

**Diversidad e importancia ecosistémica y socioeconómica de las Mariposas diurnas
(Lepidoptera: Hesperoidea – Papilionoidea) asociadas a cuatro (4) coberturas de la tierra
en el departamento del Guaviare, Colombia**

Johan Daniel Melo Duarte

Asesor

Wilson Avila Avila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2026

Dedicatoria

A mi familia, por su paciencia y su confianza inquebrantable mientras avanzaba en cada etapa de esta investigación.

A quienes dedican su vida a comprender y proteger la biodiversidad de nuestro país, especialmente en territorios donde la naturaleza respira con fuerza propia.

Y a las comunidades del Guaviare, cuyo arraigo al territorio inspira caminos de conservación y futuro.

Agradecimientos

En primer instancia agradezco a Dios por permitir desarrollar este proyecto de investigación.

Expreso mi gratitud a todas las personas y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) que hicieron posible el desarrollo de este trabajo. Agradezco profundamente el apoyo del equipo técnico y académico que acompañó cada etapa de este proceso, brindando orientación, confianza y aportes fundamentales para la consolidación de los resultados.

Mi reconocimiento se extiende a las instituciones ambientales y de investigación cuyas fuentes, informes y datos permitieron sustentar el análisis realizado. Asimismo, agradezco a las comunidades locales y actores del territorio, cuya experiencia y relación cotidiana con los ecosistemas enriquecieron la comprensión del contexto estudiado.

Finalmente, agradezco a mi esposa e hijos y a quienes me ofrecieron ánimo constante, recordándome el valor de la perseverancia y la importancia de aportar al conocimiento y a la protección de nuestros ecosistemas.

Resumen

El presente estudio evaluó la diversidad, estructura funcional y potencial de uso sostenible de las comunidades de mariposas asociadas a diferentes coberturas en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar. Se analizaron cuatro tipos de cobertura; Bosque Denso Alto Tierra Firme (BDATF), Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH), Bosque de Galería (BG) y Afloramientos Rocosos (AR), con el fin de determinar patrones de riqueza, abundancia, biomasa, servicios ecosistémicos y oportunidades de biocomercio y ecoturismo. Los resultados mostraron que BDATF y BDAIH presentan los valores más altos de diversidad y similitud ecológica, lo que confirma su relevancia como núcleos de conservación. AR, por el contrario, exhibió una marcada reducción en riqueza y biomasa, evidenciando un rasgo natural respecto a su estructura vegetal y geológica. Se registró un total de 334 especies de mariposas diurnas, distribuidas en las 6 familias objeto de estudio, donde La familia Nymphalidae presentó la mayor riqueza con 138 especies (41,3%), seguida de Hesperiiidae con 79 especies (23,7%), Riodinidae con 77 especies (23,1%), Lycaenidae con 20 especies (6%), Pieridae con 13 especies (3,9%) y Papilionidae con 7 especies (2,1%). Los mayores valores de riqueza específica se observaron en el Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF) con 189 especies, seguido respectivamente por Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH) con 137 especies, mientras que los valores más bajos se registraron en Bosque de Galería (BG) con 91 especies y Afloramiento Rocosos (AR) con 22 especies. Se identificaron además 17 especies con potencial para iniciativas de biocomercio, basadas en criterios de tamaño, colores, facilidad de cría, ausencia de restricciones legales y presencia en programas previos. Asimismo, BDATF se destacó como la cobertura con mayor atractivo ecoturístico por albergar el mayor número de especies llamativas. Los hallazgos de este estudio aportan insumos para la formulación de estrategias de conservación y uso

sostenible, orientadas al fortalecimiento de alternativas productivas basadas en la biodiversidad del Guaviare.

Palabras clave: Mariposas, coberturas de la tierra, diversidad, polinización, ecoturismo, biocomercio.

Abstract

This study evaluated the diversity, functional structure, and sustainable use potential of butterfly communities associated with different land cover types in the municipalities of San José del Guaviare, El Retorno, and Calamar. Four land cover types were analyzed: Dense Tall Tierra Firme Forest (BDATF), Dense Tall Heterogeneous Floodable Forest (BDAIH), Gallery Forest (BG), and Rocky Outcrops (AR), to determine patterns of species richness, abundance, biomass, ecosystem services, and opportunities for biocommerce and ecotourism. The results show that BDATF and BDAIH exhibit the highest values of diversity and ecological similarity, confirming their importance as conservation areas. AR, on the other hand, showed a marked reduction in species richness and biomass, reflecting a natural characteristic related to its vegetation and geological structure. A total of 334 species of diurnal butterflies were recorded, distributed among the six families studied. The Nymphalidae family showed the greatest species richness with 138 species (41.3%), followed by Hesperidae with 79 species (23.7%), Riodinidae with 77 species (23.1%), Lycaenidae with 20 species (6%), Pieridae with 13 species (3.9%), and Papilionidae with 7 species (2.1%). The highest species richness was observed in the Dense Tall Tierra Firme Forest (BDATF) with 189 species, followed by the Dense Tall Heterogeneous Floodable Forest (BDAIH) with 137 species, while the lowest species richness was recorded in the Gallery Forest (BG) with 91 species and the Rocky Outcrop (AR) with 22 species. Seventeen species with potential for biocommerce initiatives were also identified, based on criteria such as size, color, ease of breeding, absence of legal restrictions, and presence in previous programs. Furthermore, the BDATF area stood out as the most attractive for ecotourism due to its high number of striking species. The findings of this study provide input for the formulation of

conservation and sustainable use strategies aimed at strengthening productive alternatives based on the biodiversity of Guaviare.

Keywords: butterflies, land cover, diversity, pollination, ecotourism, biotrade.

Tabla de Contenido

Resumen.....	4
Abstract.....	6
Introducción	14
Planteamiento del Problema	16
Justificación	18
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos.....	20
Marco Teórico.....	21
Metodología.....	28
Tipo de Investigación	28
Diseño Metodológico	29
Fase 1. Revisión documental y planificación	29
Fase 2. Trabajo de campo (registro de especies)	30
Fase 3. Identificación taxonómica y organización de datos	31
Fase 4. Evaluación de servicios ecosistémicos y potencial socioeconómico	32
Fase 5. Análisis y síntesis	32
Área de Estudio	33
Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF).....	33

Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH)	33
Bosque de Galería (BG)	33
Afloramientos rocosos (AR).....	34
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	37
Registro fotográfico estandarizado (principal fuente de datos).....	37
Transectos de observación visual	37
Registros oportunistas.....	37
Fichas de campo – formato de recolección	37
Revisión bibliográfica.....	38
Instrumentos técnicos para valoración socioeconómica.....	38
Procedimientos de Análisis	38
Organización y validación de datos.....	38
Análisis de diversidad y estructura de comunidades	39
Comparaciones y pruebas estadísticas.....	39
Análisis espacial	39
Evaluación de servicios ecosistémicos	39
Valoración del potencial socioeconómico (ecoturismo y biocomercio).....	40
Presentación de resultados.....	40
Resultados.....	41
Listado Especies de Mariposas Diurnas.....	41

Índices de Shannon Y Simpson	42
Índices Similitud de Jaccard y Sorensen	44
Especies exclusivas por cobertura	47
Mapa de Distribución de Familias por Localidad y Cobertura	57
Informe de Servicios Ecosistémicos	66
Introducción.....	66
Metodología para la evaluación.....	67
Resultados.....	68
Discusión	83
Fichas Descriptivas Especies Potenciales Ecoturismo y Biocomercio	87
Criterios de evaluación del potencial.....	87
Especies potenciales Ecoturismo.....	87
Especies potenciales Biocomercio.....	93
Fichas descriptivas.....	94
Discusión.....	95
Conclusiones	105
Bibliografía	112
Anexos	115
Anexo 1. Fichas descriptivas de especies con potencial para el biocomercio y ecoturismo.	115

Lista de Tablas

Tabla 1 Codificación Coberturas de la Tierra	29
Tabla 2 Localidades de estudio	35
Tabla 3 Coberturas objeto de estudio	36
Tabla 4 Índices de Simpson y Shannon.....	43
Tabla 5 Índices de similitud	45
Tabla 6 Especies exclusivas por cobertura de la tierra.....	47
Tabla 7 Listado de especies de mariposas diurnas	48
Tabla 8 Matriz de evaluación servicios ecosistémicos.....	67
Tabla 9 Categorías de polinización por familia.....	76
Tabla 10 Valores promedios estimados de supervivencia por familia	78
Tabla 11 Biomasa promedio(mg) por familia	79
Tabla 12 Pesos (g) promedio por familia en adulto	80
Tabla 13 Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BDATE	81
Tabla 14 Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BDAIH	81
Tabla 15 Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BG	82
Tabla 16 Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en AR	82
Tabla 17 Listado de especies potenciales para el Ecoturismo.....	88
Tabla 18 Listado de especies potenciales para Biocomercio	94

Lista de Figuras

Figura 1	Rotulación de carpetas por coberturas de la tierra	30
Figura 2	Rotulación de carpetas con nombres de familias	31
Figura 3	Registro fotográfico de especie con código único de registro.....	32
Figura 4	Mapa de localización de coberturas de muestreadas.....	34
Figura 5	Riqueza de especies por familia	41
Figura 6	Riqueza de especies por cobertura	42
Figura 7	Mapa de distribución de familias en sendero Ukunay (BDATF).....	58
Figura 8	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Triunfo II (BDATF).....	58
Figura 9	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Virgen (BDATF)	59
Figura 10	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Cristalina (BDATF)	59
Figura 11	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Puerto cubarro (BDATF)	60
Figura 12	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero El Tesoro (BDATF).....	60
Figura 13	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Buena vista II (BDAIH)	61
Figura 14	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Panure (BDAIH)	61
Figura 15	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Nazareth (BDAIH)	62
Figura 16	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Jordán (BG).....	62
Figura 17	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero El Tigre (BG).....	63
Figura 18	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Fuguita (BG)	63
Figura 19	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Pradera (AR)	64
Figura 20	Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Los Venados (AR).....	64

Figura 21	Mapa de distribución de especies por coberturas	65
Figura 22	Composición abundancia y riqueza de especies en BDATAF	68
Figura 23	Composición abundancia y riqueza de especies en BDAIH	69
Figura 24	Composición abundancia y riqueza de especies en BG	70
Figura 25	Composición abundancia y riqueza de especies en AR	71
Figura 26	Polinización en planta del género Palicourea sp.	72
Figura 27	Polinización en planta Melitófila.	73
Figura 28	Polinización en planta sp.....	74
Figura 29	Polinización en planta sp.....	75
Figura 30	Polinización en planta del género Palicourea sp.	76
Figura 31	Potencial de polinización por cobertura	77
Figura 32	Especies potenciales para el Ecoturismo por Coberturas	93

Introducción

El presente estudio se desarrolló con el propósito de evaluar los servicios ecosistémicos asociados a las mariposas diurnas en cuatro (4) coberturas de la tierra asociados a los municipios de San José del Guaviare, El retorno y Calamar. Estos territorios conformaron coberturas en distintos niveles de conservación y conformación, que influyeron directamente en la riqueza, la abundancia y la funcionalidad ecológica de los ensamblajes de los lepidópteros registrados. La estrecha relación de las mariposas diurnas con la estructura vegetal, los recursos florales y la oferta de plantas hospederas, se han consolidado como un grupo clave para comprender la salud ecosistémica y el potencial socioeconómico de los hábitats estudiados (Brown, 1997; DeVries, 1987).

