cuanto a disponibilidad de agua (Ocd & Nu, 2014), enfrenta intensos procesos de deterioro ambiental, principalmente por la deforestación para la implementación de monocultivos, ganadería extensiva, minería ilegal, cultivos de uso ilícito, entre otras actividades (Ramírez, 2015).

Entre las consecuencias de la fragmentación se encuentra las barreras que generan aislamiento en las poblaciones y las comunidades biológicas, alteración en la densidad poblacional, extinciones locales y regionales, cambios en la composición de especies, incluyendo el incremento en la tasa de invasión de especies exóticas, efecto de borde, efectos sobre procesos ecológicos, cambios climáticos y reducción en la heterogeneidad del hábitat (Santos & Tellería, 2006). Algunos estudios han empleado a los insectos para evaluar cómo responden a la dinámica de las perturbaciones y a los efectos de la fragmentación, ya que dependiendo tanto de la especie, como de su habilidad relativa para localizar y explotar los parches (Brokaw, 1985), su presencia o ausencia, densidad poblacional, dispersión y éxito reproductivo, hacen que algunas especies de insectos sean usadas como indicadores de atributos ecosistémicos difíciles o extensos de medir con otros organismos (Lindenmayer, Margules & Botkin 2000).

En cuanto a diversidad, los lepidópteros son el segundo orden de insectos, con 157,424 especies descritas (Kaila *et al.*, 2011), de las cuales cerca del 11,5% corresponde a las mariposas diurnas. En la región Neotropical se ha incrementado el número de especies de mariposas, pues se siguen añadiendo especies a las listas de especies, lo cual ha hecho que este grupo de insectos sea de los más estudiados y utilizados en investigaciones para sitios poco explorados (Simon & Ortiz, 2017).

De acuerdo con información analizada por el IDEAM, generada por el Ministerio de Justicia y del Derecho y de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito ONUDC, la mayor superficie deforestada en cercanías a cultivos de coca, tala ilegal e incendios forestales en el año 2015, se encontró principalmente en siete departamentos del país, siendo el departamento del Cauca uno de ellos, además, para el primer trimestre de 2016 se identificaron alertas tempranas de deforestación al sur del departamento del Cauca, evidenciando que la tala ilegal y los incendios forestales son los factores principales en este departamento (Torres, 2016). El municipio de Piamonte ve con precaución que el gobierno Nacional esté planteando proyectos de inversión con efectos en este territorio, los cuales han dejado incertidumbre; entre ellos estudios de sísmica, perforación y extracción de petróleo, puesto que desde tiempos inmemoriales viene asumiendo el peso de la conservación sin el apoyo decidido de algún estamento gubernamental a nivel Departamental o Nacional, de instituciones a cargo del manejo, fomento y preservación del medio ambiente (Administración Municipal de Piamonte, 2015).

Actualmente, el Piedemonte Andino-Amazónico presenta una serie de características biológicas, sociales y económicas, dentro de las cuales se destacan la concentración de la población humana, fragmentación de las coberturas naturales, alta biodiversidad y desarrollo del sector productivo. Estas características hacen pertinente la implementación de estrategias de conservación que conlleven al mantenimiento de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, al mismo tiempo que se genere desarrollo sostenible (WCS Colombia, 2015).

2. JUSTIFICACIÓN

Con la creciente amenaza de la pérdida de las áreas naturales, es necesaria la identificación de grupos biológicos con potencial para utilizarse como indicadores en el monitoreo ambiental. En las últimas décadas la biodiversidad ha presentado una disminución drástica y los ecosistemas están siendo alterados profundamente

por actividades antrópicas las cuales fragmentan los bosques y coberturas naturales (Ewers, & Didham, 2006)

Colombia es uno de los países que comparten la Amazonía, con una cobertura de 483.164 km², lo que conforma el 50% del territorio nacional distribuido entre los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainia, Guaviare, Putumayo, Vaupés y porciones de Cauca, Nariño y Vichada (Goenaga, 2017). El país alberga aproximadamente el 10% de la biodiversidad mundial (Andrade, 2002), representada en cerca de 54.871 especies registradas, con 3.625 especies exclusivas (66 aves, 1.500 plantas, 367 anfibios endémicos, 115 reptiles, 34 mamíferos y 1543 orquídeas), 7.432 de vertebrados: 479 mamíferos, 1889 aves, 571 reptiles, 803 anfibios, 2.000 peces marinos, 1533 peces dulceacuícolas, 197 aves migratorias y 30.436 especies de plantas. Sin embargo, éstas son cifras estimadas porque aún se desconocen la cantidad de microorganismos y especies que conforman nuestra Biodiversidad, es por esta razón que la ciencia y la investigación son herramientas eficaces para poder conocer el planeta, lugares inexplorados y así contribuir al cuidado y preservación de los ecosistemas para poder sugerir alternativas de cambio y desarrollo (Colciencias, 2016).

Cabe mencionar que irónicamente la paz ha puesto en peligro nuestros ecosistemas, los grupos al margen de la ley, al controlar zonas importantes del país protegían nuestros bosques de los grandes depredadores ambientales. Actualmente, los territorios más afectados por el conflicto armado son los más vulnerables a la deforestación, por lo tanto, la transición andino-amazónica presenta muchos vacíos de información ya que diversas áreas no han podido ser exploradas por las restricciones del conflicto armado y ante el escenario del posconflicto se genera una oportunidad para la investigación con una participación activa de la población local (Colciencias, 2017).

El Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ricardo Lozano, señaló que para el año 2018 la deforestación incrementó un 22% con respecto al año 2017, siendo la mayor problemática el apoderamiento de tierras, lo que abarca el 48% de la degradación de los bosques tropicales de la Amazonía y el Pacífico. Sin

embargo, existen otros factores importantes como son los cultivos ilícitos, la ganadería, la tala de árboles y el tráfico ilegal de especies amazónicas como reptiles, anfibios y aves. En consecuencia, el ministro informa que el país pierde aproximadamente 600 ha de bosque cada día (Medio Ambiente, 2018).

Bajo este contexto, es de gran importancia estudiar y analizar la diversidad en lugares de Colombia que han sido poco explorados como el municipio de Piamonte, que ha sido considerado como una eco-región estratégica y biodiversa, reserva de la biosfera por sus potencialidades agroecológicas, donde su territorio presenta una baja intervención antrópica a comparación con otras regiones del país. Esta situación, permite la existencia de una alta variedad de ecosistemas y por tanto de especies biológicas, representadas no solo en fauna silvestre, sino también en flora y otros organismos vivos. La ausencia de una efectiva y responsable autoridad ambiental que aplique mecanismos correctivos y controles a la explotación de los recursos, así como planes de manejo ambiental que permitan hacer compatible el desarrollo productivo y económico con la necesidad de mantener un equilibrio razonable en los ecosistemas y de proteger la oferta ambiental, debido a la presencia de cultivos de uso ilícito, genera otro efecto transversal al sector productivo y ambiental que causa un impacto importante por la aspersión aérea dentro de la política de erradicación. La ausencia de mecanismos de control estatal sobre los procesos de producción petrolera, los vertimientos y disposición final de excretas y desechos orgánicos sin ningún tratamiento descontaminante, la falta de control sanitario, las actividades indiscriminadas de pastoreo y las prácticas culturales inadecuadas, tanto en la agricultura de subsistencia como en la comercial, degradan y erosionan los ecosistemas naturales, que en consecuencia aumentan la pérdida de la biodiversidad de especies (Administración Municipal de Piamonte, 2015).

En este trabajo de investigación se utilizó a los lepidópteros diurnos, ya que figuran entre los mejores grupos indicadores pues tienen un ciclo biológico rápido, especificidad ecológica y facilidad de muestrear en cualquier época del año (Brown & Freitas, 2003). Las zonas ricas en mariposas, lo son también en otros

invertebrados. Colectivamente proporcionan muchos beneficios ecosistémicos, incluyendo la polinización y el control natural de plagas. Muchas plantas, predadores y parásitos dependen estrictamente de especies o grupos concretos de mariposas, siendo empleadas por científicos, como organismos modelo para estudiar el impacto de la pérdida o fragmentación del hábitat, así como lo es para el cambio climático (Zerynthia, 2010). La diversidad de especies de mariposas está determinada principalmente por la disponibilidad de microhábitats y de recursos como plantas hospederas para las larvas, o flores y frutos para los adultos (Ramirez, Chacon & Constantino 2007). De igual manera, cuando un ambiente primario es intervenido, existe una tendencia a la desaparición de especies de mariposas sensibles a la perturbación, perdurando las especies tolerantes, por lo tanto, realizar monitoreos en zonas intervenidas permite identificar poblaciones que en incidencias antropogénicas drásticas son capaces de aprovechar de manera eficiente los recursos que el entorno les ofrece (Brown & Freitas, 2003).

Finalmente, la evaluación del estado de conservación de dos fragmentos de bosque en las veredas el Rosal y la Sonora en Piamonte Cauca, a través de los lepidópteros diurnos generó una herramienta para sugerir estrategias de conservación que ayudan a disminuir las problemáticas ambientales.

3. MARCO TEÓRICO

“Los insectos como bioindicadores de hábitat, obedecen a cinco aspectos fundamentales, alta riqueza y diversidad de especies, fácil manipulación, fidelidad ecológica, fragilidad frente a perturbaciones mínimas y corta temporalidad generacional” (Andrade, 1998).

3.1 Los lepidópteros

La mayoría de mariposas diurnas, necesitan de luz directa o indirecta para sobrevivir, ya sea para alimentarse (reconocimiento de colores de las flores que polinizan) o para aparearse, tienen grandes alas que les permiten volar en forma

pausada y silenciosa; su tamaño puede variar entre 3 cm y 30 cm en las zonas tropicales. Existen especies que debido a la distribución geográfica o caminos estacionales, pueden variar de aspecto dentro de la misma especie y otras, presentan dimorfismo sexual acentuado. Por otro lado, aunque hay especies que se agrupan para pasar la noche, generalmente los lepidópteros adultos son solitarios y otras secretan feromonas para atraer pareja. (Pautrat *et al.*, 2002).

Muchas especies son monófagas, es decir, sus orugas se alimentan solamente de una planta en particular, por lo que si ésta desaparece, lo mismo ocurrirá con la mariposa (Aguilar, 2004). Por ello, es importante conocer el ciclo fenológico y la caracterización morfológica de las especies nutricias de las mariposas, de tal manera que permita promover su cultivo con fines de producción de follaje para la alimentación de distintas orugas; brindando una nueva alternativa productiva que permite la conservación de varias especies biológicas y la sustentabilidad económica a pequeños productores (Gómez, 2010).

3.2 Ciclo de vida de lepidópteros

Las mariposas son insectos holometábolos, que generalmente pasan por cinco estadios larvales. Las larvas del quinto estadio, al llegar a la madurez, bajan de la planta hospedera para buscar un lugar adecuado donde empupar. Muchas especies tejen un capullo resistente y muy flexible, protegiéndose con hojas, ramas secas y arena o grava suelta que encuentran en el suelo y ahí tejen su capullo. A partir de este momento la larva inicia una etapa de transformación drástica, en donde todos los tejidos de la larva son desintegrados para reutilizarse en la formación del individuo adulto; esta fase es a la que se llama pupa o crisálida. La mariposa es la fase adulta (y reproductiva) de los lepidópteros. La vida media del adulto varía mucho (Pescador, 1994).

3.3 Mariposas como indicadores ecológicos

Las mariposas han demostrado alta sensibilidad a los cambios de microclima, temperatura, humedad y nivel de luminosidad, condiciones que se alteran ante la perturbación de los hábitats. Son uno de los grupos mejor

conocidos taxonómicamente y a nivel mundial, el tercer orden más abundante. (Brown, 1991). Son empleadas como indicadores ecológicos gracias a su abundancia, diversidad, fácil manejo en campo y estabilidad espaciotemporal (Tobar, Rangel & Andrade 2002), lo que hace posible monitorearlas a largo plazo, y detectar cambios en la diversidad biológica en zonas amenazadas y poder establecer estrategias de conservación y manejo (Constantino, 1996).

Dentro de las redes tróficas las mariposas cumplen un papel ecológico valioso como alimento para otros organismos, son importantes polinizadores de varias especies vegetales y algunas presentan especificidad en sus plantas hospederas, estas interacciones han sido el resultado de procesos coevolutivos y uno de los elementos responsables de la megadiversidad que existe en los bosques tropicales (Brown, 1991).

El nexo entre mariposas y plantas adquiere un carácter bioindicador (Kremen, 1992), es decir, que tienen una relación específica con las plantas hospederas y nutricias, lo que facilita entender que la diversidad de especies de mariposas está correlacionada con la diversidad vegetal en una comunidad (Camero & Calderon, 2007). Como se ha mencionado, las mariposas y en especial las diurnas, son sensibles a los cambios por alteraciones del hábitat, por consiguiente, los trabajos donde se realicen inventarios con medidas de riqueza, diversidad y aspectos ecológicos, se convierten en una herramienta valiosa para evaluar el estado de conservación del ecosistema (Kremen *et al.*, 1993).