La problemática abordada se centró en la necesidad de generar información técnica actualizada sobre la biodiversidad local y sobre el papel que cumplen las mariposas como proveedoras de servicios ecosistémicos, particularmente la polinización, la conectividad ecológica, la transferencia de energía mediante biomasa y su potencial como recursos para actividades sostenibles, tales como el ecoturismo de observación de mariposas y el biocomercio regulado (Bonebrake et al., 2010). En la región del Guaviare, donde la transformación del paisaje y la ampliación de la frontera agropecuaria han presionado los ecosistemas, la ausencia de información detallada sobre los ensamblajes de mariposas ha limitado la toma de decisiones y el diseño de estrategias que integren conservación y desarrollo económico local.

Bajo esta premisa, el proyecto planteó evaluar los servicios ecosistémicos y socioeconómicos que las mariposas diurnas prestaron en cuatro coberturas de la tierra presentes en los municipios estudiados. De modo que se incluyó la comparación de la composición y riqueza entre coberturas, la estimación de biomasa como indicador funcional, el análisis del

servicio de polinización y la determinación del potencial de las especies para actividades de ecoturismo y biocomercio, integrando criterios de atractivo visual, detectabilidad, comportamiento, normatividad ambiental y factibilidad de zoocría.

La relevancia de este trabajo se sustentó en la importancia de la mariposas como organismos indicadores sensibles a cambios ambientales, al mismo tiempo, la manera en que estas constituyen un recurso natural con alta demanda en mercados especializados (turismo científico, fotografía de naturaleza, exhibiciones, mariposarios y comercio regulado de pupas). En este sentido, generar información basada en datos de campo permitió no solo entender la respuesta de las especies a la variación de las coberturas, sino también identificar oportunidades para impulsar actividades económicas sostenibles que se ajustaran a las pautas de manejo y conservación establecidas para el departamento del Guaviare.

Finalmente, el documento se estructuró de manera progresiva; Inicialmente se describieron los aspectos generales del área de estudio y los criterios metodológicos empleados. Posteriormente, se presentaron los resultados sobre riqueza, abundancia, biomasa, distribución por coberturas y potencial ecoturístico y de biocomercio. Seguidamente se desarrolló la discusión, en la que se interpretaron los patrones encontrados a la luz de estudios regionales y se profundizó en las implicaciones para la gestión de los paisajes del Guaviare. El informe cerró con las conclusiones y recomendaciones orientadas a la conservación y aprovechamiento sostenible de las mariposas diurnas en la región.

Planteamiento del Problema

En los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar, ubicados en la transición entre la Amazonia y la Orinoquia Colombiana, existe un alto potencial para el desarrollo de actividades de turismo científico orientadas a la observación de mariposas diurnas, un grupo biológico de gran importancia para los procesos de regeneración natural y polinización de los ecosistemas locales. Sin embargo, este potencial no ha sido suficientemente reconocido ni aprovechado dentro de los sectores educativo, turístico y comunitario de la región.

La falta de información sobre la diversidad de mariposas diurnas y su papel en los servicios ecosistémicos, sumada a la ausencia de herramientas pedagógicas y técnicas para su reconocimiento y valoración, ha limitado el desarrollo de estrategias sostenibles que integren educación ambiental, conservación y economía local. Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2018), Colombia alberga aproximadamente 3.274 especies de mariposas continentales, posicionándose entre los países más diversos del mundo; no obstante, gran parte de esta riqueza permanece poco estudiada en regiones amazónicas y de frontera agrícola como el Guaviare.

Por otra parte, la Iniciativa Colombiana de Polinizadores del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) resalta que la degradación de los hábitats naturales está afectando directamente los servicios de polinización y, en consecuencia, las posibilidades de restauración ecológica y sostenibilidad productiva. En este contexto, el desconocimiento del valor ecológico y económico de las mariposas contribuye indirectamente a la deforestación y transformación de coberturas naturales, reduciendo la capacidad de los ecosistemas para sostener procesos de resiliencia y oportunidades de desarrollo basadas en la biodiversidad.

De igual forma, el Instituto SINCHI (2020) ha evidenciado que la región del Guaviare enfrenta un incremento en la pérdida de bosques y cambios de uso del suelo asociados a actividades agropecuarias y extractivas, lo cual amenaza los hábitats de especies clave para el equilibrio ecológico y el potencial ecoturístico de la zona. Esto limita la consolidación de una oferta de turismo científico sostenible que contribuya a la generación de ingresos y al fortalecimiento de la identidad ambiental regional

En síntesis, la carencia de estudios sistemáticos sobre la diversidad de mariposas diurnas y la falta de instrumentos técnicos y pedagógicos para su valoración han impedido el aprovechamiento de un recurso natural con alto valor educativo, ecosistémico y socioeconómico. Esta situación plantea la necesidad de reconocer y evaluar los servicios ecosistémicos y socioeconómicos que las mariposas diurnas prestan en las diferentes coberturas de la tierra presentes en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar, con el fin de aportar a la conservación de la biodiversidad y a la diversificación de alternativas productivas sostenibles en la región.

Justificación

El departamento del Guaviare se posiciona entre las zonas con mayores índices de deforestación en Colombia, ocupando el tercer lugar nacional según reportes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024). Aunque en el primer trimestre de 2024 se registró una reducción aproximada del 40% en la tasa de deforestación respecto al mismo periodo del año anterior, la pérdida y degradación de los ecosistemas naturales continúan afectando gravemente los bienes y servicios ecosistémicos que sostienen la biodiversidad y las dinámicas socioeconómicas locales.

En este contexto, el reconocimiento de los servicios ecosistémicos y socioeconómicos asociados a grupos biológicos clave, como las mariposas diurnas, constituye una oportunidad estratégica para promover la conservación, la educación ambiental y el desarrollo sostenible en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar. Las mariposas, además de su valor estético y simbólico, desempeñan un papel esencial como polinizadores y bioindicadores de la calidad ambiental (Instituto Humboldt, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

El proyecto busca no solo generar conocimiento sobre la diversidad y los servicios ecosistémicos asociados a las mariposas diurnas, sino también evaluar su potencial para el biocomercio sostenible, entendiendo este como el aprovechamiento responsable de la biodiversidad con criterios de conservación, equidad social y beneficio económico local (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). El biocomercio de especies nativas, incluyendo la reproducción controlada de mariposas para fines educativos, turísticos o ornamentales, puede convertirse en una alternativa económica viable que promueva la protección de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales.

De esta manera, la investigación pretende aportar información científica y técnica que permita articular la conservación de la biodiversidad con la generación de oportunidades económicas locales, mediante el desarrollo de estrategias de turismo científico, educación ambiental y biocomercio responsable. Este enfoque integral contribuye al fortalecimiento de los procesos de planificación ambiental y a la consolidación de un modelo de desarrollo sostenible basado en la biodiversidad en la región amazónica del Guaviare.

Objetivos

Objetivo General

Reconocer y evaluar los servicios ecosistémicos y socioeconómicos que brindan las mariposas diurnas en cuatro (4) tipos de coberturas de la tierra presentes en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar, con el propósito de promover su conservación y resaltar su importancia para el bienestar local y el desarrollo sostenible.

Objetivos Específicos

Identificar la diversidad y distribución de mariposas diurnas presentes en cuatro (4) coberturas de la tierra en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar.

Evaluar los servicios ecosistémicos que proveen las mariposas diurnas, como la polinización, el aporte alimenticio a otras especies y su contribución a la biodiversidad local, asociados a las coberturas de la tierra analizadas.

Determinar el potencial de las mariposas diurnas como recurso natural para las actividades socioeconómicas sostenibles, tales como el ecoturismo y el biocomercio en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar.

Marco Teórico

Las mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea) constituyen uno de los grupos biológicos más diversos y funcionalmente importantes dentro de los ecosistemas tropicales. Su papel ecológico va más allá de su función estética, dado que intervienen en procesos de polinización, cadenas tróficas y mantenimiento de la biodiversidad (Andrade-C., 2011). Estas especies son consideradas bioindicadores de la calidad ambiental, ya que su presencia, abundancia y diversidad responden a cambios en las coberturas de la tierra y a las presiones antrópicas (Bonebrake et al., 2010).

En la Amazonia y la Orinoquia colombiana, las mariposas diurnas son componentes esenciales en la regeneración natural, debido a su interacción con plantas nativas y su contribución al flujo génico vegetal. Sin embargo, procesos de deforestación, fragmentación de hábitats y cambio en el uso del suelo asociados a la expansión agrícola, ganadera y a la apertura de vías han reducido drásticamente la diversidad de este grupo biológico, afectando también los servicios ecosistémicos que proveen (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS, 2024).

De acuerdo con el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (2023), el departamento del Guaviare ha registrado transformaciones aceleradas de sus coberturas naturales, siendo uno de los territorios con mayor presión sobre los bosques amazónicos. La pérdida de vegetación incide negativamente en la conectividad ecológica y en la disponibilidad de recursos florales para especies polinizadoras, entre ellas las mariposas diurnas.

Por otra parte, el turismo científico y de naturaleza, enfocado en la observación de mariposas, representa una oportunidad sostenible de aprovechamiento económico y de

biocomercio. Este tipo de turismo ha sido promovido en regiones como el Caquetá, Guainía y Meta, donde la biodiversidad entomológica constituye un atractivo para visitantes especializados y un motor para la economía local. Su desarrollo en el Guaviare podría fortalecer estrategias de conservación y de educación ambiental en comunidades rurales, articulando el conocimiento biológico con la valorización cultural y económica del territorio.

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, tanto de forma directa como indirecta, y que contribuyen al bienestar humano y al desarrollo social, cultural y económico (Cortolima, s.f.; Parques Nacionales Naturales de Colombia, s.f.) Estos beneficios son producto de los procesos ecológicos internos de los sistemas naturales y del funcionamiento integrado de sus componentes bióticos y abióticos, y pueden proveer desde recursos tangibles hasta experiencias culturales y de conocimiento.

En Colombia, el enfoque ecosistémico reconoce que los servicios que proveen los ecosistemas deben gestionarse de manera integradora y participativa, vinculando la conservación biológica con el uso sostenible de los recursos naturales, y considerando las necesidades y medios de vida de las comunidades locales (Cortolima, s.f.). Esto implica que la evaluación y gestión de los servicios ecosistémicos se convierten en un elemento central para políticas ambientales y de desarrollo sostenible, como lo establece la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Los servicios ecosistémicos se clasifican en varias categorías principales; **Servicios de provisión**, constituidos como bienes tangibles que los ecosistemas suministran directamente (alimentos, agua, fibra, recursos genéticos y materias primas), **Servicios de regulación**, corresponden a procesos regulatorios naturales que mantienen condiciones ambientales estables,

tales como la regulación climática, calidad del agua, control de inundaciones, secuestro de carbono y polinización de plantas. **Servicios culturales**, beneficios no materiales derivados de los ecosistemas, que incluyen recreación, turismo, educación ambiental, identidad y experiencias estéticas y espirituales. **Servicios de soporte funcional**, procesos ecológicos esenciales que sostienen los otros servicios, como la producción primaria, formación de suelo, ciclado de nutrientes, dispersión de semillas y provisión de hábitat para especies. (Parques Nacionales Naturales de Colombia).

En concordancia con lo anterior, las mariposas diurnas se sitúan dentro de los servicios ecosistémicos de provisión y de soporte funcional, dado que son fuente de alimento para otros animales como aves, así mismo, son organismos polinizadores.

Por otra parte, las coberturas de la tierra corresponden a la expresión biofísica observable de la superficie terrestre, representando los elementos naturales o antrópicos que cubren el suelo en un momento determinado (IDEAM, 2010). Estas incluyen formaciones vegetales, cuerpos de agua, áreas agrícolas, zonas urbanas y otras unidades ecológicas o transformadas.

En Colombia, la cartografía oficial de coberturas se realiza mediante la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (CLC-Colombia), liderada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

La metodología Corine Land Cover (CLC) fue desarrollada originalmente por la Agencia Europea de Medio Ambiente para estandarizar la cartografía temática de coberturas (European Environment Agency, 2000). En Colombia, el IDEAM adaptó esta metodología para responder a las condiciones ecológicas y territoriales nacionales (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014).

La zona de estudio se ubica en el departamento del Guaviare, área de transición biogeográfica entre la Amazonia y la Orinoquia, considerada un ecotono de alta diversidad y complejidad estructural (Rangel-Ch., 2015).

Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF). Según el IDEAM (2010), el Bosque Denso Alto de Tierra Firme corresponde a formaciones boscosas maduras que no están sujetas a inundaciones periódicas, que presentan estratificación vertical compleja, poseen dosel continuo superior a 15 metros y alta riqueza florística. En la amazónica, estos bosques constituyen la matriz dominante del paisaje y albergan la mayor diversidad biológica (Rangel-Ch., 2015). Desde el punto de vista ecológico; Presentan estabilidad hídrica, alta disponibilidad de nichos, gran oferta de recursos tróficos y microclimas estables. Lo cual favorece alta riqueza y diversidad de insectos, incluyendo Lepidoptera.

Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH). Esta cobertura corresponde a bosques sometidos a inundaciones temporales o periódicas, generalmente asociadas a planicies aluviales (IDEAM, 2010). Estos poseen características de variabilidad estructural, adaptaciones a anegamiento, estratos arbóreos discontinuos, influencia directa de dinámica fluvial. En la amazonia estos bosques cumplen funciones ecosistémicas clave como; Regulación hídrica, recarga de acuíferos y conectividad ecológica. Adicionalmente su heterogeneidad genera microambientes que pueden favorecer especies especializadas, aunque las fluctuaciones hídricas limitan la permanencia de algunas especies sensibles.

Bosque de Galería (BG). Estos bosques se desarrollan a lo largo de cursos de agua y actúan como corredores ecológicos (IDEAM, 2010). Estos se caracterizan por alta humedad edáfica, mayor disponibilidad de recursos florales, conectividad entre fragmentos y protección

contra erosión. Desde el enfoque ecológico funcionan como corredores biológicos, facilitando dispersión de especies y aumentando la conectividad genética.

Afloramientos Rocosos (AR). Los afloramientos rocosos son superficies expuestas de roca madre con escasa cobertura vegetal (IDEAM, 2010). En la Amazonia – Orinoquia, estos ambientes presentan suelos delgados, alta radiación solar, estrés hídrico y vegetación especializada y xerofítica. No obstante, suelen presentar menor riqueza, albergan especies adaptadas a condiciones extremas y cumplen un papel importante en la diversidad beta del paisaje.

Turismo científico: Modalidad del ecoturismo enfocada en la observación, documentación y aprendizaje sobre la biodiversidad y los procesos naturales, que contribuye al conocimiento científico y a la sensibilización ambiental.

Conservación biológica: Conjunto de acciones orientadas a mantener la diversidad genética, de especies y de ecosistemas, asegurando la persistencia de los procesos ecológicos esenciales (SINCHI, 2023).

Índice directo de riqueza de especies (S). correspondiente al número de especies por sitio de muestreo, que para el objeto de estudio el sitio de muestreo se denominará como cobertura de la tierra (Villareal, 2004).

Índice de dominancia Simpson (D). Enmarcado dentro de la dominancia, la abundancia proporcional y bajo el método de la estructura de las comunidades (especies en relación con su abundancia), el cual muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (Villareal, 2004).

Nota. Esta forma representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes. Valores cercanos a 1 indican mayor diversidad.

Índice de equidad Shannon-Wiener (H'). Este tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, así mismo, asume que todas las especies están representadas en las muestras, indicando que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Villareal, 2004).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Donde:

S = número total de especies

p_i = proporción de individuos de la especie i

\ln = logaritmo natural

Valores más altos de H' indican mayor diversidad. En ecosistemas tropicales, los valores suelen oscilar entre 3 y 5.

Índice de Jaccard. Este índice permite determinar la similitud biológica cuantificando el grado de compartición de especies entre dos comunidades o unidades de muestreo. Este compara la proporción de especies compartidas respecto al total de especies presentes en ambos lugares, por lo que resulta útil para evaluar cómo cambia la composición de especies entre diferentes coberturas de la tierra o tipos de hábitat (Magurran, 2004).

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

El índice varía entre 0 y 1.

0 = ninguna especie compartida.

1 = composición idéntica.

Índice de Sørensen. Este índice permite determinar la similitud biológica es utilizado ampliamente en ecología para comparar la composición de especies entre dos comunidades o unidades de muestreo. A diferencia del índice de Jaccard, este índice otorga un mayor peso a las especies compartidas, lo que lo hace más sensible para detectar patrones de similitud cuando el recambio de especies es alto o cuando los sitios poseen pocas en común (Magurran, 2004).

$$C_s = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Este índice da mayor peso a las especies compartidas, por lo que suele arrojar valores más altos que Jaccard.

El departamento del Guaviare, ubicado en la transición entre la Orinoquia y la Amazonia colombiana, constituye una zona de alta riqueza biológica y ecosistémica. Los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar presentan una mezcla de coberturas que incluyen bosques húmedos tropicales, sabanas naturales, áreas agropecuarias y zonas en regeneración (IDEAM, 2023).

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024), el Guaviare ocupa el tercer lugar en deforestación nacional, aunque en 2024 se reportó una reducción cercana al 40 % en el primer trimestre respecto al año anterior. Pese a este avance, las presiones sobre los ecosistemas continúan debido a la expansión de la frontera agropecuaria y las actividades extractivas.

La región se encuentra bajo la influencia de diversos ecosistemas amazónicos y orinoquenses que sostienen una gran variedad de especies vegetales y animales, entre ellas las mariposas diurnas, que desempeñan un papel clave en la polinización y regeneración natural. Su estudio y valorización representan una oportunidad para el desarrollo del turismo científico, la educación ambiental y la promoción del biocomercio sostenible.

Además, iniciativas locales como las impulsadas por el Instituto SINCHI y el SENA regional Guaviare han promovido la identificación de especies de interés para proyectos productivos sostenibles y para la observación turística, reconociendo la potencialidad del departamento como corredor de biodiversidad amazónico-orinoquense (SINCHI, 2023).

Metodología

Tipo de Investigación

La investigación se llevó a cabo con un enfoque descriptivo-analítico y aplicado, de carácter empírico y observacional, orientado a reconocer y evaluar los servicios ecosistémicos y socioeconómicos prestados por las mariposas diurnas en cuatro tipos de coberturas de la tierra. Se empleó un enfoque cuantitativo predominante para los análisis de diversidad y comparación

entre coberturas, complementado con análisis cualitativos y técnico-evaluativos para la valoración del potencial de ecoturismo y biocomercio (enfoque mixto funcional).

Diseño Metodológico

El diseño metodológico se estructuró en cinco fases, sin embargo las fases 1 y 2, no se desarrollaron en el período formal de la investigación, esto so pena es parte de los datos y procedimientos que sustentan el estudio.

Fase 1. Revisión documental y planificación

Se efectuó revisión de literatura sobre mariposas diurnas, servicios ecosistémicos, turismo científico y biocomercio, se identificaron las cuatro coberturas de la tierra a analizar; Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF), Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH), Bosque de Galería (BG) y Afloramientos Rocosos (AR), y se definieron unidades de muestreo y protocolos fotográficos y de registro.

Tabla 1

Codificación Coberturas de la Tierra

Nombre cobertura de la tierra	Nomenclatura utilizada
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	BDATF
Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo	BDAIH
Bosque de Galeria	BG
Afloramiento Rocoso	AR

Nota. Esta tabla muestra los nombres de las coberturas objeto de estudio y las nomenclaturas utilizadas. *Fuente:* elaboración propia, con base en metodología Corine Land Cover.

Fase 2. Trabajo de campo (registro de especies)

El período de registro fue en los años 2020 y 2021, en cada municipio (San José del Guaviare, El Retorno y Calamar), se seleccionaron senderos representativos en las cuatro coberturas. Se realizaron muestreos visuales estandarizados mediante transectos y registros fotográficos durante las horas de actividad de las mariposas. Todas las observaciones fueron documentadas con fotografías digitales y almacenadas en carpetas organizadas por coberturas y familias.

Figura 1

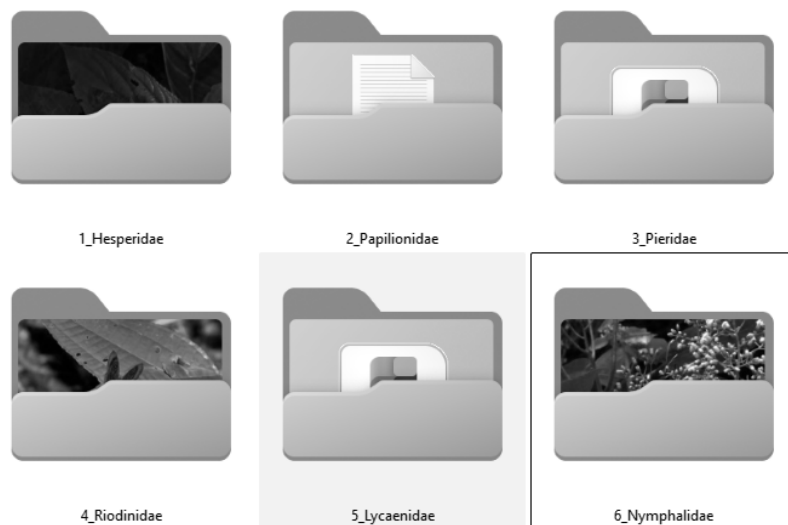
Rotulación de carpetas por coberturas de la tierra



Fuente. Autoría Propia

Figura 2

Rotulación de carpetas con nombres de familias



Fuente. Autoría Propia.