4. ANTECEDENTES

En Colombia el uso de las mariposas como bioindicadores ha sido frecuentemente registrado en estudios sobre procesos biogeográficos tendientes a comprender la biodiversidad y su alteración antrópica (Ospina, 2014). Andrade (1998) describe la distribución local de la comunidad de mariposas en tres ecosistemas: Bosque primario (BP), Bosque secundario (BS) y Zonas perturbadas (ZP) de Colombia, en un rango altitudinal comprendido entre 250 y 3000 msnm, en 14 regiones. Encontrando que, en cuanto a la riqueza de especies de mariposas,

Putumayo obtuvo el número más alto, seguido por Villavicencio, Loreto, Cauca, Chocó y por último Imerí; en términos de diversidad la más alta ocurre en el tipo de hábitat de bosque secundario para todos los sitios de muestreo. Además, los criterios tomados en conjunto: abundancia relativa, reconocimiento de las plantas hospedantes, estados de los ejemplares determinaron la decisión sobre el estatus de residencia de las especies.

Un estudio en la parte baja de la cuenca del Río Pato (Caquetá), comparó la diversidad de mariposas y vegetación en ambientes con diferente grado de intervención antrópica. Los autores registraron 276 especies de mariposas, siendo mayor la mayor riqueza en el bosque secundario, seguida por bosque ribereño intervenido, bosque primario, rastrojos de tres y doce años y potrero. De igual manera, colectaron 508 especies vegetales, llevando a una relación directamente proporcional entre el estado de conservación y en número de especies. El índice de diversidad de Shannon, sugirió que el bosque secundario fue el más diverso, y analizaron que en la medida en que aumenta el tiempo de recuperación de los bosques, aumenta la riqueza de mariposas. Llegando a la conclusión de que las especies bioindicadoras deben ser analizadas en conjunto y comparando abundancias, para determinar si la comunidad estudiada puede asociarse con un determinado grado de perturbación (Fagua, Amarillo & Andrade, 1999).

Con el objetivo de evaluar el grado de amenaza al hábitat en las localidades de San Miguel del Bala y La Esmeralda cercanas al Parque Madidi (Bolivia), se utilizaron las mariposas como bioindicadores, realizando una colecta de lepidópteros con trampas de dosel y red entomológica en transectos ubicados en tres unidades paisajísticas o sitios para determinar la diversidad y composición de mariposas. Colectaron 2934 especímenes correspondientes a 13 familias distribuidas en 181 géneros representadas en 535 especies para los tres sitios, específicamente la diversidad de especies están distribuidas en: 311 especies para el Parque Madidi (Bosque Primario), 245 especies para San Miguel del Bala y 242 especies para La Esmeralda, de esta diversidad se identificaron las especies bioindicadoras, concluyendo que los cambios en los bosques primarios

producto de la expansión agropecuaria tienen una relación directa en los cambios negativos de diversidad original de lepidópteros, donde se considera tomar medidas que mitiguen estos efectos mediante el establecimiento de corredores de conservación como manejo sostenible del recurso bosque aplicando sistemas agrosilvopastoriles para conservar el paisaje forestal (Apaza *et al.*, 2006).

En la quebrada “El Águila” al noroccidente de la ciudad de Manizales (Caldas), se realizó un estudio sobre la riqueza de mariposas, realizando recorridos en el interior del bosque y en el curso de la quebrada. Los estimadores de riqueza utilizados indicaron que se registró cerca del 96% de las especies, incluyendo algunas especies raras e indicadoras del buen estado de conservación como *Pereute callinice*, *Evenus coronata*, *Eutresis hypereia antioquiensis* y *Mesotaenia vaninka* ssp, entre otras. Además, fue registrada la hembra de *Epiphile epicaste* considerada como rara. De igual forma, se observaron poblaciones abundantes de algunas especies indicadoras de la buena salud del hábitat como *Consul panariste* y *Antirrhea geryon* (Ríos, 2007).

Camero & Calderon (2007), en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Combeima (Juntas-Tolima), estudiaron la variación altitudinal de la composición, riqueza, diversidad y estructura de la comunidad de mariposas, y encontraron 101 especies de mariposas distribuidas en 59 géneros y cinco familias, mostrando que los parámetros poblacionales variaron espacial y temporalmente y evidenciando una marcada zonificación altitudinal en los 1.900 m, la cual es una franja transicional de la composición faunística y en la que, a partir de ella, existe una disminución en el número de especies exclusivas para cada estación de muestreo, sugiriendo que estas especies podrían considerarse como indicadoras de perturbación ecosistémica.

Con el objetivo de conocer la diversidad de lepidópteros diurnos en zonas intervenidas de la vereda Morales (Caloto, Cauca), Millán, Chacon y Giraldo (2009), estudiaron cuatro biotopos: bosque ripario, cultivo de caña de azúcar, cafetal en policultivo y cerca viva, identificando 90 especies de mariposas de seis familias. El 39% de la abundancia, fueron especies generalistas y polífagas,

reconocidas por estar frecuentemente asociadas a zonas altamente intervenidas por el hombre; en contraste, hubo presencia de la subfamilia Satyrinae (108 individuos) y del género *Morpho* (9 individuos), característicos de bosque conservado. En este mismo sentido, Ithomiinae presentó una alta abundancia (199 individuos) en cafetales con sombra alternada con siembra de plátano, lo que llevó a sugerir que, este policultivo ofrece un hábitat apropiado para esta subfamilia.

Montero, Moreno & Gutierrez (2009), evaluaron la comunidad de mariposas que ocupan algunos de los fragmentos de Bosque seco tropical (bs-T) del departamento del Atlántico. Los autores registraron especies que se destacan por su especificidad ecológica, entre ellas algunas asociadas a biotopos al interior del bosque como *Myscelia leucocyana leucocyana* (Biblidinae), y otras de áreas con alto grado de intervención antrópica como *Leptotes cassius* (Lycaenidae: Polyommatainae).

En la Reserva Natural Las Delicias (Magdalena), Vargas *et al.* (2011), evaluaron la variación de la riqueza y abundancia de las mariposas Papilionoidea y Hesperioidea. Los muestreos fueron realizados en áreas con diferentes grados de intervención, ubicados a 200 msnm y entre los 400 y 550 msnm. Fueron registradas 432 adultos de 52 géneros y 66 especies. Nymphalidae fue la familia que reportó alta Riqueza (42) y abundancia (250), encontrando que *Mechanitis lysimnia* fue la especie umbrófila más abundante, común en coberturas vegetales amplias. De las dos zonas muestreadas, el sitio 2, fue una zona que presentó una cobertura arbórea más amplia, presencia del recurso hídrico durante el muestreo y mayor variación en la estratificación vertical, a lo que se le atribuye su alto valor de riqueza (48) y abundancia (236). En los meses de Junio y Julio aumentaron las lluvias, favoreciendo la floración y fructificación de la vegetación, recursos aprovechados por los Papilionidos y Hesperidos, lo cual incremento su riqueza y abundancia.

Carrero *et al.* (2013), evaluaron la diversidad, riqueza y abundancia de mariposas, plantas arbustivas y arbóreas en un gradiente altitudinal entre 1200-2000 msnm, en un bosque ribereño en el oriente de la cordillera de los Andes. Se

observó un total de 766 mariposas diurnas, distribuidas en 101 especies y se registró un total de 220 arbustos y 428 árboles. Con los análisis de conglomerado para la comunidad, tanto de mariposas como de vegetación, se obtuvieron dos grupos donde el primero abarcó los 1200, 1400 y 1600 m y el segundo los 1800 y 2000 m. Con el análisis de Correspondencia Canónica, se seleccionaron el número de árboles, arbustos y riqueza de la vegetación como variables que describe la riqueza de mariposas en la Quebrada la Tigra.

Stephen & Sanchez (2014), evaluaron la riqueza y abundancia de mariposas de la familia Nymphalidae en hábitats alterados y no alterados, en la Reserva Biológica Tirimbina y en la Reserva Privada Nogal, Sarapiquí, Costa Rica. En un bosque primario, en el lindero entre un río y un bosque y en el lindero entre una plantación de bananos y un bosque. Se colectaron e identificaron un total de 71 especies y 487 individuos. El efecto de borde, según el cual la riqueza y la abundancia de especies aumentan a causa de la existencia de más recursos complementarios provenientes de dos hábitats distintos, podría ser una posible explicación del aumento en la riqueza y la abundancia de especies en hábitats alterados.

Teniendo en cuenta que en la Reserva Natural “Raíces de Vida”, colegio Carmen de Quintana ubicada en Cajibío, Cauca, persisten algunos pequeños fragmentos de bosque, subandino relacionados con zonas de propósitos agropecuarios, se realizaron muestreos de las mariposas diurnas, para evaluar su estado de perturbación e tener una herramienta para implementar estrategias educativas que lleven a una toma de decisiones en cuanto a su manejo. Se registraron un total de 785 mariposas, distribuidas en 80 especies, pertenecientes a la superfamilia Papilionoidea y representadas por cuatro familias Pieridae, Hesperidae, Nymphalidae y Lycaenidae. Entre las cuales se encontraron 14 especies indicadoras de ecosistemas perturbados, como *Leptophobia aripa*, *Anartia amathea*, *Euptychia hermes* y *Phoebis sennae*, y del buen estado del bosque especies como *Manataria maculata*, *Pseudohaetera hypaesia*, *Taygetis chrysogone*, *Memphis lyceus* y *Heliconius erato chestertoni*. Con los resultados

obtenidos se determinó que este fragmento de bosque se encuentra en un estado sucesional intermedio, lo que hace de este un espacio importante de conservación y educación ambiental (Vélez, Gallego & Riascos 2015).

Gutiérrez, Zambrano & Bolaños (2017), mostraron la variación temporal de la comunidad de Ropalóceros que se encuentran en las riberas de la quebrada Potrerillos, Patía (Cauca), la cual presenta intermitencia en sus aguas. Utilizando redes entomológicas y trampas Van Someren-Rydon, en temporadas de lluvia y sequía, se obtuvieron 132 especies, 72 géneros, 20 subfamilias y 6 familias, encontrando que Nymphalidae presentó el mayor número de especies (67), seguida de HesperIIDae (26), Lycaenidae (15), Pieridae (14), Papilionidae (7) y Riodinidae (3). El índice de Jaccard, mostró una similitud del 64% al compartir 85 especies, además se registraron especies bioindicadoras y se pudo observar que, en la temporada de lluvia se encontró mayor número de especies que en la temporada de sequía, concluyendo que las épocas climáticas, la intermitencia y la intervención antrópica, influyen en el comportamiento de estas comunidades de mariposas.

Palacios *et al.* (2018), determinaron la diversidad de mariposas diurnas asociadas a tres hábitats con diferentes grados de conservación en el corregimiento de Pacurita, Quibdó, Chocó. Encontrando que Nymphalidae, fue la familia con mayor número de especies (38 especies) equivalentes al 93 % de las capturas y que las familias Papilionidae, Riodinidae y Pieridae tuvieron poca representatividad, con tan solo tres, dos y una especie, respectivamente. Las especies más abundantes en bosque conservado fueron *Pierella luna lesbia*, *Heliconius erato venus*; y *Colobura dirce*, por otro lado, en el bosque secundario, se encontró a *Anartia jatrophae* y *Anartia amathea* en el hábitat de intervención permanente. Los autores concluyeron que el aumento de zonas abiertas puede estar afectando la riqueza de mariposas, en tanto que las zonas más conservadas mantendrían la riqueza de especies en términos de su composición y estructura, lo que contrasta con la mayor similitud entre los hábitats de bosque conservado y bosque secundario.

Con el propósito de determinar la factibilidad de bioindicadores del estado de recuperación de bosques, a partir del monitoreo de mariposas en Pital, San Carlos, Costa Rica. Se evaluaron tres sitios con diferente grado de perturbación, obteniendo un total de 1437 individuos identificados, distribuidos en 33 especies de mariposas, de las cuales nueve especies presentaron potencial de ser bioindicadores. Además, encontró que la calidad de hábitat influyó sobre la diversidad de mariposas, que dependiendo del grado de perturbación del ecosistema, así podrían verse afectadas (Alfaro, 2018)

Teniendo en cuenta que los Lepidópteros presentan alta fragilidad y son organismos bioindicadores, que se ven directamente afectados ante la pérdida de diversidad biológica, el estudio de los patrones de diversidad permite reflejar el estado de conservación de un hábitat en particular, como fue evaluado en los humedales Neuta, Tierra Blanca y San Isidro, en el municipio de Soacha, Cundinamarca. Fueron colectados 93 individuos, pertenecientes a cuatro familias y ocho especies, donde Pieridae y Hesperidae fueron las más representativas, siendo la especie *Colias dimera* la de mayor abundancia. Además, se observó que la diversidad de las especies presentes en las áreas de estudio, se ven afectadas negativamente por los procesos antrópicos y por el cambio en la biota de estos ecosistemas de humedal, lo que sugiere generar estrategias para la conservación de estos ecosistemas tan importantes para el departamento de Cundinamarca y así poder llegar a proteger especies que habitan en esta zonas (Murillo *et al.*, 2018).

A pesar de que los estudios con mariposas diurnas en bosques naturales donde tratan aspectos de la diversidad, distribución geográfica, comportamiento y conservación de las especies, han aumentado en los últimos años, aún los estudios en zonas vulnerables como los bosques de la Bota Cauca, son escasos, lo que convierte esta zona en un lugar interesante a ser estudiado e incrementar el conocimiento de la fauna de mariposas en esta región del país.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Evaluar el estado de conservación de dos fragmentos de bosque natural a partir de la comunidad de Lepidópteros diurnos en el municipio de Piamonte, Cauca.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza, abundancia y composición de la comunidad de Lepidópteros diurnos en dos fragmentos de bosque natural en el municipio de Piamonte, Cauca.
- Identificar las actividades antrópicas e impactos ambientales que afectan a cada uno de los fragmentos de bosques y correlacionarlos con la comunidad de mariposas.

6. METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Piamonte, ubicado al suroccidente de Colombia, en un punto estratégico de la geografía caucana, donde confluyen la zona Andina y el área de amortiguamiento del pie de monte Amazónico, en la región denominada la Baja Bota Cauca, entre los meses de Septiembre y Octubre del año 2018. Limita al norte con el municipio de Santa Rosa (Cauca), municipio de Palestina y Acevedo (Huila), al oriente con los municipios de Curillo y San José del Fragua (Caquetá), al sur con el municipio de Guzmán (Putumayo) y al occidente con el municipio de Mocoa (Putumayo). En cuanto a la orografía, se encuentra la Serranía de los Churumbelos, el cerro y alto de picos de Fragua, así mismo se encuentran los ríos Fragua, Caquetá, Guayuyaco, Inchiyaco, Tambor, Nabueno y Congor. Se encuentra entre los pisos térmicos de cálido húmedo y templado húmedo; según la clasificación de zonas de vida de Holdridge la región está localizada en una zona de vida de bosque muy

húmedo tropical (bmh-T); posee alturas entre los 300 y los 2500 msnm; la precipitación anual está entre 4.000 a 4.500 mm/año, la temperatura en las zonas altas alcanza 16°C y la parte baja oscila entre 22.2 y los 25.3°C. La humedad relativa aproximada es del 80%. El municipio cuenta con cinco tipos de relieves, plano hasta 0.3% de pendiente, ondulado hasta 3%, quebrado hasta 25%, escarpado hasta 50% y de alta montaña con pendientes que superan el 50%; el principal accidente geográfico lo constituye la Serranía de los Churumbelos, que comprende la zona norte del municipio y transcurre en dirección nororiental (Administración Municipal de Piamonte, 2015). Teniendo en cuenta lo anterior, se ubicaron dos veredas, el Rosal que está ubicado a 386 msnm y la Sonora a 409 msnm, donde se escogió en cada una un fragmento de bosque natural para realizar el presente trabajo (Figura 1).

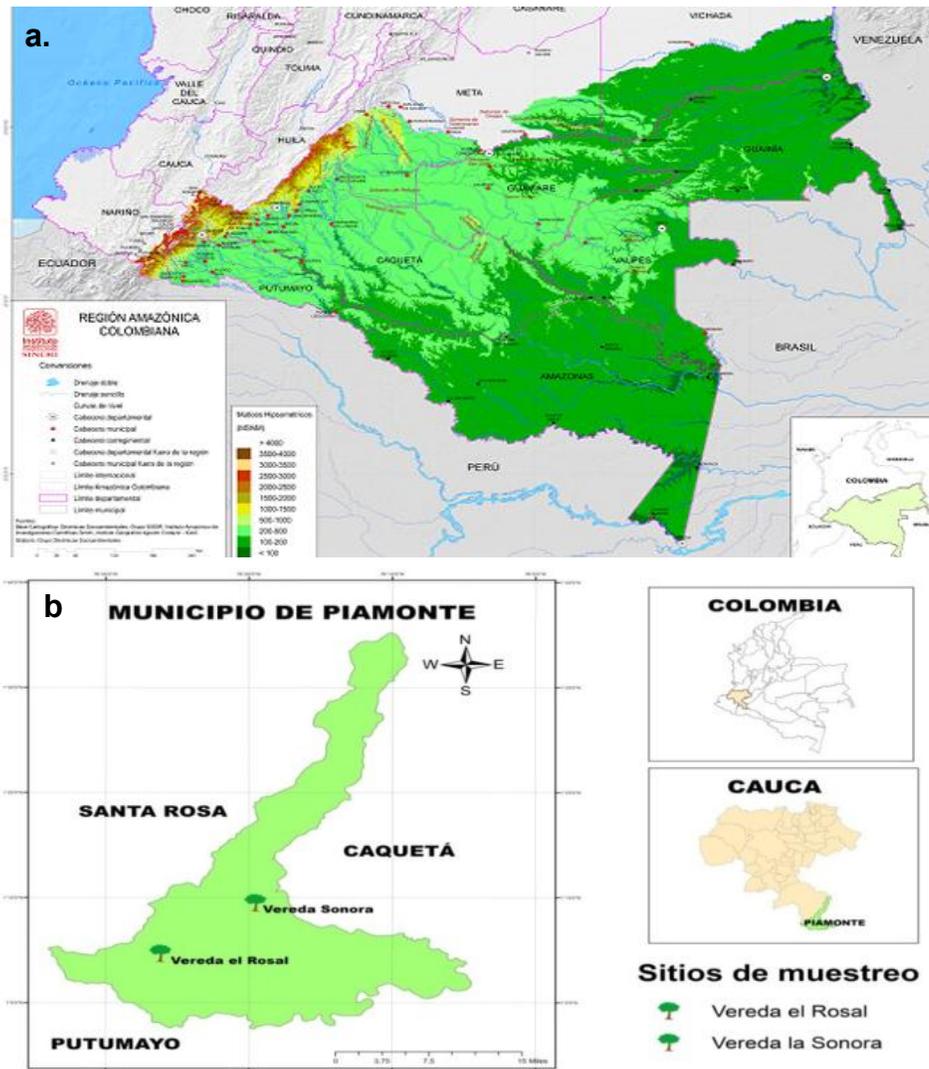


Figura 1. a. Ubicación de la Región Amazónica Colombiana. Fuente Instituto SINCHI (2018). **b.** Ubicación geográfica del área de estudio. Municipio de Piámonte, Cauca (Elaboración propia)

6.2 Muestreo de lepidópteros

En cada uno de los bosques seleccionados, se marcó un transecto y se instalaron 10 trampas Van Someren-Rydon (Andrade *et al.*, 2013), distanciadas 50 m entre sí, colgadas de los árboles entre 1 y 4 m de altura, cebadas con pescado y fruta descompuesta, sometidos al proceso de fermentación con un mes de anticipación e intercaladas en el transecto, y revisadas durante el día entre las

8:00 am a 5:00 pm (figura 2). Además, se realizó colecta con jama entomológica (figura 3a). Las mariposas colectadas (figura 3b) fueron debidamente rotuladas con la información del muestreo y guardadas en papel pergamino (figura 3c) (Álvarez *et al.*, 2006). Los muestreos fueron realizados entre septiembre y octubre de 2018, con una duración de cuatro días en cada zona (Rosal y Sonora).

Los montajes fueron realizados en extensores y alfileres entomológicos (figura 4). Para la identificación, se utilizaron claves taxonómicas y pictóricas como Mariposas Comunes de la Cordillera Central de Colombia (Constantino, García, Heredia & Kattan 2002), Mariposas de Colombia tomo I (M. Constantino, LeCrom y Salazar 2002) y tomo II (Andrade & Bollino, 2004), Mariposas del bajo río Caquetá y Apaporis, Amazonia Colombiana (Pinzón, 2009), artículos, comparación con las colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Universidad del Valle y la Universidad de Caldas, y confirmación con el especialista LeCrom. La colección de mariposas fue depositada en la colección de referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (figura 5).



Figura 2. Trampas Van Someren-Rydon cebadas e instaladas en el transecto del bosque.

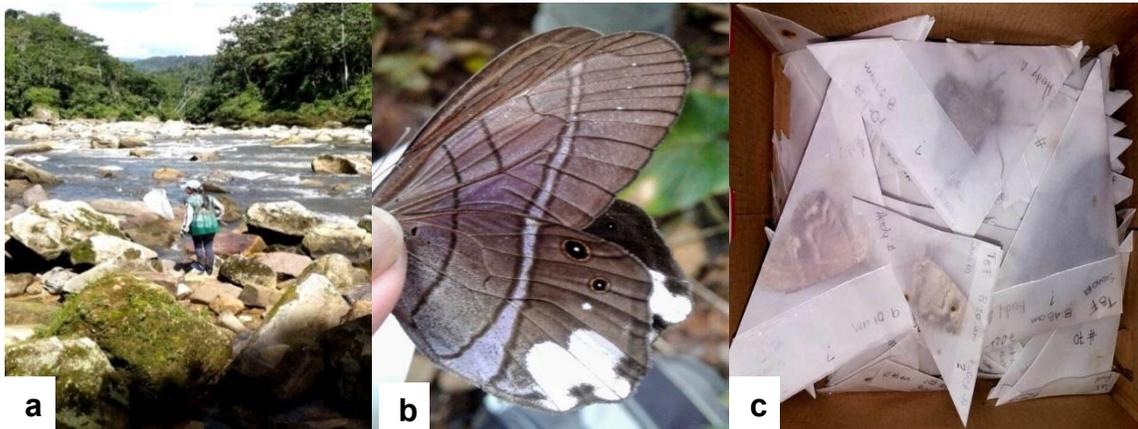


Figura 3. a. Colecta con jama entomológica, b. individuo colectado, c. individuos almacenados en los sobres de papel pergamino rotulados.



Figura 4. Montaje de los individuos en extensores.



Figura 5. Algunos ejemplares de la colección final.

6.3 Evaluación de impacto ambiental

Se realizó una evaluación ecológica rápida, a través de una matriz de causa–efecto, ponderando el impacto de las acciones sobre el medio ambiente y así medir su calidad. Estas mediciones se establecieron como parámetros por medio de los cuales se pudo manejar e interpretar el impacto o efecto, utilizando la matriz de Leopold, la cual es un sistema de información donde se plasman las acciones humanas (actividades) que pueden alterar el medio ambiente y las características del medio (factores) que pueden ser alteradas, admitiendo dos valores: magnitud e importancia. Este sistema es subjetivo por lo cual no existen unos criterios de valoración. Dicha matriz de impacto ambiental se elaboró para evaluar las actividades antrópicas e impactos ambientales que afectan cada uno de los bosques y que pueden estar influenciando la comunidad de mariposas. Para diligenciar la matriz se obtuvo información de observaciones directas y la suministrada por los habitantes del lugar (Cotán, 2007; Dellavedova, 2011).

6.4 Análisis estadísticos

Para determinar la riqueza y abundancia de mariposas diurnas se utilizaron índices de riqueza, utilizando el programa Past, y para determinar la eficiencia del muestreo se calculó el estimador Jack1, el cual tiene en cuenta el número de especies de un muestreo que solo están representadas por uno o dos individuos es decir en únicos y duplicados (Estimates 9.1.0) (Álvarez *et al.*, 2006).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Composición, Riqueza y Abundancia de la comunidad de Lepidópteros diurnos en dos fragmentos de bosque natural en Piamonte, Cauca.

Entre las dos zonas de estudio se recolectaron un total de 192 individuos de Lepidópteros diurnos, los cuales pertenecen a 131 especies, 17 subfamilias y 5 familias. Nymphalidae fue la familia con mayor riqueza y abundancia (Figura 6), y la familia con menor registro fue Hesperiiidae. Cabe resaltar que la familia Papilionidae solo presentó registros en la vereda el Rosal (figura 6).