Fase 3. Identificación taxonómica y organización de datos

Las fotografías fueron rotuladas con un código único de registro (AbreviaturaCobertura_AbreviaturaFamilia_NúmeroConsecutivo_Género_Especie) y organizadas en un catálogo digital. Posteriormente, se identificaron taxonómicamente a nivel de familia, género y especies hasta donde fue posible, mediante claves taxonómicas, guías regionales y asesoría de un experto. Con base en lo anterior, se elaboró una tabla con los siguientes registros (cobertura, familia, código único, marcador, género, especies, subespecie y nombre científico).

Figura 3

Registro fotográfico de especie con código único de registro



Nota. La imagen presenta el código único de registro donde BT (Bosque Denso Alto Tierra Firme), h (Hesperiidae), 001 (Número de foto), *Aides aegita* (Nombre científico de la especie compuesto por el género y especie). *Fuente:* Autoría Propia.

Fase 4. Evaluación de servicios ecosistémicos y potencial socioeconómico

Para polinización y aporte trófico se aplicaron criterios basados en literatura y observaciones de comportamiento (visitas a flores) registradas en fotografías y notas de campo. Para ecoturismo y biocomercio se desarrolló una matriz de evaluación técnico-económica con indicadores (atractivo visual, detectabilidad, estacionalidad, tamaño, colores, comportamiento, demanda de mariposarios, cría para pupas, exhibiciones turísticas y arte entomológico).

Fase 5. Análisis y síntesis

Para la estimación o cuantificación de la diversidad a nivel local o alfa, se emplearon los índices de riqueza de especies (S), de dominancia Simpson (D), de equidad Shannon-Wiener (H'), índice de Jaccard e índice de Sorensen.

Área de Estudio

La investigación se desarrolló en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar (Guaviare, Colombia). La población de estudio estuvo constituida por los registros (individuos/encuentros fotografiados) de mariposas diurnas documentados entre 2020 y 2021. Las unidades espaciales de muestreo fueron estaciones representativas ubicadas en cuatro tipos de coberturas de la tierra.

Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF)

Esta cobertura se caracteriza por ser forestal más o menos continua donde el área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, con altura dosel superior a 15 metros y que se encuentra localizada en zonas que no representan procesos de inundación periódicos (Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra-IDEAM, 2010).

Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH)

Esta cobertura se caracteriza por ser áreas con vegetación de tipo arbóreo con un estrato más o menos continuo cuya área representa el 70% del área de la unidad total, con altura de dosel superior a 15 metros y localizada en franjas adyacentes a los cuerpos de agua (lóticos), correspondientes a las vegas de divagación y llanuras de inundación de los Ríos (Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra-IDEAM, 2010).

Bosque de Galería (BG)

Esta cobertura están constituidas por vegetación arbórea ubicadas en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales, limitadas por su amplitud bordeando los cursos de agua y drenajes sencillos, en este caso, definida por franjas de bosque que han quedado luego de

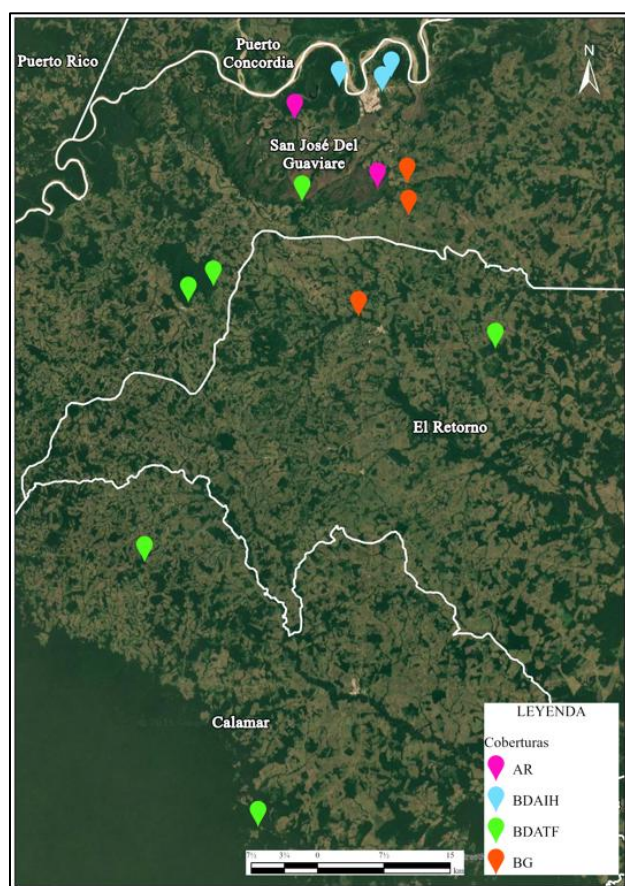
procesos de transformación de bosques naturales a pastos (Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra-IDEAM, 2010).

Afloramientos rocosos (AR)

Esta cobertura corresponde a áreas con capas de roca expuestas, asociados con vegetación de estratos bajos asociada a los paisajes de serranías y afloramientos rocosos del Escudo Guayanés, que para el objeto del estudio obedecen a la Serranía de La Lindosa (Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra-IDEAM, 2010).

Figura 4

Mapa de localización de coberturas de muestreadas

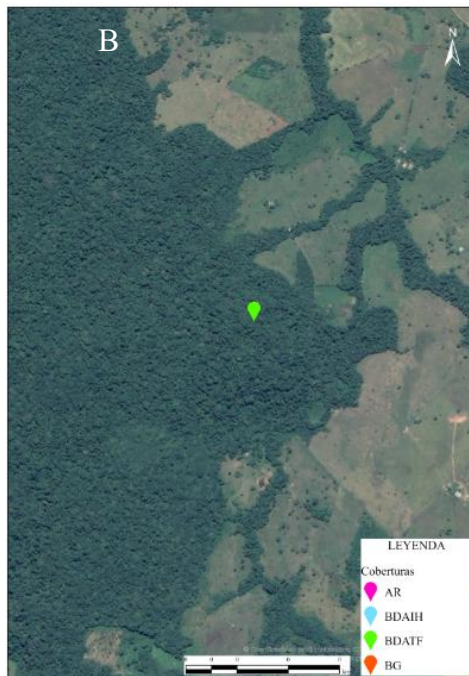
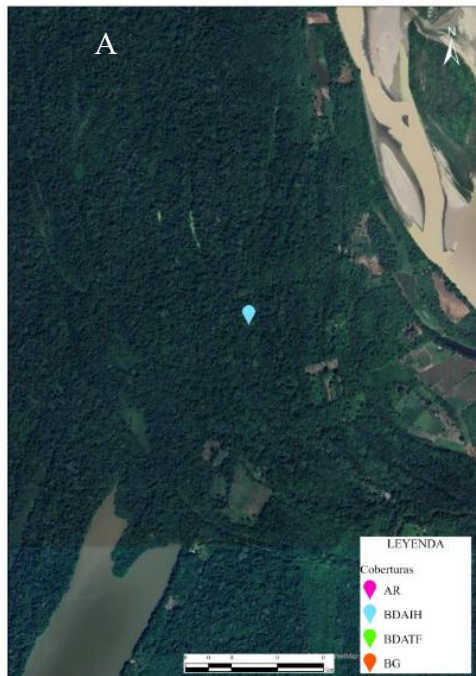


Fuente. Autoría Propia, con base en el software ArcGis Pro con licencia activa de uso personal.

Tabla 2*Localidades de estudio*

Cobertura	Municipio	Localidad	Longitud metros
Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF)	San José del	- Sendero La Virgen	1907
	Guaviare	- Sendero Triunfo II	851
		- Sendero Ukunay	1414
	El Retorno	- Sendero El Tesoro	2085
	Calamar	- Sendero La	1694
Cristalina		- Sendero Puerto	2736
Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH)	San José del Guaviare	- Sendero Buena vista II.	2712
		- Sendero Panure.	451
		- Sendero Nazareth.	975
Bosque de Galería (BG)	San José del	- Sendero La Fuguita.	565
	Guaviare	- Sendero El Tigre	1394
	El Retorno	- Sendero Jordán	1108
Afloramiento Rocosos (AR)	San José del	- Sendero La Pradera	119
	Guaviare	- Sendero Los Venados	2686

Fuente. Autoría Propia.

Tabla 3*Coberturas objeto de estudio*

Nota. A (Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo – BDAIH), B (Bosque Denso Alto de Tierra Firme – BDATF), C (Bosque de Galería – BG), D (Afloramiento Rocoso).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Registro fotográfico estandarizado (principal fuente de datos)

Los registros fotográficos fueron tomados con una cámara Canon Sx70 Hs Powershot Cámara Digital Ultra Zoom. Los datos de localización del sendero fueron tomados con el uso de una aplicación de GPS incorporada en el teléfono móvil. Así mismo, se tomaron datos de fecha, nombre de la localidad/sendero, tipo de cobertura, comportamiento observado (nectaring, reposo, vuelo). Este método presenta una gran ventaja porque no genera una alteración directa sobre el organismo, al no implicar una manipulación del mismo.

Transectos de observación visual

Los transectos lineales en promedio tenían longitudes entre 1km y 3 km, recorridos a velocidad constante durante los periodos pico de actividad de (09:00 am – 15:00 p.m.). En este sentido se registraron todas las mariposas observadas y se fotografiaron cuando fue posible.

Registros oportunistas

Se efectuaron observaciones y registros fuera de transectos, útil para especies raras o de comportamiento elusivo. Se utilizó en algunas ocasiones trampas con camarones (mezcla de agua con camarones) contenido en un atomizador que se aplicaba sobre el haz de hojas en el transecto.

Fichas de campo – formato de recolección

Para la recolección de la información se utilizó un formulario digital con campos: cobertura, familia, código único, marcador, género, especies, subespecie y nombre científico.

Revisión bibliográfica

Para la identificación taxonómica se tuvo como referencia; Catálogo de mariposas Hesperiiidae de Colombia y el Neotrópico, Catálogo de mariposas Lycaenidae de Colombia y el Neotrópico, Catálogo de mariposas Pieridae de Colombia y el Neotrópico, Catálogo de mariposas Nymphalidae de Colombia y el Neotrópico, Catálogo de mariposas Riodinidae de Colombia y el Neotrópico, y Catálogo de mariposas Papilionidae de Colombia y el Neotrópico.

Así mismo, la plataforma digital Butterflies of America (BOA), la cual contiene fotos de colecciones actualizadas que permiten comparar las especies fotografiadas para una mejor identificación.

Instrumentos técnicos para valoración socioeconómica

Se desarrolló una matriz de evaluación técnico-económica (puntaje/criterios) para ecoturismo y biocomercio. Se efectuó revisión normativa (legislación sobre fauna silvestre y biocomercio) y criterios de sostenibilidad (capacidad de carga, reproducción en cautiverio, permisos).

Procedimientos de Análisis

Organización y validación de datos

Los registros fotográficos se almacenaron en un repositorio organizado (coberturas y familias) y en una base de datos maestra (formatos .xlsx) con campos estandarizados. Se verificó la identificación taxonómica con guías y especialistas.

Análisis de diversidad y estructura de comunidades

Se ejecutaron los métodos de; índice directo de riqueza de especies (S), índice de dominancia Simpson (D), índice de equidad Shannon-Wiener (H'), Índices de similitud de Jaccard y Sorensen.