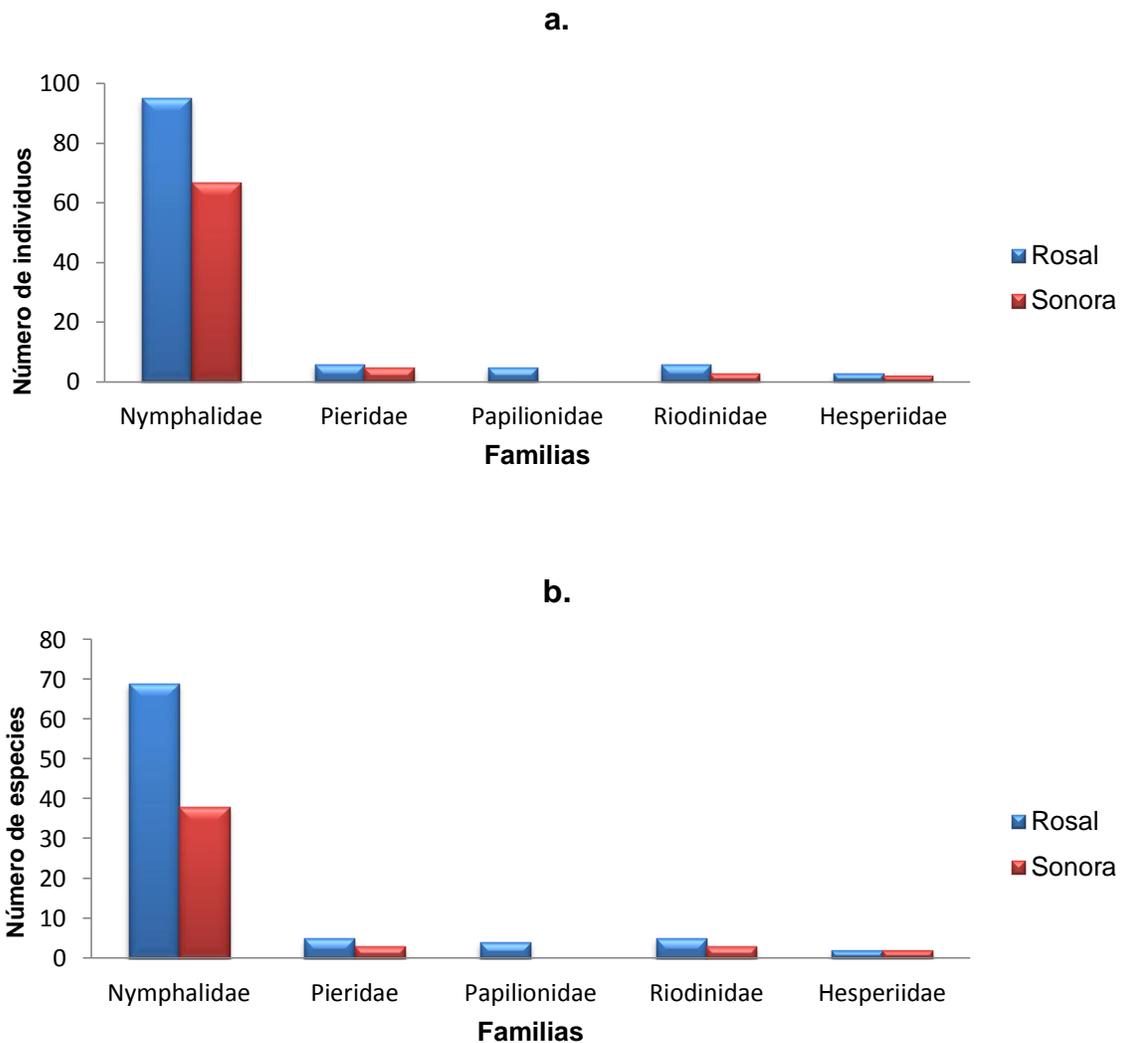


Figura 6. Diversidad de especies por familias de mariposas diurnas colectadas en cada uno de los bosques tanto del Rosal como de la Sonora (**a.** Abundancia y **b.** Riqueza).

Nymphalidae es registrada a nivel mundial como la familia más diversa de mariposas diurnas con 7250 especies, de las cuales aproximadamente el 42% son neotropicales (García *et al.*, 2002), caracterizada por tener diferentes hábitos alimenticios y aprovechar recursos como el néctar (Devries, 2014). Además, es favorecida por la diversidad de familias de plantas hospederas donde aprovechan para realizar la ovoposición y tienen la habilidad para obtener recursos de frutas, materia orgánica en descomposición y sales minerales disueltas en la humedad de la arena, roca y charcos (Valencia *et al.*, 2005), estas condiciones se presentan

en los bosques de El Rosal y La Sonora, razón por la cual se le atribuye el alto número de individuos y especies registradas, así como lo han reportado otros autores a lo largo del tiempo y en diferentes ecosistemas (Prieto & Constantino, 1996; Palacios & Constantino, 2006; Vargas & Salazar, 2014; Vélez *et al.*, 2015; Tamayo, 2017; Palacios *et al.*, 2018).

Respecto a Hesperidae, es una de las familias más primitivas (Heppner, 1997), frecuentemente habitan en terrenos abiertos donde hay flores y áreas húmedas (Barrios, 1999). En Colombia existen más de 1500 especies con registros desde el nivel del mar hasta 5150 metros (Obando, 2009), y a pesar de ser una de las familias más diversas con casi 1000 especies en el neotrópico, sus registros en la zona fueron escasos, se cree que esto se debe a que generalmente les gusta las zonas abiertas, como la zona del río colindante con el bosque donde efectivamente se capturaron. Además, solo se reportan individuos que pertenecen a la subfamilia Pyrginae. Millán *et al.*, (2009) en el departamento del Cauca, menciona que Hesperidae es una familia indicadora de hábitats perturbados, ya que su investigación fue basada en zonas con una marcada intervención antrópica donde esta familia ocupa el segundo lugar en la lista con mayor representatividad, sugiriendo que la zona de estudio en Piamonte, presenta un buen estado de conservación, datos que coinciden con el trabajo presentado por Sackis & Morais, (2008).

La familia Papilionidae sólo se registró para la vereda el Rosal. Sin embargo, según (Reed, 2006), las especies de esta familia son de vuelo potente, sobre el dosel, colonizan una gran variedad de hábitats y generalmente son exigentes y sensibles a la alteración del hábitat.

Pieridae es una familia que tiene taxones que pueden ser encontrados casi en todos los hábitats terrestres desde el nivel del mar hasta el límite de las nieves perpetuas (LLorente *et al.*, 2006), desde zonas muy perturbadas hasta más o menos perturbadas permitiendo que tengan una respuesta adaptativa (Dennis, 1993), razón a la que se le atribuye que aunque el número de individuos fue similar para ambas veredas al igual que su riqueza, en comparación a la

representatividad de otras familias ésta es baja, infiriendo que el grado de perturbación no es significativo para la supervivencia de esta familia y que su poca presencia probablemente se deba a que según Vargas *et al.* (1992) esta familia presenta especies eurioicas.

En cuanto a la familia Riodinidae, su abundancia y riqueza fue muy similar a Pieridae en ambas zonas. Es importante mencionar que el 95% de las especies de esta familia son endémicas de la región Neotropical (Brown *et al.*, 2012). Además, muchas especies están limitadas temporal y espacialmente, ya que sólo se localizan en ciertos microhábitats y durante determinados períodos del año y del día (Harvey, 1987), la representatividad de esta familia pudo verse afectada o influenciada por la época del año que se realizó el muestreo, es posible, como lo sugieren los estimadores, que al continuar los muestreos, se incremente tanto la riqueza como abundancia de especies. Teniendo en cuenta que en su mayoría su distribución es principalmente en bosques tropicales primarios (DeVries, 1997).

A nivel de subfamilias Charaxinae (17,4%), Satyrinae (16,5%) y Biblidinae (10,4%) presentaron valores más altos de abundancia en El Rosal, y para La Sonora, Satyrinae (40,3%), Ithomiinae (13,0%) y Biblidinae (9,1%).

Con respecto a la riqueza, las subfamilias con mayor registro de especies en El Rosal fueron Satyrinae (14 sp.), Heliconiinae, Charaxinae y Biblidinae (9 spp. c/u) y en La Sonora Satyrinae (17 sp.), Ithomiinae (6 sp.) y Heliconiinae, Biblidinae, Coliadinae, Riodininae (3 spp. c/u) (Figura 7).

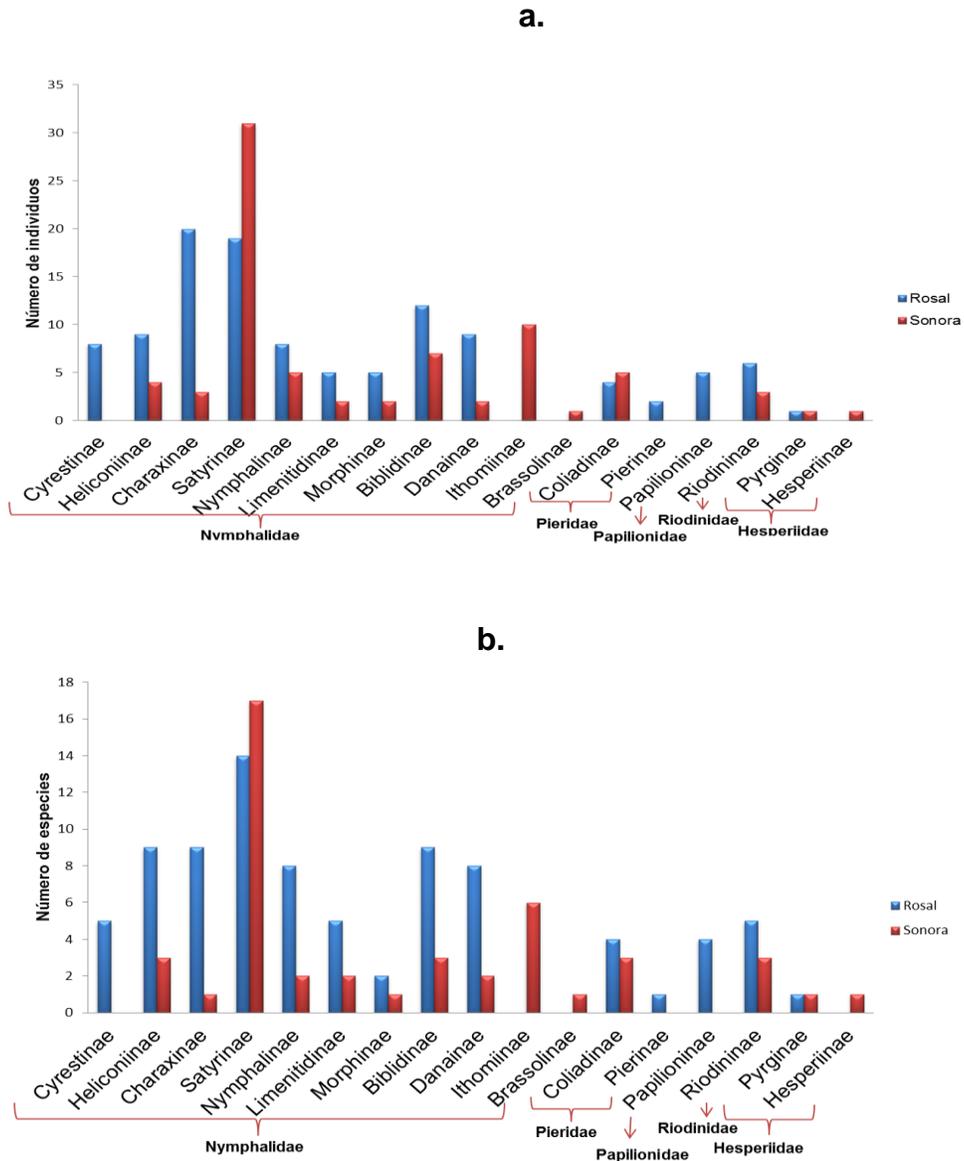


Figura 7. Diversidad de especies por subfamilias de mariposas diurnas colectadas en cada uno de los bosques El Rosal y La Sonora (**a.** Abundancia y **b.** Riqueza).

Nymphalidae

Entre las mariposas diurnas, uno de los grupos más diversificados, con distribución cosmopolita, es la subfamilia Satyrinae con cerca de 2.500 especies en el mundo, a excepción de la Antártica (Marín, 2011). Para El Rosal y La Sonora, el género *Pierella* fue el más representativo, sus individuos se limitan exclusivamente a regiones neotropicales, pasando la vida escondidos en

vegetación herbácea de los bosques y saliendo en el atardecer a alimentarse de frutos fermentados que caen al suelo del bosque o de fluidos de hongos en descomposición, prefieren las zonas oscuras y húmedas de la selva tropical (Hoskins, 2012). Las especies *Pierella lena*, *P. lamia* y *P. astyoche lucia* fueron encontradas a lo largo del recorrido en medio de los bosques, éstos individuos se caracterizan por su vuelo siguiendo una misma ruta o dirección en caminos (Constantino, 1995). Así mismo, se encontró a *Cithaerias pireta aurorina* en los dos bosques, en fragmentos densos y oscuros lo que concuerda con los reportado por Apaza *et al.* (2006).

Los individuos de las subfamilias Charaxinae, y algunos de las subfamilias Ithomiinae y Biblidinae son consideradas mariposas indicadoras de zonas conservadas (Caballero, 2009). Es importante resaltar la presencia frecuente de *Catonephele acontius* (Biblidinae), en El Rosal y en La Sonora, esta especie habita en bosques húmedos (Hoskins, 2012), y fue atraída por los dos cebos, fruta y pescado en descomposición. En cuanto a *Archaeoprepona demophon* (Charaxinae), esta especie se encuentra en hábitats boscosos entre 500 y 1500 msnm, su alimentación está basada en estiércol y carroña (Bardales *et al.*, 2017), lo que explica su abundancia y presencia en los dos cebos.

La subfamilia Morphinae tuvo una riqueza y abundancia baja con especies como *Morpho menelaus* en El Rosal y *Morpho achilles* en El Rosal y La Sonora, encontrados sobre la ribera del río Nabueno y al interior del bosque respectivamente, indicando, como lo sugieren Guerra & Ledezma (2008), que los adultos de este género vuelan en las orillas de arroyos dentro de bosques. Además, este género, según Cuervo (2013), está en peligro de extinción debido a múltiples factores como la pérdida del hábitat, cambio climático, migración, genética, y su atractiva belleza, coloración y tamaño, los hace apetecidos por coleccionistas, que se dedican a capturar individuos de forma ilegal, con fines comerciales, esto sugiere que es vital proteger estas especies y por lo tanto, conservar los bosques que hacen a Colombia un país megadiverso.

La subfamilia Heliconinae fue más diversa en El Rosal, con un total de ocho especies y en La Sonora se obtuvo tres especies. Se estima que posiblemente El Rosal tiene una oferta de alimento más amplia para este género, pues su dieta es principalmente con base en pólen (Agencia iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología DYCI, 2013), teniendo en cuenta también que en su mayoría dominó el género *Heliconius*, el cual presenta un amplio polimorfismo intra-específico en los caracteres de los patrones de color del ala, esto hace que en estos lugares sea común encontrar una gran variedad de subespecies, resultante de la hibridación y otros procesos evolutivos (Rosser *et al.*, 2012) y por lo cual han sido colectadas con fines investigativos por la disponibilidad de información molecular (Brower, 2011; & Constantino, 2016). Además, se registró la especie *Laparus doris* (Heliconinae), siendo la única especie de este género, con distribución desde México hasta Bolivia en elevaciones entre 0 a 1200 msnm, sus zonas frecuentes son los bordes de boques y áreas iluminadas, indicado que la oferta en cuanto a su dieta es buena (Hoskins, 2012).

La especie *Memphis pseudiphis* (Charaxinae), encontrada en El Rosal fue la más frecuente en las trampas cebadas con pescado, debido a que las especies de esta subfamilia obtienen su alimento de frutos y materia orgánica en descomposición, además es una especie reportada en bosques húmedos (Córdoba & Murillo, 2013), como el estudiado. A pesar de que se ha reportado la especie *Asterope lepriuri* (Biblidinae) al interior de bosques lluviosos de tierras bajas entre el nivel del mar y aproximadamente hasta unos 1000 msnm, en este estudio se capturó sobre el Río Nabueno que colinda con el bosque El Rosal, además es una mariposa de dosel poco común (Hill, 2003), lo que motiva un alto interés para la conservación de este bosque. Así mismo, *Marpesia livius* y *M. berania*, (Cyrestinae), presentes en El Rosal, son especies propias de lugares húmedos, su vuelo es rápido, errático y a poca distancia del suelo, ya que fueron capturados en zonas húmedas sobre el suelo (Campos *et al.*, 2011).

En cuanto a la subfamilia Ithomiinae, solo se registraron individuos en La Sonora con especies como *Godyris zavaleta* con solo tres individuos, los machos

adultos de esta especie almacenan alcaloides de Pirrolizidina en especies vegetales, haciéndolos tóxicos para disuadir la depredación por aves, sugiriendo que La Sonora presenta una oferta de alimento adecuada para su desarrollo, además se encontró en el interior del bosque lo que coincide con lo reportado por (Hoskins, 2009), donde confirma que los hábitats de esta especie son bosques húmedos.

Pieridae y Papilionidae

De la misma manera, subfamilias como Pierinae y Papilioninae, solo reportan especies para El Rosal, como *Glutophrissa drusilla drusilla* (Pierinae) y *Heraclides isidorus* (Papilioninae), esta última es una especie que se distribuye en bosques lluviosos del Amazonas hasta el bosque nuboso Andino. Algunos autores afirman que es reconocida como organismo modelo en ecología, biología evolutiva, genética y biología de la conservación, pero presentan numerosos problemas filogenéticos no resueltos (Zakharov *et al.*, 2004), lo que hace un llamado de atención para el cuidado y conservación de estos bosques, pues son hábitats que albergan especies de gran importancia para subsistencia de la biodiversidad tanto del departamento como el país.

Investigaciones realizadas en diferentes ecosistemas han reportado a las especies anteriormente mencionadas como individuos que viven en bosques bien sombreados, densos y húmedos, consideradas como indicadoras de riqueza biológica o indicadoras del buen estado de conservación (Adams, 1986; Hoskins, 2012; Córdoba & Murillo, 2013), sugiriendo que dichas especies pueden llegar a ser consideradas como vulnerables frente a la presión ejercida sobre estos bosques, consecuencia de las diferentes actividades antrópicas que actualmente se desarrollan como la extracción de madera, hecho que genera la pérdida de plantas nutricias y de mariposas que necesitan microclimas generados al interior de los bosques para su reproducción.

Hesperiidae y Riodinidae

Por otro lado, en los bordes y especialmente en zonas abiertas con pastizales y presencia de quebradas y ríos, se registraron algunos individuos de los grupos Nymphalidae, Pieridae, Riodinidae y Hesperiidae. Es importante tener en cuenta lo reportado por varios autores, pues en estudios a corto plazo o bajo esfuerzo de muestreo, por lo general existe un dominio por la familia Nymphalidae (Duarte & Almeida, 2006; Marchiori & Romanowski, 2006; Motta, 2002), quizá por ser fáciles de coleccionar e identificar, por el contrario las especies de familias como Hesperiidae y Riodinidae las conforman principalmente individuos muy pequeños, colores menos vistosos y discretos que requieren un mayor cuidado y esfuerzo para ser muestreadas o coleccionadas debidamente (Bastos *et al.*, 2011), razón por la que se puede atribuir su baja presencia en estas zonas, además el presente estudio se enfocó en evaluar al interior de los bosques.

Según autores como Hoskins (2009), Cordoba (2012) y Ríos (2016), las especies *Zaretis itys* (Charaxinae), *Urbanus simplicius* (Eudaminae), *Celaenorrhinus syllius* (Pyrginae) y *Emesis mandana* (Riodininae), habitan espacios con algún grado de perturbación, encontrándolas generalmente en potreros y bosques en sucesión temprana, con amplia distribución amazónica, frecuentando inflorescencias de diversas plantas y arbustos, lanzando una alerta sobre las consecuencias de la intervención antrópica que ha llegado en los últimos años a la zona con la implementación de la ganadería y cultivos de coca, lo que ha ido generando cambios en el uso del suelo. De la misma manera, con una menor representatividad, la especie como *Pyrisitia leuce athalia* (Coliadinae) en El Rosal y *Pyrisitia nise* en La Sonora, son especies de tierras bajas que se encuentran en hábitats herbáceos perturbados, que incluyen claros de bosque, bordes de camino y riberas en elevaciones entre el nivel del mar y alrededor de 1000 metros (Hoskins, 2012).

Igualmente, las dos zonas presentaron especies como *Anartia amathea* y *Anartia jatrophae* (Nymphalidae) que son indicadoras de zonas con cierto grado de perturbación, encontrándolas por las riberas de los ríos y los bordes (Kiah,

2012), lo que coincide con los sitios donde fueron capturadas. A su vez, Brassolinae solo se reporta para La Sonora con una especie *Opsiphanes cassina*, la cual se adapta a diferentes tipos de hábitats y alturas, siendo común en áreas de crecimiento secundario. Pueden llegar a tolerar la época de sequía severa en tierras bajas (Córdoba, 2008).

Por otra parte, es fundamental en el estudio de mariposas diurnas realizar muestreos con trampas Van Someren-Rydon (Brown & Freitas, 2003). En el neotrópico, los cebos más usados son de fruta fermentada, pescado en descomposición y excremento (Grotan *et al.*, 2012). Además, en varios estudios se ha determinado que dichas trampas tienen un rango de eficiencia de hasta 50 metros, por lo que afirman que no es recomendable usar trampas con cebos distintos en distancias menores (Andrade *et al.*, 2013). En esta investigación se utilizaron cebos con pescado descompuesto y fruta fermentada, obteniendo que las trampas con cebo de pescado fueron las que más individuos atrajeron, siendo en su mayoría de la familia Nymphalidae. El Rosal presentó 34 individuos de la familia Nymphalidae, y dos de Riodinidae, y en el caso de La Sonora nueve individuos de la familia Nymphalidae y un individuo de Riodinidae y Pieridae. Estos resultados corroboran lo mencionado por (Suquilanda, 2006), donde afirma que el cebo de pescado descompuesto es rico en Nitrógeno y Potasio, por lo que los grupos de mariposas que se alimentan de néctar, frutas, heces, orina y carroña, caen con frecuencia. Las especies que fueron atraídas con mayor frecuencia por este tipo de cebo fueron de la familia Nymphalidae como *Archaeoprepona demophon*, *Memphis pseudiphis*, *Zaretis itys*, *Catonephele acontius*, *Prepona laertes* y *Themenis pulchra* (Figura 8). Cabe mencionar que esto se debe a que los insectos necesitan Nitrógeno para realizar procesos metabólicos (Hall & Willmott, 2000).

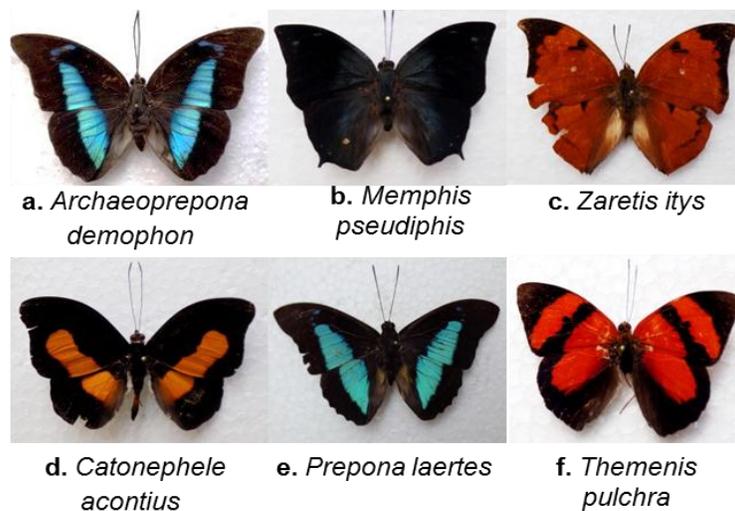


Figura 8. Especies capturadas en trampas Van Someren Rydon cebadas con pescado descompuesto.

En cuanto a las mariposas que se alimentan de frutas en fermentación, representan aproximadamente un tercio de las especies de mariposas de un bosque Neotropical, tienen estratos diferentes de vuelo desde el sotobosque hasta niveles superiores del dosel y también pertenecen a la familia Nymphalidae (Melo, 2011). De la misma manera, en este estudio Nymphalidae fue la única familia que presentó individuos atraídos por el cebo de fruta como *Memphis phantes vicinia*, *Nessaea hewitsonii*, *Taygetis sosis* y *Taygetis thamyra* (Figura 9).

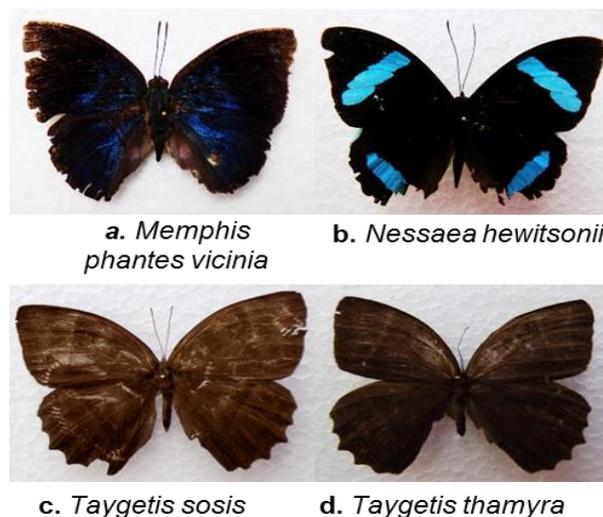


Figura 9. Especies capturadas en trampas Van Someren Rydon cebadas con fruta descompuesta.

Cabe señalar que de las especies mencionadas anteriormente, *Archaeoprepona demophon*, se encontró en los dos tipo de cebo (pescado y fruta) tanto en El Rosal como en La Sonora, presentando un vuelo muy rápido y reposando en las copas de los árboles, solo bajan a alimentarse de frutas caídas en estado de fermentación y en el caso de los machos, son atraídos por minerales del suelo húmedo y excretas de animales (Bardales *et al.*, 2017), a lo que se le atribuye la preferencia por los dos cebos. De la misma manera *Memphis pseudiphis* fue atraída por los dos cebos pero presente solo en El Rosal, este individuo es frecuente verlo libando sobre frutos fermentados y carroña (Maya, 2009).

7.2 Estimadores de riqueza y curva de acumulación de especies

En cuanto a la eficiencia de muestreo, con base en el estimador de riqueza Jack1 se registró un 57%, lo cual indica un bajo esfuerzo de muestreo, posiblemente a las condiciones climáticas presentadas en las épocas de muestreo, las fuertes lluvias que se presentaron en algunos días pudo afectar la calidad de los cebos e influir en el comportamiento y vuelo de las mariposas, e incluso afectar el rango de vuelo que algunas especies presentan en este tipo de bosques, que superan la altura de las trampas instaladas, cabe aclarar que estos bosques están ubicados en zonas de difícil acceso (Figura 10). Estos datos sugieren que se deben seguir muestreando los bosques pues de acuerdo con el estimador se podrían llegar a encontrar al menos 100 especies más.