Comparaciones y pruebas estadísticas

Para conocer la semejanza entre dos muestras solo considerando la composición de especies, se utilizó los índices de Jaccard y Sorensen, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

Análisis espacial

Para la integración de registros con cartografía de coberturas se utilizó el Software licenciado ArcGIS Pro, para producir mapas de distribución espacial de registros y superponer con capas de uso el suelo y fragmentación.

Evaluación de servicios ecosistémicos

Para la evaluación de la polinización, se usaron evidencias de comportamientos (fotografías) y referencias bibliográficas sobre especies reportadas como polinizadoras para inferir en el rol.

Para la evaluación del aporte trófico y biodiversidad, se evaluó la presencia de especies clave que actúan como recurso alimenticio para depredadores y su contribución a la complejidad trófica, usando indicadores de abundancia relativa y publicaciones de referencia.

Valoración del potencial socioeconómico (ecoturismo y biocomercio)

Se construyó una matriz de criterios ponderada (atractivo visual 0-5, detectabilidad 0-5, abundancia 0-5, estacionalidad 0-5, viabilidad de reproducción controlada 0-5, categoría de conservación 0-5, marco legal 0-5). Se asignaron puntajes totales por especie o agrupación indicando su idoneidad para inclusión en portafolios de turismo científico y/o actividades de biocomercio. Se efectuó un análisis cualitativo de riesgos y beneficios, y recomendaciones sobre prácticas de manejo sostenible (captura temporal para mariposarios educativos con protocolos de cría, prohibición de extracción indiscriminada, necesidad de permisos y trazabilidad).

Presentación de resultados

Para la presentación de los resultados se elaboraron tablas de riqueza y abundancia por cobertura y municipio, gráficos de índices de diversidad y equidad, mapas de distribución y mapas de idoneidad para ecoturismo/biocomercio y fichas técnicas de especies prioritarias con recomendaciones de manejo.

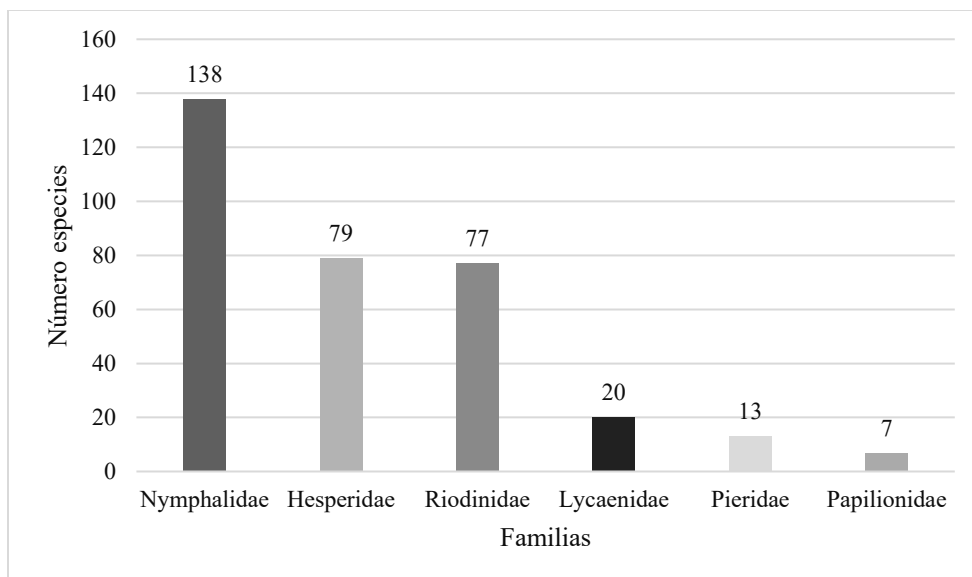
Resultados

Listado Especies de Mariposas Diurnas

Durante el periodo de muestreo (2020–2021) se registró un total de 334 especies de mariposas diurnas, distribuidas en 6 familias principales: Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae, Lycaenidae, Riodinidae y Hesperidae. La familia Nymphalidae presentó la mayor riqueza con 138 especies (41,3%), seguida de Hesperidae con 79 especies (23,7%), Riodinidae con 77 especies (23,1%), Lycaenidae con 20 especies (6%), Pieridae con 13 especies (3,9%) y Papilionidae con 7 especies (2,1 %).

Figura 5

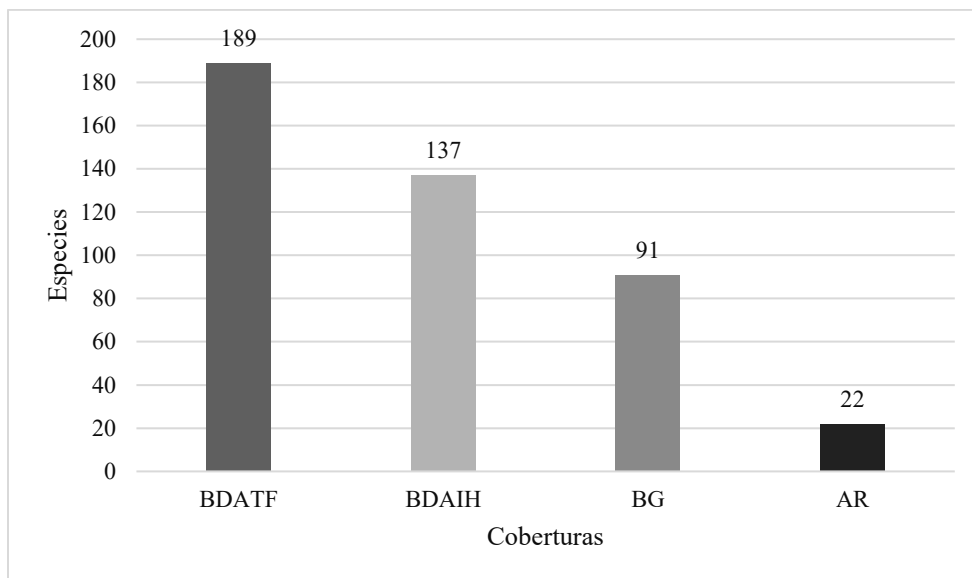
Riqueza de especies por familia



Fuente. Autoría Propia.

Figura 6

Riqueza de especies por cobertura



Fuente. Autoría Propia.

Los mayores valores de riqueza específica se observaron en el Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATE) con 189 especies, seguido respectivamente por Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH) con 137 especies, mientras que los valores más bajos se registraron en Bosque de Galería (BG) con 91 especies y Afloramiento Rocoso (AR) con 22 especies.

Índices de Shannon y Simpson

Los índices de diversidad calculados a nivel de especie mostraron diferencias claras entre las cuatro coberturas evaluadas: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATE), Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH), Bosque de Galería (BG) y Afloramiento Rocoso (AR). Los valores obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 4*Índices de Simpson y Shannon*

Cobertura	Dominancia (D)	Simpson (1-D)	Shannon (H')
BDAIF	0,007	0,993	5,105
BDAIH	0,004	0,996	4,741
BG	0,008	0,992	4,365
AR	0,071	0,929	3,035

Fuente. Autoría Propia.

Los valores de Shannon oscilaron entre 3,035 y 5,105, lo que indica, una alta diversidad en bosques densos (BDAIF, BDAIH), diversidad moderada en bosque de galería (BG) y diversidad baja en afloramiento rocoso (AR).

La diversidad más alta corresponde a BDAIF con $H'=5,105$, donde la riqueza y equitatividad sugieren un ambiente estructuralmente complejo, con alta disponibilidad de recursos (néctar, hospederas), y con microhábitats variados. Este patrón concuerda con estudios en bosques densos amazónicos donde las mariposas diurnas presentan mayor diversidad específica (Andrade-C., 2011; García & Constantino, 2016).

La diversidad de BDAIH con $H'=4,741$, aunque ligeramente menor que BDAIF, sigue siendo alta diversidad. Los bosques inundables amazónicos mantienen una diversidad marcada por más influenciada por; pulsos hídricos, estacionalidad y cambios en disponibilidad de plantas hospederas (Duque et al., 2019).

La diversidad de BG con $H' = 4,365$ es alta pero menor a los bosques densos, en esta cobertura de bosque de galería, la estructura lineal y la mayor incidencia de luz solar modifican la comunidad de especies, favoreciendo en bordes o ecotonos (Casas-Pinilla et al., 2017).

La diversidad de AR con $H' = 3,035$ es la más baja, esto se atribuye a estrés térmico, baja cobertura vegetal, escasez de hospederas, altas temperaturas y radiación solar. En afloramientos rocosos amazónicos, estudios similares han encontrado reducciones significativas de la diversidad de Lepidoptera (García-Robledo et al., 2021).

El índice de Simpson refuerza los patrones de Shannon, en este se observa que las coberturas más diversas corresponden a BDAIH con 0,996, BDATF con 0,993 y BG con 0,992.

La cobertura menos diversa corresponde a AR con 0,929, presentando alta dominancia con 0,071, notablemente mayor que en las demás coberturas (0,004-0,008), lo cual indica; Pocas especies muy abundantes, reducción de equitatividad y comunidades empobrecidas con presencia de colonizadoras generalistas.

Finalmente, las coberturas más boscosas y heterogéneas reflejan mayor diversidad y menor dominancia, y las coberturas abiertas y estresantes reflejan una menor diversidad y mayor dominancia. Este patrón coincide con los reportes en la Amazonia colombiana donde la estructura vegetal y la estabilidad del microclima son los principales determinantes de la diversidad de mariposas diurnas (Murcia et al., 2020).

Índices Similitud de Jaccard y Sørensen

Los valores obtenidos para los índices de similitud de Jaccard y Sørensen oscilaron entre 4,98% y 27,86%, lo cual indica una baja similitud entre las coberturas. Esto sugiere que la diversidad beta es alta, es decir, que existe un recambio marcado de especies entre los tipos de

cobertura. Este patrón es típico en zonas ambientalmente heterogéneas de la Amazonia y la Orinoquia, donde la variación en humedad, estructura y disponibilidad de recursos genera comunidades distintas incluso a escala local (Escobar et al., 2005; Vásquez & Salazar, 2018).

Tabla 5

Índices de similitud

Similitud coberturas	Indice sorensen	Indice jaccard
BDAIF_BDAIH	20,86	11,64
BDAIF_BG	27,86	16,18
BDAIF_AR	9,48	4,98
BDAIH_BG	27,19	15,74
BDAIH_AR	12,58	6,71
BG_AR	19,47	10,78

Fuente. Autoría Propia.

- **BDAIF-BDAIH**

Existe una baja similitud entre las comunidades de mariposas de ambas coberturas, a pesar de que comparten estructura arbórea densa. Esto indica que la inundabilidad (presente en BDAIH) es un factor que modifica fuertemente la composición de especies, favoreciendo mariposas adaptadas a microclimas más húmedos y con mayor presencia de plantas hospedadoras específicas.

- **BDAIF – BG**

Estas dos coberturas presentan una de las similitudes más altas del estudio, aunque sigue siendo baja. Sugiere que BDAIF y BG comparten un cierto número de especies generalistas,

capaces de ocupar tanto bosques densos como zonas ribereñas o de caños. Aun así, el bosque de galería mantiene especies exclusivas asociadas a humedad alta y vegetación ribereña.

- **BDATF – AR**

Es la similitud más baja entre todas las comparaciones, evidenciando que AR alberga una comunidad de mariposas muy distinta, posiblemente dominada por especies de ambientes abiertos, xerofíticos y con alta radiación solar. BDATF en cambio mantiene especies de sombra y microhábitats más húmedos.

- **BDAIH – AR**

En estas dos coberturas la similitud es baja, el contraste entre un bosque inundable y un afloramiento rocoso es muy marcado, por lo que se espera una fuerte divergencia en la composición. La diferencia en estructura vegetal y disponibilidad de recursos explica la baja coincidencia de especies.

- **BG – AR**

Aunque ambos ambientes están relativamente expuestos, la similitud sigue siendo baja. El bosque de galería mantiene mayor humedad y diversidad de plantas hospederas, mientras que AR tiene condiciones más secas y abiertas. Esto favorece especies adaptadas a ambientes contrastantes.

En este sentido, las coberturas BDATF-BG y BDAIH-BG registraron las similitudes más altas (aunque aún bajas), lo que coincide con estudios realizados en la Amazonia colombiana donde coberturas con mayor humedad tienden a compartir especies generalistas que se adaptan a sotobosques sombreados o microclimas más húmedos (Andrade-C., 2011)

Por el contrario, los valores más bajos entre BDATF-AR y BDAIH-AR evidencian que el afloramiento rocoso alberga una comunidad especializada, asociada a condiciones más abiertas, secas y con alta incidencia solar. En regiones del Guaviare y Guainía se ha documentado que ambientes expuestos y rupícolas soportan ensamblajes particulares de mariposas tolerantes a mayor estrés térmico y fluctuaciones microclimáticas (Rangel-Ch., 2015).

Finalmente, la baja similitud entre coberturas (< 30%) indica que cada ambiente aporta una fracción única de la diversidad regional. Esto refuerza la importancia de conservar la heterogeneidad del paisaje amazónico-orinoquense, pues la pérdida de una sola cobertura puede reducir significativamente la diversidad total, tal como se ha observado en evaluaciones de biodiversidad para la región (Trujillo & Maldonado-Ocampo, 2010; Amat-García & Andrade-C., 2016).

Por otro lado, los análisis de Jaccard indicaron una baja similitud entre coberturas antropizadas y naturales ($J = 0.42$ entre bosque y pastizal), lo que sugiere una marcada diferenciación en la composición de especies debido a la modificación del paisaje.

Especies exclusivas por cobertura

Tabla 6

Especies exclusivas por cobertura de la tierra

Familias	Cobertura			
	BDATF	BDAIH	BG	AR
Nymphalidae	58	41	18	2
Hesperiidae	35	20	5	1
Riodinidae	26	17	9	3
Lycaenidae	7	2	2	
Pieridae	3	6	1	
Papilionidae	5	1	1	

TOTAL	134	87	36	6
-------	-----	----	----	---

Fuente. Autoría Propia.

Frente a la exclusividad de las especies por cobertura de la tierra el estudio demuestra que la cobertura que tiene una mayor exclusividad corresponde a BDATEF, seguidos por BDAIH, BG y AR. La familia con mayor exclusividad corresponde a Nymphalidae, seguido por Hesperidae y Riodinidae.

A continuación como producto de esta sección se presenta el listado de las especies de mariposas diurnas de las 4 coberturas de la tierra analizadas, las cuales corresponden a un total de 334 especies.

Tabla 7

Listado de especies de mariposas diurnas

Número	Familia	Epíteto específico	Cobertura Tierra			
			BDATEF	BDAIH	BG	AR
1	Hesperidae	<i>Aides aegita</i>	1			
2	Hesperidae	<i>Aides brino</i>	1			
3	Hesperidae	<i>Aides sp</i>	1			
4	Hesperidae	<i>Anastrus naeris</i>		1		
5	Hesperidae	<i>Anastrus sempiternus</i>		1		
6	Hesperidae	<i>Anastrus sp</i>	1			
7	Hesperidae	<i>Anastrus tolimus</i>	1		1	
8	Hesperidae	<i>Anthoptus epictetus</i>		4	5	2
9	Hesperidae	<i>Artines trogon</i>	1			
10	Hesperidae	<i>Augiades epimethea bicolor</i>	2			
11	Hesperidae	<i>Augiades vespasius</i>	1			
12	Hesperidae	<i>Autochton neis</i>	3	3	1	
13	Hesperidae	<i>Bolla cupreiceps</i>		1		
14	Hesperidae	<i>Burnsius orcus</i>	4	2		
15	Hesperidae	<i>Callimormus corades</i>	2		1	
16	Hesperidae	<i>Callimormus saturnus</i>			1	
17	Hesperidae	<i>Callimormus sp</i>	2	2		

18	Hesperiidae	<i>Carystoides cathaea</i>	1			
19	Hesperiidae	<i>Cecropterus albimargo</i>	1	1		
20	Hesperiidae	<i>Cecropterus sp</i>	2	1	4	1
21	Hesperiidae	<i>Cecropterus zarex</i>	2		1	1
22	Hesperiidae	<i>Celaenorrhinus eligius</i>			1	
23	Hesperiidae	<i>Chioides catillus</i>	1		1	
24	Hesperiidae	<i>Cobalus virbius</i>		1		
25	Hesperiidae	<i>Cogia calchas</i>	4	1	1	
26	Hesperiidae	<i>Cymaenes alumna</i>		1		
27	Hesperiidae	<i>Cymaenes trebius</i>		1		
28	Hesperiidae	<i>Dubiella dubius</i>		2		
29	Hesperiidae	<i>Eantis thraso</i>	1	2	1	
30	Hesperiidae	<i>Ebusus ebusus ebusus</i>	1			
31	Hesperiidae	<i>Euriphellus euribates</i>	1			
32	Hesperiidae	<i>Evansiella cordela</i>	1			
33	Hesperiidae	<i>Gorgythion beggina</i>				1
34	Hesperiidae	<i>Helias cama</i>		1		
35	Hesperiidae	<i>Heliopetes arsalte</i>	1	2		
36	Hesperiidae	<i>Justinia phaetusa</i>	1			
37	Hesperiidae	<i>Lerema geisa</i>	5	1	5	
38	Hesperiidae	<i>Milanion clito</i>			1	
39	Hesperiidae	<i>Mircroceris sp</i>	1			
40	Hesperiidae	<i>Mnasicles vopiscus</i>	1			
41	Hesperiidae	<i>Mylon cristata</i>	1			
42	Hesperiidae	<i>Mylon maimon</i>	1			
43	Hesperiidae	<i>Mysoria barcastus</i>	1			
44	Hesperiidae	<i>Nisoniades benda</i>		1		
45	Hesperiidae	<i>Nisoniades panama</i>			1	
46	Hesperiidae	<i>Orses cynisca</i>	3			
47	Hesperiidae	<i>Ouleus fridericus</i>		3		
48	Hesperiidae	<i>Panoquina fusina sonta</i>	1			
49	Hesperiidae	<i>Panoquina sp</i>	2			
50	Hesperiidae	<i>Pellicia dimidata</i>		1		
51	Hesperiidae	<i>Perichares adela</i>		1	3	
52	Hesperiidae	<i>Phanus ecitonorum</i>	1			
53	Hesperiidae	<i>Phanus sp</i>	1			
54	Hesperiidae	<i>Phocides sp</i>	1			

55	Hesperiidae	<i>Polites vibex</i>			1	
56	Hesperiidae	<i>Pompeius dares</i>	2			
57	Hesperiidae	<i>Pompeius pompeius</i>		2	2	
58	Hesperiidae	<i>Pyrrhopyge thericles</i>		1	1	1
59	Hesperiidae	<i>Pythonides jovianus</i>	4		1	
60	Hesperiidae	<i>Quadrus cerialis</i>	1			
61	Hesperiidae	<i>Quadrus contubernalis contubernalis</i>		1		
62	Hesperiidae	<i>Quadrus deyrollei deyrollei</i>	3			
63	Hesperiidae	<i>Quadrus juxta</i>	1			
64	Hesperiidae	<i>Racta plasma</i>	1			
65	Hesperiidae	<i>Saliana salius</i>		2		
66	Hesperiidae	<i>Saliana sp</i>	1	1		
67	Hesperiidae	<i>Sostrata pusilla</i>	1			
68	Hesperiidae	<i>Spathilepia clonius</i>	1			
69	Hesperiidae	<i>Spicauda tanna</i>		1		
70	Hesperiidae	<i>Spioniades artemides</i>		1		
71	Hesperiidae	<i>Talides sergestus</i>	1			
72	Hesperiidae	<i>Telemiades amphion</i>	1	3		
73	Hesperiidae	<i>Thracides phidon</i>		1		
74	Hesperiidae	<i>Tirynthoides lotana</i>	1			
75	Hesperiidae	<i>Urbanus belli</i>		1		
76	Hesperiidae	<i>Urbanus dorantes</i>	1		1	2
77	Hesperiidae	<i>Vettius phyllus</i>		4		
78	Hesperiidae	<i>Vettius sp</i>	1			
79	Hesperiidae	<i>Xenophanes tryxus</i>	1	3	2	1
80	Lycaenidae	<i>Arawacus separata</i>		1	1	
81	Lycaenidae	<i>Arawacus sp</i>	3		1	
82	Lycaenidae	<i>Brangas getus</i>		1	1	
83	Lycaenidae	<i>Calycopis bellera</i>	1			
84	Lycaenidae	<i>Calycopis demonassa</i>		1		
85	Lycaenidae	<i>Calycopis sp</i>	1	1	2	
86	Lycaenidae	<i>Celmia celmus</i>	1	3		1
87	Lycaenidae	<i>Hemiargus hanno</i>	3	1	1	
88	Lycaenidae	<i>Ministrymon una</i>	1	2	1	
89	Lycaenidae	<i>Ocaria ocrisia</i>	2			
90	Lycaenidae	<i>Olynthus avoca</i>	3			
91	Lycaenidae	<i>Olynthus narbal</i>			1	