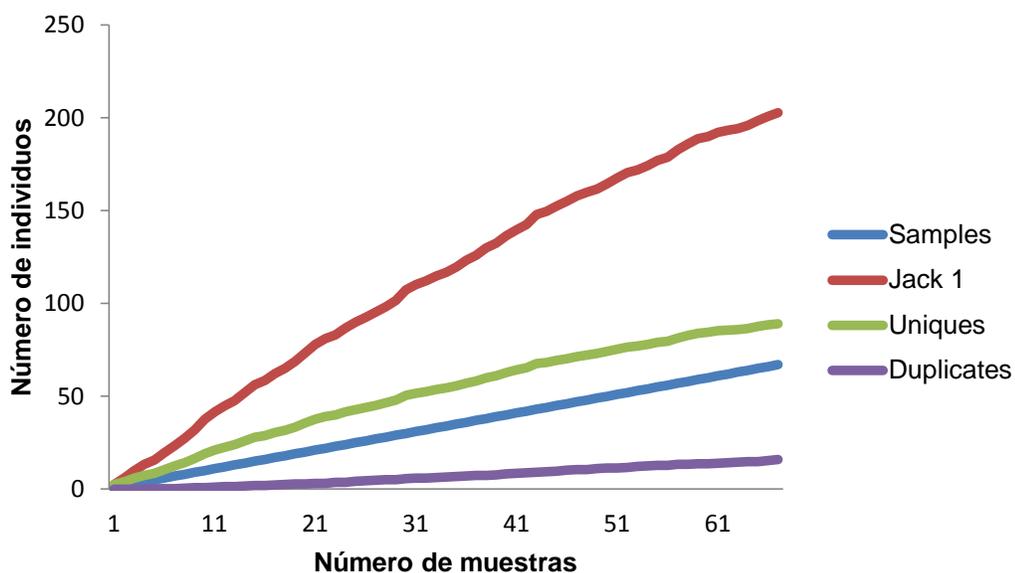


Figura 10. Curva de acumulación de especies de mariposas colectadas en los dos bosques (El Rosal y La Sonora).

7.3 Índices de diversidad

En la Tabla 1 se observa la riqueza y abundancia para los dos bosques, El Rosal presentó una gran diferencia comparada con La Sonora, tanto en riqueza como en composición. El índice de diversidad de Shannon mostró valores altos en los dos bosques, a pesar de la baja eficiencia de muestreo, y el índice de Equidad de Pielou mostró una distribución no equitativa de los individuos de las diferentes especies.

Entre los dos bosques se presentaron 16 especies compartidas de las cuales se destacan *Catonephele acontius*, *Morpho helenor theodorus*, *Anartia amathea*, *Pierella astyoche lucia*, *Pierella lamia colombiana*, *Pierella lena brasiliensis*, *Cissia confusa*, *Cithaerias pireta aurorina*, *Archaeoprepona demophon* y *Prepona laertes* (Figura 11 y 12). En el Rosal se reportan 69 especies exclusivas de las que sobresalen por su abundancia *Marpesia berania*, *Marpesia livius*, *Zaretis itys*, *Memphis pseudiphis*, *Morpho menelaus*, *Heraclides isidorus*, y *Emesis*

mandana. En cuanto a la Sonora, presenta menos especies exclusivas donde se resalta especies como *Hyposcada illinissa sinilla*, y *Godyris Zavaleta*.

Tabla 1. Índices de diversidad, estimador de riqueza, especies compartidas y exclusivas.

	El Rosal	La Sonora	Total
Riqueza	85	46	
Abundancia	115	77	
Shannon	4.3	3.7	
Equidad de Pielou	0.97	0,96	
Jack 1	157	77	202
Compartidas			16
Exclusivas	69	31	
Eficiencia de muestreo	21%	44%	57%

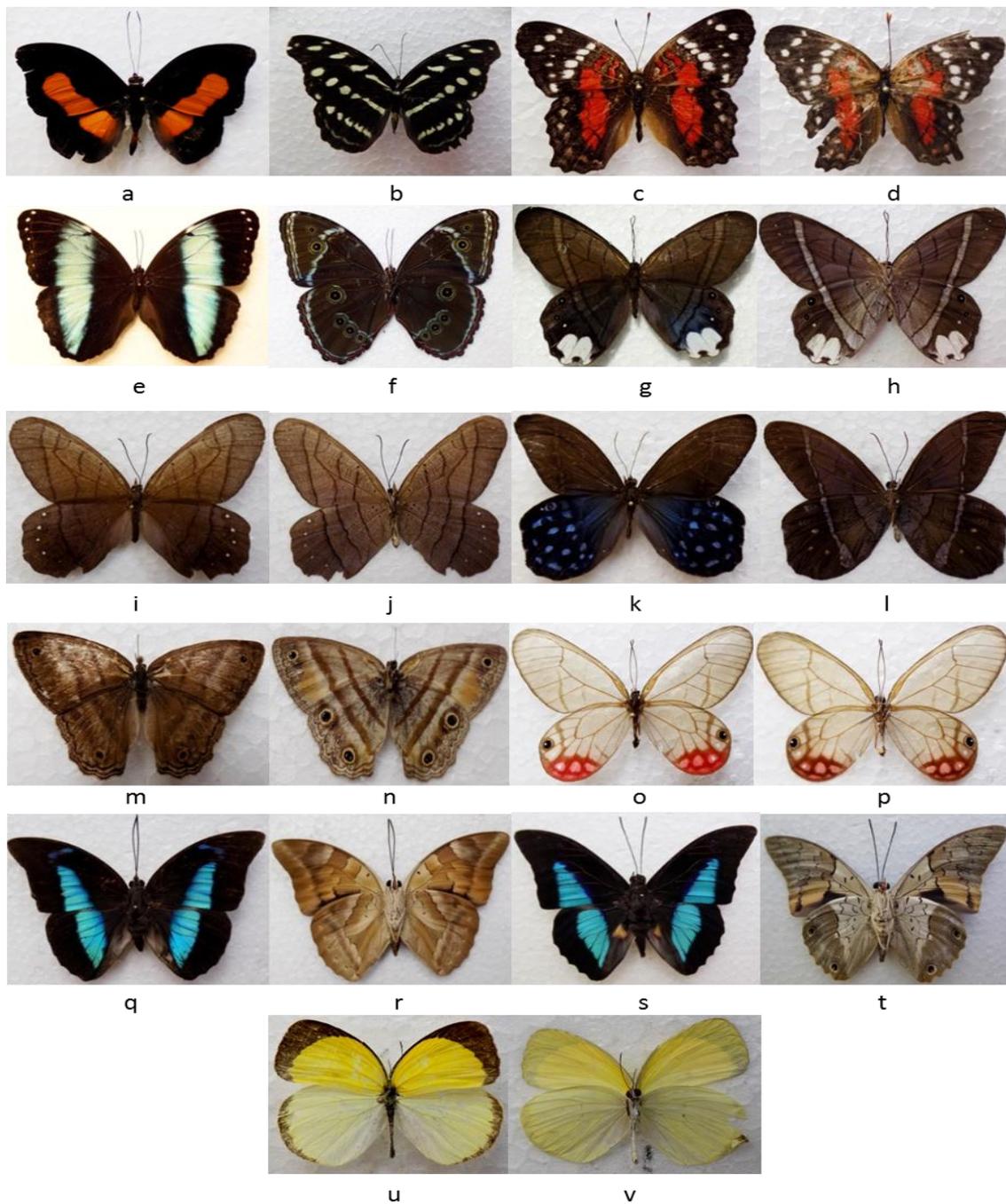


Figura 11. **a y b.** *Catonephele acontius* (macho y hembra), **c y d.** *Anartia amathea* (macho y hembra), **e y f.** *Morpho helenor theodorus* (dorsal, ventral), **g y h.** *Pierella astyoche lucia* (dorsal, ventral), **i y j.** *Pierella lamia colombiana* (dorsal, ventral), **k y l.** *Pierella lena brasiliensis* (dorsal, ventral), **m y n.** *Cissia confusa* (dorsal, ventral), **o y p.** *Cithaerias pireta aurorina* (dorsal, ventral), **q y r.** *Archaeoprepona demophon* (dorsal, ventral), **s y t.** *Prepona laertes* (dorsal y ventral), **u y v.** *Pyrisitia venusta* (dorsal, ventral).

8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Matriz de Leopold

Piamonte es un municipio con potencial paisajístico, generador de oxígeno, que dispone de una calidad de agua que lo constituye como un verdadero patrimonio natural que permite el disfrute y la oferta de bienes y servicios ecosistémicos, una gran potencialidad para el desarrollo ecoturístico, cuenta además con riquezas incalculables como alta diversidad faunística, de especies forestales maderables, medicinales y ornamentales, las cuales enfrentan serios problemas derivados de las diferentes actividades productivas y de explotación de sus recursos naturales renovables y no renovables. Dicha riqueza forestal se manifiesta en más de la mitad de su dimensión territorial (56,4%), seguida de la porción que se destina a la agricultura, y los espacios naturales relacionados con los pastos y por último, la porción destinada a cultivos de uso ilícito (Administración Municipal Piamonte, 2016).

De igual modo, este municipio es multicultural y pluriétnico, pues residen indígenas, campesinos, afrodescendientes y colonos provenientes de diversas regiones del país, así como comunidades que migraron atraídos por el caucho, el oro, el petróleo, la bonanza de la quinua y huyendo de la violencia. En la actualidad los pobladores principalmente provienen de departamentos vecinos como Nariño, Putumayo, Caquetá y Huila (Administración Municipal de Piamonte, 2015).

De acuerdo a lo anterior, las veredas El Rosal y La Sonora no son ajenas a este tipo de problemas derivados de las diferentes actividades productivas y de explotación de recursos naturales, para evaluar y medir sus impactos en cada una de las veredas, se realizó una Matriz de Leopold como una herramienta para conocer las actividades que pueden estar influyendo en la comunidad de mariposas diurnas en los bosques de cada zona, considerando que esta matriz marca una magnitud (grado o nivel de alteración que sufre el factor ambiental a causa de una actividad) e importancia (evalúa el peso relativo considerando el

factor ambiental y que puede ser afectado por las actividades), con valores de 1 a 10 positivos o negativos que facilita interpretar las actividades que influyen en los factores (Tabla 2) (Cotán, 2007), con las siguientes convenciones:

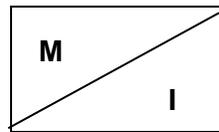
 Actividad con mayor impacto

 Factor con mayor impacto

 Actividad con menor impacto

 Factor con menor impacto

Magnitud	Importancia
1-2 Muy baja	
3-4 Baja	
5-6 Moderada	
7-8 Alta	
9-10 Muy alta	



M= Magnitud (+-)

I= Importancia (+-)

Tabla 2. Matriz de Leopold, para las veredas el Rosal y la Sonora.

SISTEMA	ELEMENTO	FACTOR	ACTIVIDADES								
			Cultivos	Ganadería	Deforestación o Tala	Quema de maleza o basura	Asentamientos humanos	Caminos de acceso	Total de impactos	Total +	Total -
Biótico	Fauna	Diversidad y abundancia de spp de mariposas	-9/-10	-9/-9	-9/-10	-5/-6	-3/-3	-6/-7	-32/-36	0/0	-32/-36
		Polinización de mariposas	-7/-8	-9/-9	-9/-10	-3/-4	-3/-4	-5/-6	-27/-32	0/0	-27/-32
		Alteración del hábitat de mariposas	-7/-8	-10/-9	-9/-10	-3/-4	-4/-5	-8/-9	-31/-36	0/0	-31/-36
	Flora	Diversidad y Abundancia	-9/-10	-8/-9	-9/-10	-5-5/-6	-5/-6	-7/-8	-35/-40	0/0	-35/-40
		Alteración del hábitat	-9/-10	-9/-9	-9/-10	-5/-6	-5/-6	-8/-9	-36/-41	0/0	-36/-41
		Perdida de zonas boscosas	-9/-10	-10/-10	-9/-10	-5/-6	-5/-6	-8/-9	-36/-41	0/0	-36/-41
Abiótico	Suelo	Cambio del uso del suelo	-7/-8	-9/-9	-7/-8	-6/-6	-4/-5	-5/-6	-29/-33	0/0	-29/-33
		Calidad del suelo	-7/-8	-9/-9	-9/-10	-5/-6	-3/-4	-5/-6	-29/-34	0/0	-29/-34
	Agua	Disminución del recurso	-5/-6	-5/-6	-7/-8	0/0	0/0	0/0	-12/-14	0/0	-12/-14
		Alteración físico, químico y biológico	-5/-6	-4/-5	-5/-6	-1/-2	-4/-5	0/0	-15/-19	0/0	-15/-19
	Aire	Calidad del aire	-5/-6	-5/-6	-7/-8	-9/-10	-5/-6	-3/-4	-29/-34	0/0	-29/-34
		Ruido	-5/-6	-5/-6	-9/-10	-1/-2	-4/-5	-4/-5	-23/-28	0/0	-23/-28
Socio-económico	Económico	Generación de Empleos	+7/+8	+8/+8	+7/+8	0/0	+6/+7	+4/+5	+24/+28	+24/+28	0/0
		Cambio del valor de la tierra	+7/+8	+8/+9	+5/+6	0/0	+5/+6	+1/+2	+18/+22	+18/+22	0/0
	Social	Salud	0/0	0/0	-5/-6	-7/-8	0/0	0/0	-12/-14	0/0	-12/-14
		Estético/paisajístico	-5/-6	-8/-9	-9/-10	-5/-6	-5/-6	-7/-8	-31/-36	0/0	-31/-36
Total de impactos			-75/-86	-84/-88	-100/-112	-60/-72	-39/-48	-61/-70			
Total +			+14/+16	+16/+17	+12/+14	0/0	+11/+13	+5/+7			
Total -			-89/-102	-100/-105	-112/-126	-60/-72	-50/-61	-66/-77			

Para los bosques estudiados las actividades antrópicas como los monocultivos y ganadería extensiva afectan negativamente la calidad del hábitat y generan pérdida de zonas boscosas, pues estas actividades llevan a una transformación del hábitat natural que repercute sobre la comunidad de mariposas y demás fauna. La actividad con mayor magnitud e importancia negativa es la deforestación o tala, causando directamente la pérdida de zonas boscosas, enormes daños a la calidad de los suelos, extinción de especies, inundaciones, variaciones en el clima, pérdida de agua, erosión en cuencas y ríos, entre otros. (Figura 13); según los pobladores, se ven obligados a hacer este tipo de actividades ya que es un ingreso económico con el que cubren sus necesidades y obtienen sus propios alimentos, puesto que las ofertas laborales en estos sitios son casi nulas y en su mayoría son personas que han llegado a estas zonas víctimas de la violencia y desplazamiento forzado, sin ningún tipo de apoyo por parte de las entidades gubernamentales. De igual manera estos bosques presentan especies forestales maderables explotados constantemente para uso comercial sin ningún monitoreo o control ambiental para uso comercial, lo cual hace a los bosques más vulnerables.

Cabe mencionar que estas zonas son receptoras de migrantes, lo que ha generado mayor crecimiento urbano, pues en los últimos años las personas han llegado a trabajar o a alterar estas tierras que fueron años atrás escenarios para grupos al margen de la ley, quienes irónicamente y por conveniencia, hicieron que estos bosques fueran lo menos intervenidos, por ende, se cree que su conservación es mayor a la actual. Estos bosques albergan una oferta ambiental incalculable, la cual se puede mitigar y trabajar en pro de no perder la riqueza y servicios ecosistémicos que prestan, por ser lugares que aún falta estudiar y evitar que se vea afectada la disponibilidad de agua, la pérdida de biodiversidad y la aceleración de amenazas o riesgos a fenómenos naturales como inundaciones.

Por otra parte, hasta el momento la actividad con menor impacto en cuanto a la magnitud e importancia para la comunidad de mariposas en este estudio son los asentamientos humanos (Figura 14), se puede decir que esto se debe a que

las personas que habitan estos lugares lo hacen en casas de madera con una construcción empírica y cerca a los “corredores” que están aún alejados del bosque, cantidad de viviendas que aún no es abundante. Factores con menor magnitud e importancia es la disminución del recurso hídrico y la salud de las personas, mostrando que hasta el momento son áreas que guardan un potencial hídrico (Figura 15) y que las actividades realizadas por las personas no afectan directamente su salud, ya que según versiones de pobladores actualmente tienen la fortuna de contar con ecosistemas menos contaminados en comparación a otras zonas del país o con una destrucción mínima.

Se debe agregar que las demás actividades y factores evaluados en esta matriz, tienen de una u otra forma una magnitud e importancia que, aunque es baja, se debe tener un plan de mitigación para evitar que aumente el impacto en estas zonas. Por lo tanto, estos bosques son de suma importancia para el departamento y el país, ya que ofrecen gran variedad de beneficios y servicios no solo para la fauna y flora existente sino también para el ser humano. Vale la pena mencionar, que las prácticas y creencias tradicionales de muchos habitantes de estas zonas así como de futuras y nuevas investigaciones, pueden contribuir a la conservación de estas zonas tan importantes para Colombia como unos de los cuatro países de mayor diversidad a nivel mundial (Andrade, 2011).

Finalmente, se ha demostrado que la destrucción del hábitat en todo el mundo se debe principalmente a las actividades antrópicas, causando un efecto importante en la distribución y abundancia de las mariposas (Fernández, 2012), por ende, a medida que la población humana crece se aumenta todo tipo de acciones que afectan la flora y fauna, las cuales con el paso del tiempo llevarán cambios importantes en la estructura de la vegetación de las zonas de bosque y reducción de la biodiversidad, entre estos la pérdida de numerosas especies de mariposas, lo que sugiere realizar estudios preventivos y planes de mitigación oportunos. Sin embargo, a pesar de que la creciente amenaza por pérdida de zonas con potencial biológico es cada vez mayor, es importante tener en cuenta que el desarrollo de la humanidad es parte esencial de un proceso indispensable

que en su gran mayoría falla porque satisface principalmente las necesidades humanas degradando los recursos naturales (Sánchez, 2004) y que además no se tiene en cuenta que hablar de conservación y desarrollo es un tema que va ligado y hace parte de la necesidad de progresar como humanidad y sociedad para llegar a un proceso de desarrollo sostenible que sea amigable tanto para el ser humano como para la naturaleza.



Figura 12. a. Presencia de cultivos de uso ilícito **b.** Asentamiento en zona boscosa



Figura 13. Recurso hídrico, un factor con baja magnitud.

9. CONCLUSIONES

Para el municipio de Piamonte este trabajo de investigación constituye el primer reporte de lepidópteros donde se aporta información valiosa para la fauna del departamento del Cauca.

El Rosal y La Sonora registraron cinco familias, 17 subfamilias y 131 especies de las cuales el 40% son registros nuevos para el departamento del Cauca.

La composición de mariposas presentó un elevado número de especies indicadoras del buen estado de conservación, lo que sugiere que estos bosques albergan una alta biodiversidad, y ofrecen variedad de recursos y hábitats para el mantenimiento de la comunidad de mariposas, fauna y flora en general, así como una gran oferta de servicios ecosistémicos como recursos hídricos, captura de carbono, entre otros.

Géneros como *Heliconius* presentan un amplio polimorfismo intra-específico en los patrones de coloración del ala resultado de la hibridación y procesos evolutivos por lo que son objeto de investigación.

La deforestación, la extracción de madera, la ganadería extensiva y los cultivos de uso ilícito son las actividades que afectan directamente la pérdida de zonas boscosas generando transformación del hábitat que repercute sobre la fauna y en este caso sobre los lepidópteros.

Los pobladores de estos lugares, cuentan con buena salud a lo que le atribuyen la poca contaminación que presentan actualmente estas veredas.

10.RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar muestreos con un lapso de tiempo mayor, y en diferentes épocas del año para abarcar la mayor cantidad de especies existentes en las zonas.

Es necesario realizar una caracterización vegetal de los bosques, con el fin de identificar plantas hospederas de los lepidópteros diurnos.

Es importante llevar a cabo estudios moleculares, que permitan definir complejos de especies.

Heraclides isidorus es una especie empleada como modelo en ecología, biología evolutiva, genética y biología de la conservación, pero presenta numerosos problemas filogenéticos no resueltos, por lo que se sugiere realizar investigaciones enfocadas en esta especie.

Es importante priorizar nuevas investigaciones en cuanto a las especies que presentaron una baja representatividad, ya que se podría señalar con mayor exactitud cuáles son especies raras.

Evaluar otros fragmentos naturales de la misma zona, y así abarcar la mayor área posible, donde seguramente aumentará la abundancia y riqueza de la comunidad de mariposas diurnas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M. (1986). Pronophilina butterflies (Satyridae) of the three Andean Cordilleras of Colombia. *Zool. J. Linn. Soc*, 87, 235–320.
- Administración municipal de Piamonte. (2015). Plan de desarrollo municipal Alcaldía de Piamonte 2012-2015.
- Administración municipal Piamonte. (2016). Plan de desarrollo Municipal de Piamonte.
- Agencia iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología DYCYT. (2013). Investigan la evolución genética de las mariposas del género *Heliconius*. Retrieved from <http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=28216>, el 2 de Mayo de 2019
- Aguilar, Z. (2004). Floración a nivel de comunidad de un bosque de tierra firme en la amazonía Ecuatoriana. *Iyonia Un Diario de Ecología Y Aplicación*, 7, 115–123.
- Alfaro, G. (2018). Estado de recuperación de bosques manejados, estado de recuperación, *Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería forestal.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Federico, E., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., ... Villarreal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 2, 236.
- Andrade, G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de La Cademia Colombiana de Ciencias*, 22, 407–421.
- Andrade, G. (2002). Biodiversidad de las Mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. *Red Iberoamericana de Biogeografía Y Entomología Sistemática PRIBES*, 2.
- Andrade, G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción Ciencia-Política. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias*, 35, 491–507.

- Andrade, G., & Bollino, M. (2004). *Mariposas de Colombia, tomo II: Pieridae* (1st ed.). Carlec, Ltda.
- Andrade, G., Henao, E., & Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperoidea-Papilionoidea). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias*, 37, 311–325.
- Apaza, M., Osorio, F., & Pastrana, A. (2006). Evaluación del grado de amenaza al hábitat a través de bioindicadores (Lepidoptero) en dos comunidades dentro del área de influencia del PN ANMI MADIDI. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 1, 2–15.
- Bardales, J., Zárate, R., Fernández, A., Vela, P., Pinedo, J., Rmírez, J., & Lamas, G. (2017). Aspectos biológicos de *Archaeoprepona demophon muson* (Fruhstorfer, 1905) (Lepidoptera: Nymphalidae, Charaxinae) en la Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 24(Octubre), 249–254.
- Barrios, M. (1999). *Las mariposas Hesperiiidae (insecta: Lepidoptera) de Bethel, La Libertad, Peten: Taxonomía, Diversidad, Historia natural y Biogeografía*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Bastos, R., Duarte, M., Hendrik, O., Caldas, A., & Lucci, A. (2011). Butterflies (Lepidoptera , Papilionoidea and Hesperoidea) of the “ Baixada Santista ” region , coastal São Paulo , southeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.*, 55(New 1997), 55–68.
- Brokaw, N. (1985). Cascada de árboles, rebrote y estructura de la comunidad en bosques tropicales. Árboles caídos, rebrotes y estructura comunitaria en bosques tropicales. *Biblioteca La Selva*, pp. 53–69. Recuperado el 28 de Abril de 2019.
- Brower, A. (2011). Hybrid speciation in *Heliconius* butterflies? A review and critique of the evidence. *Genética*, 2, 589–609.
- Brown, J. (1991). *Conservación de ambientes neotropicales: insectos como indicadores*. (T. J. Collins N, Ed.). La conservación de insectos y sus hábitats. Recuperado el 25 de Abril de 2019.

- Brown, J., Von, B., & Saura, A. (2012). Chromosomal evolution in the South American Riodinidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Hereditas*, 149(4), 128–138.
- Brown, K., & Freitas, V. (2003). Comunidades de mariposas de fragmentos de bosque urbano en Campinas, Sao Paulo, Brasil: Estructura, inestabilidad, correlatos ambientales y conservación. *Revista de Conservación de Insectos*, 6, 217–231.
- Caballero, D. (2009). Diversidad de la familia Nymphalidae (Lepidoptera) en los remanentes de bosque en los cañones de los ríos Chicamocha, Suárez y Sogamoso (Santander, Colombia). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Camero, E., & Calderon, A. (2007). Comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente altitudinal del cañón del río Cobeima-Tolima, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 12(2), 95–110.
- Campos, L., Gómez, J., & Andrade, G. (2011). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las ciénagas del departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 35(45), 45–60.
- Carrero, D., Sanchez, L., & Tobar, D. (2013). Diversidad y distribución de mariposas diurnas en un gradiente altitudinal en la región nororiental andina de Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 17(1), 168–188.
- Colciencias. (2016). Colombia el segundo país más biodiverso del mundo. Retrieved from https://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo, el 30 de Marzo de 2019.
- Colciencias. (2017). Expedición Caquetá. Colombia Bio. Retrieved from <https://www.colciencias.gov.co/colombia-bio/expedicion-caqueta>, el 10 de Mayo de 2019.
- Constantino, L. (1996). Ciclos de vida y plantas hospederas de lepidopteros diurnos con potencial económico en condiciones de colinas bajas del Chocó

- biogeografico. *Investigación Y Manejode Fauna Para La Construcción de Sistemas Sostenibles*, 75–86.
- Constantino, L. M. (2016). Análisis morfológicos, Moleculares y Biogeográficos en la validación de nuevas especies y resolución de problemas taxonómicos en Lepidoptera. *43 Congreso Sociedad Colombiana de Entomología- SOCOLEN*, 43(July), 209–228.
- Constantino, M. (1995). Revisión de la tribu Haeterini Herrich-Schaffer, 1864 en Colombia. (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Shilap rev.Lepid.*, 23, 49–76.
- Constantino, M., García, C., Heredia, M., & Kattan, G. (2002). *Mariposas Comunes de la Cordillera Central de Colombia*. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4135.0563>, el 25 de Abril de 2019.
- Constantino, M., LeCrom, J., & Salazar, J. (2002). *Mariposas de Colombia, Tomo I: Papilionidae*. Bogotá: Carlec, Ltda.
- Cordoba, A. (2012). Nymphalidae. Área de conservación Guanacaste, Costa Rica Retrieved from <https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/insectos/104-nymphalidae/172-zaretis-itys-nymphalidae>, el 21 de Mayo de 2019.
- Córdoba, J. (2008). La Nueva Planta Hospedera De la Opsiphanes cassina. Liceo de Curridabat Feria Científica, (January). Tesis
- Córdoba, J., & Murillo, L. (2013). Primer registro de la mariposa Memphis dia(Lepidoptera: Nymphalidae, Charaxinae) en Costa Rica. *Rev. Peru. Biol.*, 19(June), 5–7. <http://doi.org/10.15381/rpb.v19i3.1118>, el 25 de Mayo de 2019.
- Cotán, S. (2007). Valoración de impactos ambientales. *Metodologías Valoración Impacto Ambiental INERCO*, p. 21.
- Cuervo, B. (2013). La mariposa Mofo azul americana. Otro mundo es posible.Retrieved from <https://www.otromundoesposible.net/la-mariposa-mofo-azul-americana>, el 20 de Septiembre de 2019.
- Dellavedova, M. (2011). Evaluación de impacto ambiental. Planteamiento físico - Guía metodológica para la elaboración de una EIA (Vol. 17).