92	Lycaenidae	<i>Porthocla sp</i>	1		
93	Lycaenidae	<i>Pseudolycaena marsyas</i>			1
94	Lycaenidae	<i>Strephonota adela</i>	1		
95	Lycaenidae	<i>Theritas hemon</i>		1	1
96	Lycaenidae	<i>Theritas mavors</i>	1		1
97	Lycaenidae	<i>Theritas phegeus</i>		1	
98	Lycaenidae	<i>Thestius lycabas</i>	1		
99	Lycaenidae	<i>Thestius meridionalis</i>	1		
100	Nymphalidae	<i>Actinote antea</i>		1	
101	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea marcia</i>			1
102	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea nohua</i>			1
103	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea olbia</i>			1
104	Nymphalidae	<i>Adelpha melona leucocoma</i>		1	
105	Nymphalidae	<i>Adelpha sp</i>	1	1	
106	Nymphalidae	<i>Adelpha thoasa thoasa</i>			1
107	Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae vanillae</i>		2	
108	Nymphalidae	<i>Anarthia amathea</i>		2	
109	Nymphalidae	<i>Anartia jatrhophae</i>		2	
110	Nymphalidae	<i>Antirrhea philaretus</i>	1		1
111	Nymphalidae	<i>Baeotus baeoutus</i>	2		
112	Nymphalidae	<i>Baeotus sp</i>	1		
113	Nymphalidae	<i>batesia hypochlora</i>		1	
114	Nymphalidae	<i>Bia actorion</i>	2		
115	Nymphalidae	<i>Biblis hyperia aganise</i>		2	
116	Nymphalidae	<i>Caeruleptychia lobelia</i>	3		
117	Nymphalidae	<i>Caligo sp</i>	3	1	1
118	Nymphalidae	<i>Callicore cynosura</i>	2		
119	Nymphalidae	<i>Callithomia lena obfuscata</i>		2	1
120	Nymphalidae	<i>Castilia ofella</i>			1
121	Nymphalidae	<i>Catoblepia berecynthia</i>			1
122	Nymphalidae	<i>Catoblepia xanthicles</i>	1		
123	Nymphalidae	<i>Catonephele acontius</i>		1	
124	Nymphalidae	<i>Catonephele antinoe</i>		2	
125	Nymphalidae	<i>Cepheptychia cephus</i>			1
126	Nymphalidae	<i>Chloreptychia agatha</i>		1	
127	Nymphalidae	<i>Chloreptychia callichloris</i>	3		1
128	Nymphalidae	<i>Chloreptychia sp</i>	1	1	

129	Nymphalidae	<i>Chloreuptychia tolumnia</i>	3		
130	Nymphalidae	<i>Chlosyne lacinia</i>	3		
131	Nymphalidae	<i>Cissia confusa</i>	2		
132	Nymphalidae	<i>Cissia penelope</i>	1		
133	Nymphalidae	<i>Cissia sp</i>	3		4
134	Nymphalidae	<i>Cithaerias aurora phantoma</i>	1		
135	Nymphalidae	<i>Colobura dirce</i>	1		
136	Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i>	1		
137	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>	2		
138	Nymphalidae	<i>Diaethria clymena clymena</i>	1		
139	Nymphalidae	<i>Doxocopa sp</i>	1		
140	Nymphalidae	<i>Dryadula phaetusa</i>	2		2
141	Nymphalidae	<i>Dryas iulia iulia</i>	1		
142	Nymphalidae	<i>Ectima iona</i>	1		1
143	Nymphalidae	<i>Eresia datis</i>	1		
144	Nymphalidae	<i>Erichthodes jovita</i>	1		
145	Nymphalidae	<i>Eryphanis lycomedon</i>	1		
146	Nymphalidae	<i>Eueides aliphera</i>			1
147	Nymphalidae	<i>Eunica amelia erroneata</i>	2		
148	Nymphalidae	<i>Eunica chlororhoa mira</i>	1		
149	Nymphalidae	<i>Eunica clytia</i>			1
150	Nymphalidae	<i>Eunica marsolia fasula</i>	1		
151	Nymphalidae	<i>Eunica orphise</i>	2		
152	Nymphalidae	<i>Eunica sp</i>	1	1	
153	Nymphalidae	<i>Eunica sydonia carese</i>	3		
154	Nymphalidae	<i>Euptychia meta</i>	1		
155	Nymphalidae	<i>Euptychia mollina</i>	2		3 2
156	Nymphalidae	<i>Euptychia sp</i>	3		1
157	Nymphalidae	<i>Godyris zavaleta</i>	4		
158	Nymphalidae	<i>Haetera piera</i>	3		1
159	Nymphalidae	<i>Heliconius erato reductimacula</i>	2		
160	Nymphalidae	<i>Heliconius melpomene</i>	2		
161	Nymphalidae	<i>Heliconius numata</i>			1
162	Nymphalidae	<i>Heliconius numata superioris</i>			1
163	Nymphalidae	<i>Heliconius pardalinus</i>	2		
164	Nymphalidae	<i>Heliconius sara</i>	11		
165	Nymphalidae	<i>Heliconius sp</i>	1		

166	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia hermes</i>		3	4	
167	Nymphalidae	<i>Heterosais nephele gedera</i>	1			
168	Nymphalidae	<i>Historis odius</i>	1			
169	Nymphalidae	<i>Hympha clytemenestra</i>	1			
170	Nymphalidae	<i>Hypanartia lethe</i>	2			
171	Nymphalidae	<i>Hypoleria sarepta sydonia</i>				1
172	Nymphalidae	<i>Hypothyris fluonia rowena</i>		3		
173	Nymphalidae	<i>Hypothyris semifulva</i>		1		
174	Nymphalidae	<i>Hypothyris sp</i>	1			1
175	Nymphalidae	<i>Ithomia iphianassa</i>	1			
176	Nymphalidae	<i>Ithomia salapia</i>	1			
177	Nymphalidae	<i>Janatella leucodesma</i>	1			
178	Nymphalidae	<i>Juniona genoveva incarnata</i>		2		
179	Nymphalidae	<i>Junonia genoveva</i>	1			
180	Nymphalidae	<i>Lycorea pasinuntia</i>	2			
181	Nymphalidae	<i>Lycorea halia artegatis</i>	1			
182	Nymphalidae	<i>Magneuptychia libye</i>				1
183	Nymphalidae	<i>Magneuptychia sp</i>	6	1		2
184	Nymphalidae	<i>Marpesia berania</i>	2			
185	Nymphalidae	<i>Marpesia chiron</i>	2	2		
186	Nymphalidae	<i>Marpesia crethon</i>	2			
187	Nymphalidae	<i>Marpesia petreus</i>		1		
188	Nymphalidae	<i>Marpesia themistocles norica</i>	1			
189	Nymphalidae	<i>Marpesia tutelina</i>	2			
190	Nymphalidae	<i>Mazia amazonica amazonica</i>		2		
191	Nymphalidae	<i>Mcclungia cymo</i>	1			
192	Nymphalidae	<i>Mechanitis dorissides</i>	2			
193	Nymphalidae	<i>Mechanitis menapis</i>	1			1 1
194	Nymphalidae	<i>Mechanitis polymnia</i>	2	1		
195	Nymphalidae	<i>Mechanitis sp</i>	2			
196	Nymphalidae	<i>Melinaea ludovica</i>	1			
197	Nymphalidae	<i>Memphis acidalia</i>				2
198	Nymphalidae	<i>Memphis glauce</i>	1			
199	Nymphalidae	<i>Metamorpha elissa</i>		3		
200	Nymphalidae	<i>Moprho menealus occidentalis</i>	2			
201	Nymphalidae	<i>Napeogenes sp</i>	1			
202	Nymphalidae	<i>Neruda aoede</i>				1

203	Nymphalidae	<i>Nessaea aglaura</i>	3		
204	Nymphalidae	<i>Nessaea hewitsoni</i>	1		
205	Nymphalidae	<i>Oleria onega</i>		2	
206	Nymphalidae	<i>Opsiphanes tamarindi</i>		1	
207	Nymphalidae	<i>Opsiphanes sp</i>	1		
208	Nymphalidae	<i>Opsiphanes tamarindi</i>		1	
209	Nymphalidae	<i>Panacea procilla divalis</i>			1
210	Nymphalidae	<i>Panacea procilla procilla</i>	1		
211	Nymphalidae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>		1	1
212	Nymphalidae	<i>Pareuptychia summandosa</i>		6	
213	Nymphalidae	<i>Paulogramma pyracmon peristera</i>		1	
214	Nymphalidae	<i>Philaethria dido</i>	1		
215	Nymphalidae	<i>Piera lamis</i>	1		
216	Nymphalidae	<i>Pierella hortona</i>	1		
217	Nymphalidae	<i>Pierella lamia</i>	1		
218	Nymphalidae	<i>Pierella lamia chalybaea</i>		1	
219	Nymphalidae	<i>Pierella lena</i>	1		
220	Nymphalidae	<i>Pierella sp</i>			1
221	Nymphalidae	<i>Prepona laertes</i>	2		
222	Nymphalidae	<i>Pseudodebis marpessa</i>		1	
223	Nymphalidae	<i>Pseudoscada florula aureola</i>	1		
224	Nymphalidae	<i>Pyrrhogyra amphiro</i>		1	
225	Nymphalidae	<i>Sais rosalia</i>		1	
226	Nymphalidae	<i>Selenophanes cassiope amplior</i>			1
227	Nymphalidae	<i>Splendeuptychia gera gera</i>	1		
228	Nymphalidae	<i>Taygetis andromeda</i>		2	
229	Nymphalidae	<i>Taygetis echo volutina</i>	2		
230	Nymphalidae	<i>Taygetis kerea</i>		2	1
231	Nymphalidae	<i>Taygetis sosis</i>	1		
232	Nymphalidae	<i>Taygetis sp</i>			1
233	Nymphalidae	<i>Taygetis thamyra</i>		1	1
234	Nymphalidae	<i>Temenis laothoe columbiana</i>		1	
235	Nymphalidae	<i>Tigridia acesta</i>	1		1
236	Nymphalidae	<i>Tithorea harmonia</i>		2	
237	Nymphalidae	<i>Zaretis falcis</i>	2		
238	Papilionidae	<i>Battus polydama</i>	1		
239	Papilionidae	<i>Battus sp</i>	1		

240	Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades</i>	1		
241	Papilionidae	<i>Heraclides torquatus torquatus</i>			2
242	Papilionidae	<i>Parides sesostris sesostris</i>	1		
243	Papilionidae	<i>Parides sp</i>	1		
244	Papilionidae	<i>Protesilaus telesiaus telesilaus</i>		1	
245	Pieridae	<i>Anteos menippe</i>		1	
246	Pieridae	<i>Dismorphia amphione</i>		2	
247	Pieridae	<i>Dismorphia theucharila lysinoe</i>	1		
248	Pieridae	<i>Enantia lina</i>		4	
249	Pieridae	<i>Eurema albula albula</i>		1	
250	Pieridae	<i>Eurema sp</i>		1	
251	Pieridae	<i>Glutophrissa drusilla</i>	2		
252	Pieridae	<i>Itaballia demophile calydonia</i>			1
253	Pieridae	<i>Moschoneura pinthous monica</i>	2		1
254	Pieridae	<i>Phoebis argante larra</i>	1	2	
255	Pieridae	<i>Phoebis sennae marcellina</i>		1	
256	Pieridae	<i>Pyrisitia leuce athalia</i>	1	3	
257	Pieridae	<i>Rhabdodryas trite</i>	1		
258	Riodinidae	<i>Adelotypa argiela</i>	2		
259	Riodinidae	<i>Amarynthis meneria</i>	2	1	
260	Riodinidae	<i>Ancyluris aulestes jocularis</i>			3
261	Riodinidae	<i>Ancyluris meliboeus eudaemon</i>	3	1	1
262	Riodinidae	<i>Ancyluris sp</i>		1	
263	Riodinidae	<i>Argyrogrammana trochilia</i>			1
264	Riodinidae	<i>Ariconis erostratus</i>	2		2
265	Riodinidae	<i>Calephelis iris</i>	4		
266	Riodinidae	<i>Calephelis sp</i>		1	
267	Riodinidae	<i>Calospila emylius</i>	3		
268	Riodinidae	<i>Calydna catana</i>		1	
269	Riodinidae	<i>Caria Castalia</i>	1	1	
270	Riodinidae	<i>Caria rhacotis</i>	1		
271	Riodinidae	<i>Caria sp</i>	1		
272	Riodinidae	<i>Cariomothis erythromelas</i>	1		
273	Riodinidae	<i>Chorinea batesii</i>		1	
274	Riodinidae	<i>Chorinea octaius</i>		1	
275	Riodinidae	<i>Cremma heteroea</i>			1 1
276	Riodinidae	<i>Crocozona coecias arcuata</i>		2	