- Dennis, L. (1993). Butterflies and climate change. *Manchester: Manchester University Press.*, 276.
- Devries, P. (1997). *The butterflies of Costa Rica and their natural history II: Riodinidae.* Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Devries, P. (2014). The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History Papilionidae , Pieridae , Nymphalidae. *The Journal of Research on the Lepidoptera*, 1(January 1987), 290–333.
- Duarte, M., & Almeida, L. (2006). Aspectos gerais da biologia e ecologia de borboletas. *Parque Estadual Mata Dos Godoy: Aspectos Da Biologia E Ecologia.* Londrina, Editora Da Universidade Estadual de Londrina, 97–104.
- Ewers, R & Didham, R. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biol.Rev.*, 81, 117–142.
- Fagua, G., Amarillo, A., & Andrade, G. (1999). Mariposas (Lepidóptera) como Bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá). In *Insectos de Colombia* (pp. 285–317).
- Fernández, R. (2012). Impacto humano en las mariposas. Enciclopedia especializada, Retrieved from <http://www.mariposapedia.com>, el 29 de Mayo de 2019.
- Goenaga, N. (2017). Colombia: se fueron las FARC y aumenta la deforestación. *DW*, p. 1. Retrieved from <https://p.dw.com/p/2h8Sm>, 29 de Mayo de 2019.
- Gómez, M. (2010). Criando mariposas o enfermedades? Proyectos de conservación y desarrollo con comunidades indígenas en la amazonia colombiana (Universidad). Bogota. Retrieved from <https://www.iberlibro.com/Criando-mariposas-enfermedades-Proyectos-conservación-desarrollo/940605236/bd>, el 27 de Mayo de 2019.
- Grotan, V., Lande, S., Engen, B., Saether, P., & DeVries, J. (2012). Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. *Journal of Animal. Ecology*, 81, 714–723.
- Guerra, F., & Ledezma, J. (2008). Biología y morfología de *Morpho menelaus godartii* (Lepidoptera : Nymphalidae : Morphinae) en el Parque Nacional

- Cotapata (Bolivia). *Ecología En Bolivia*, 43(1), 40–52.
- Gutiérrez, J., Zambrano, G., & Bolaños, I. (2017). Variación temporal de la Lepidopterofauna presenta en las riberas de la quebrada intermitente “Potrerillos”, Patía-Cauca. *Novedades Colombianas - Museo de Historia Natural- Universidad Del Cauca*, 12, 39–55.
- Hall, J., & Willmott, K. (2000). Patterns of feeding behavior in adult male Riodinidae butterflies and their relationship to morphology and ecology. *Biological Journal of the Linnean Society*, 69, 1–23.
- Harvey, D. (1987). The higher classification of the Riodinidae (Lepidoptera). (*Doctor of Philosophy*), University of Texas, Austin, Texas., 23–35.
- Heppner, J. (1997). Family classification of lepidoptera, last updated. *Association for Tropical Lepidoptera*, 8.
- Hill, R. (2003). Notes on the life history of *Asterope markii* Hewitson, 1857 (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 1, 68–71.
- Hoskins, A. (2009). Learn About Butterflies: la guía completa sobre el mundo de las mariposas y las polillas. Retrieved from <https://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon - Catonephele acontius.htm>
- Hoskins, A. (2012). Learn About Butterflies: la guía completa sobre el mundo de las mariposas y las polillas. Retrieved from <http://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon - Cithaerias pireta.htm>, el 28 de Mayo de 2019.
- Kaila, L., Kitching, I., & Lees, D. C. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus , 1758 . In : Zhang Z-Q , editor . 2011 . Animal Biodiversity: An outline of higher classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(December), 212–221.
- Kiah, P. (2012). *Anartia amathea* (Scarlet Peacock Butterfly). *The Online Guide to the Animals of Trinidad and Tobago*.
- Koleff, P., Urquiza, T., & Contreras, B. (2012). Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México : reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente*, 21, 6–

20.

- Kremen, C. (1992). Evaluación de las propiedades del indicador de asambleas de especies para el monitoreo de áreas naturales. *Sociedad Ecológica de America ESA*, 2, 203–217. <http://doi.org/10.2307/1941776>, el 27 de Mayo de 2019.
- Kremen, C., Colwell, R., Erwin, T., Murphy, D., Noss, R., & Sanjayan, M. (1993). Conjuntos de artrópodos terrestres: su uso en la planificación de la conservación. *Biología de La Conservación*, 7(4), 796–808. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.740796.x>, el 25 de Abril de 2019.
- Lindenmayer, D., Margules, C., & Botkin, D. (2000). Indicadores de biodiversidad para el manejo forestal ecológicamente sostenible. *Biología de La Conservación*, 14(4), 941–950. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x>, el 24 de Abril de 2019.
- LLorente, J., Martínez, A., Trujano, M., & Vargas, I. (2006). Patrones de distribución de la familia Pieridae (Lepidoptera) de México. *Componentes Bióticos Principales de La Entomofauna Mexicana*, (January), 715–770.
- Marchiori, M., & Romanowski, P. (2006). Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 1029–37.
- Marín, M. (2011). *Relaciones filogenéticas de Euptychiina (Lepidoptera: Satyrinae) con base en características morfológicas de los adultos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Maya, A. (2009). *Biogeografía ecológica e histórica de los Charaxinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la Península de Yucatán*. El Colegio de la Frontera Sur. Tesis.
- Medio Ambiente. (2018). “Colombia llegaría a 270.000 hectáreas deforestadas este año” Minambiente Ricardo Lozano. *Semana Sostenible*, 26. Retrieved from <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/colombia-llegaria-a-270000-hectareas-deforestadas-este-ano-minambiente-ricardo-lozano/42266>, el 24 de Abril de 2019.

- Melo, P. (2011). *El efecto del microhábitat en la diversidad de mariposas de los bsoques en la Estación de Biodiversidad Tiputini*. Universidad San Francisco de Quito Colegio de Ciencias Biologicas y Ambientales.
- Millán, C., Chacón, P., & Giraldo, A. (2009). Estudio de la comunidad de lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de caloto (cauca, colombia). *Boletín Científico- Centro de Museos*, 13(1), 185–195.
- Montero, F., Moreno, M., & Gutierrez, C. (2009). Mariposas (lepidóptera: hesperioidea y papilionoidea) asociadas a fragmentos de bosque seco tropical en el departamento del atlántico, colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 13(2), 157–173.
- Motta, P. (2002). Butterflies from the Uberlândia region, Central Brazil: Species list and biological comments. *Brazilian Journal of Biology*, 62, 151–163.
- Murillo, A., Robayo, C., & J, M. (2018). Mariposas asociadas a humedales en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea). *Shilap rev.Lepid.*, 46(July).
- Obando, J. (2009). Novedades en Historia Natural: Patas heladas a 5000m. *Boletín. Cient. His. Natu. Universidad de Caldas*, 13, 269–270.
- Ocd, & Nu, C. (2014). Evaluaciones del desempeño ambiental Colombia. *Repositorio Digital Comision Economica Para America Latina Y El Caribe*, 258.
- Ospina, L. (2014). *Estructura de la comunidad de mariposas diurnas (Lepidóptera: Hesperioidea y Papilionidea) en distintos tipos de hábitats en la cuenca del Río Lagunillas (Tolima-Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Palacios, M., & Constantino, M. (2006). Diversidad de lepidópteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural El Pangan, Nariño, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 10(February), 258–278.
- Palacios, V., Palacios, L., & Jiménez, A. (2018). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera : Papilionoidea) asociadas con tres hábitats en el corregimiento

- de Pacurita , municipio de Quibdó , Chocó , Colombia. *Revista Academica, Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 42(164), 237–245.
- Pautrat, L., Ángulo, I., Germana, C., Uchima, C., Castillo, R., & Candela, M. (2002). *Manual de identificación de especies peruanas de flora y fauna silvestre susceptibles al comercio ilegal*. Lima.
- Pescador, A. (1994). *Manual de identificación para la mariposas de la familias SpHINGIDAE (Lepidóptera) de la estación de Biología “chamela” Jalisco, Mexico* (universida). Jalisco.
- Pinzón, J. (2009). Mariposas del Bajo Caquetá y Apaporis (Amazonia Colombiana). *Conservación Internacional Colombia*, 2.
- Prieto, M., & Constantino, M. (1996). Abundancia, distribución y diversidad de mariposas (Lep. Rhopalocera) en el río Tatabro, Buenaventura (Valle-Colombia). *Mus. Ent. Univ. Valle*, 4, 11–18.
- Ramirez, L., Chacón, P., & Constantino, L. (2007). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera : Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 54–63.
- Ramirez, O. (2015). Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(3), 293–310.
- Reed, R. (2006). Papilionidae. *The Swallowtail Butterflies*, 7, 131–132.
- Ríos, C. (2007). Riquezas de especies de mariposas (Hesperioidea y papilionoidea) de la quebrada “el agula” cordillera central (Manizales, Colombia). *Boletín Científico-Centro de Museos*, 11, 272–291.
- Ríos, M. (2016). *Urbanus simplicius* (Hesperiiidae). Área de conservación Guanacaste Costa Rica. Retrieved from <https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/insectos/103-hesperiiidae/1021-i-urbanus-simplicius-i-hesperiiidae>, el 28 de Mayo de 2019.
- Rosser, N., Phillimore, A., Huertas, B., Willmott, K., & Mallet, J. (2012). Testing

- historical explanations for gradients in species richness in heliconiinae butterflies of tropical America. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 479–497.
- Sackis, G., & Morais, A. (2008). Butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) from Universidade Federal de Santa Maria campus, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotrop.*, 8.
- Sánchez, F. (2004). El desarrollo productivo basado en la explotación de los recursos naturales. Comisión económica para América Latina y El Caribe Retrieved from <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6453>, el 25 de Abril de 2019.
- Santos, T., & Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat : efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente*, 15(2), 3–12.
- Simon, M. J., & Ortiz-acevedo, E. (2017). First record of the enigmatic tribe Anaemorphini (Lepidoptera, Nymphalidae, Charaxinae) outside of the Amazon basin: a new species of *Anaemomorpha* Rothschild, 1894, from the Chocó region of western Ecuador. *Insecta Mundi*, 548, 1–10.
- Stephen, C., & Sánchez, R. (2014). La riqueza de especies y la abundancia relativa de especies de Nymphalidae (lepidóptera) en tres bosques con diferentes perturbaciones ene el norte-centro del Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 62(September), 919–928.
- Suquilanda, M. (2006). *Agricultura orgánica*. (3rd ed.). Quito: Abya-Yala: (Coediciones, Ed.)
- Tamayo, Y. (2017). *Mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en dos sistemas de producción cafetera en la meseta de Popayán*. Universidad del Cauca. Tesis.
- Tobar, D., Rangel, O., & Andrade, G. (2002). Diversidad de mariposas (lepidóptera: ropolocera) en la parte alta de la cuenca del río el Roble (Quindío-Colombia). *Caldasia*, 24, 393–409. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/23641597>, el 24 de Abril de 2019.

- Torres, O. (2016). La cifra de deforestación en Colombia 2015 reporta 124.035 hectáreas afectadas. IDEAM. Retrieved from <http://www.ideam.gov.co>, el 10 de Mayo de 2019.
- Valencia, M., Gil, P., & Constantino, M. (2005). Mariposas diurnas de la zona central cafetera colombiana: Guía de campo. *Cenicafé*, 244.
- Vargas, C., & Salazar, E. (2014). Biodiversidad y mariposas en una región del alto Chocó, San José del Palmar, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*, 18, 259–284.
- Vargas, J., Llorente, J., & Martínez, A. (1992). Listado lepidopterofaunístico de la Sierra de Atoyac de Álvarez en el estado de Guerrero: notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidea). *Folia Entomológica Mexicana*, 86, 41–178.
- Vargas, M., Martínez, N., Gutiérrez, L., Prince, S., Herrera, V., & Torres, L. (2011). Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea (Lepidoptera) en la reserva natural las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 16(42).
- Vélez, D., Gallego, M., & Riascos, Y. (2015). Diversidad de mariposas diurnas (insecta:lepidoptera) de un bosque subandino, Cajibío, Cauca. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 19(1), 263–285.
- WCS Colombia. (2015). Piedemonte Andino Amazónico. WCS. Retrieved from <https://colombia.wcs.org/es-es/Paisajes/Piedemonte-Andino-Amazonico.aspx>, el 24 de Abril de 2019.
- Zakharov, E., Caterino, M., & Sperling, F. (2004). Filogenia molecular, biogeografía histórica y estimaciones de tiempo de divergencia para mariposas de cola de golondrina del género *Papilio* (Lepidoptera: Papilionidae). *Syst Biol.*, 53(Abril), 193–215.
- Zerynthia. (2010). Asociación Española para la protección de mariposas y su medio. Asociación Zerynthia. Retrieved from <http://www.asociacion-zerynthia.org/>, el 14 de Abril de 2019.