277	Riodinidae	<i>Detritivora cleonus</i>	3			
278	Riodinidae	<i>Echenais telephus</i>	1			
279	Riodinidae	<i>Emesis cerea cerea</i>		1		1
280	Riodinidae	<i>Emesis sp</i>	2			
281	Riodinidae	<i>Eurybia caerulescens</i>	2			
282	Riodinidae	<i>Eurybia elvina</i>		2		
283	Riodinidae	<i>Eurybia elvina elvina</i>	1			
284	Riodinidae	<i>Eurybia sp</i>	1			
285	Riodinidae	<i>Euselasia alcmena</i>	1			2
286	Riodinidae	<i>Euselasia brevicauda</i>	1	2		
287	Riodinidae	<i>Euselasia eutychnus</i>		3		
288	Riodinidae	<i>Euselasia fabia fabia</i>				1
289	Riodinidae	<i>Euselasia fervida</i>	1			
290	Riodinidae	<i>Euselasia melaphaea</i>	2			1
291	Riodinidae	<i>Euselasia mirania</i>				1
292	Riodinidae	<i>Euselasia orfita</i>	1	1		
293	Riodinidae	<i>Euselasia sp</i>	1	2		2 2
294	Riodinidae	<i>Hyphilaria nicia</i>		1		
295	Riodinidae	<i>Juditha amazonensis praeclarum</i>	1			
296	Riodinidae	<i>Lasaia agesilas</i>				1
297	Riodinidae	<i>Lemonias egaensis</i>				1
298	Riodinidae	<i>Livendula huebneri huebneri</i>	3			
299	Riodinidae	<i>Livendula violacea</i>	1			
300	Riodinidae	<i>Melanis marathon</i>		1		
301	Riodinidae	<i>Melanis sp</i>		1		
302	Riodinidae	<i>Menander pretus picta</i>		1		
303	Riodinidae	<i>Mesene leucophrys</i>	1			1
304	Riodinidae	<i>Mesopthalma mirita</i>	1			2
305	Riodinidae	<i>Mesosemia cippus</i>		1		
306	Riodinidae	<i>Mesosemia cyanira</i>	1			1
307	Riodinidae	<i>Mesosemia evias</i>	1			1
308	Riodinidae	<i>Mesosemia gneris</i>				2
309	Riodinidae	<i>Mesosemia judicialis</i>				1
310	Riodinidae	<i>Mesosemia machaera</i>				1
311	Riodinidae	<i>Mesosemia machaera machaera</i>				1
312	Riodinidae	<i>Mesosemia melpia</i>	1			
313	Riodinidae	<i>Mesosemia menoetes mennonia</i>	1			

314	Riodinidae	<i>Mesosemia philocles agabella</i>	2		1
315	Riodinidae	<i>Mesosemia sp</i>	4	1	2
316	Riodinidae	<i>Mesosemia telegone</i>	1		
317	Riodinidae	<i>Metacharis lucius</i>		4	
318	Riodinidae	<i>Monethe albertus</i>			1
319	Riodinidae	<i>Nymphidium azanoides amazonicus</i>	1	2	
320	Riodinidae	<i>Nymphidium fulminans sardinata</i>		1	
321	Riodinidae	<i>Nymphidium leucosia semiramis</i>	2		
322	Riodinidae	<i>Nymphidium onaeum</i>		1	1
323	Riodinidae	<i>Parcella amarynthina</i>	1		
324	Riodinidae	<i>Pterophthalma tullius</i>			1
325	Riodinidae	<i>Rhethus periander</i>	1		
326	Riodinidae	<i>Rhetus periander</i>	3		
327	Riodinidae	<i>Riodina lysippus lysias</i>		5	1
328	Riodinidae	<i>Sarota gyas</i>	1		1
329	Riodinidae	<i>Sarota miranda</i>	1	2	1 1
330	Riodinidae	<i>Setabis sp</i>	1		
331	Riodinidae	<i>Syrmatia lamia</i>	1		
332	Riodinidae	<i>Theope philotes</i>	1		
333	Riodinidae	<i>Theope virgilius</i>		2	
334	Riodinidae	<i>Thisbe molela</i>		1	

Fuente. Autoría Propia.

Mapa de Distribución de Familias por Localidad y Cobertura

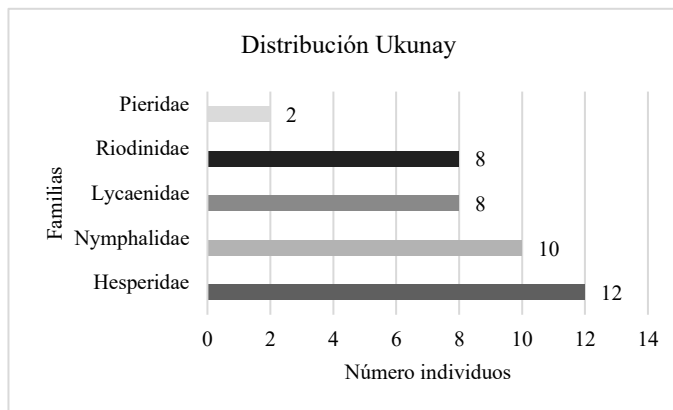
A continuación se presentan 14 mapas de distribución de las especies de mariposas diurnas asociadas a cada sendero, localidad y cobertura. Esta información es presentada de esta forma, dado que, permite una mejor visualización de la información, esto en aras de garantizar una mayor calidad en la presentación de la misma. Se inicia con la cobertura de BDATF asociadas a los senderos de Ukunay, Triunfo II, La Virgen, La Cristalina y Puerto Cubarro, BDAIH asociadas a los senderos de Buena vista II, Panure y Nazareth, BG asociados a los senderos de El Jordán, El Tigre y La Fuguita, y AR asociadas a los senderos de La Pradera y Los Venados.

Figura 7

Mapa de distribución de familias en sendero Ukunay (BDATF)



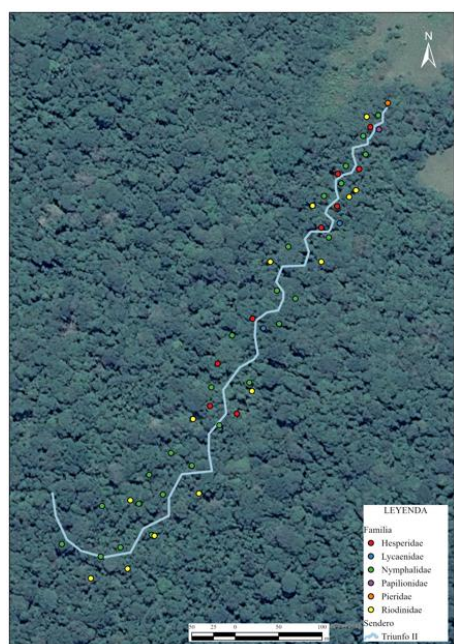
Nota. El sendero Ukunay presenta una mayor abundancia para la familia Hesperidae con 14 individuos, seguidos respectivamente por Nymphalidae con 10 individuos, Lycaenidae con 8 individuos, Riodinidae con 8 individuos y Pieridae con 2 individuos.



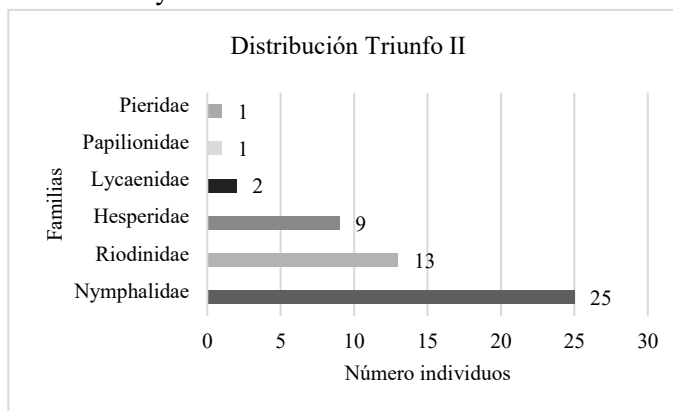
Nota. Sendero Ukunay (BDATF)

Figura 8

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Triunfo II (BDATF)



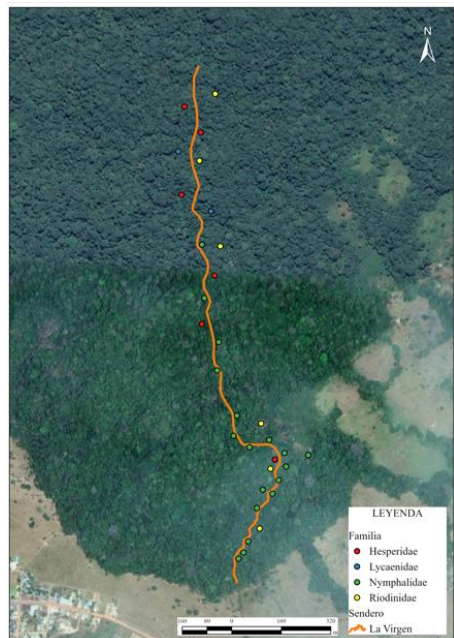
Nota. El sendero Triunfo II presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 25 individuos, seguidos respectivamente por Riodinidae con 13 individuos, Hesperidae con 9 individuos, Lycaenidae con 2 individuos, Papilionidae con 1 individuo y Pieridae con 1 individuo.



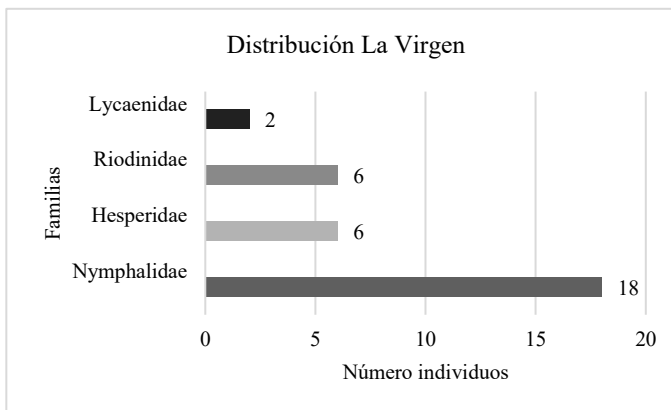
Nota. Sendero Triunfo II (BDATF)

Figura 9

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Virgen (BDATF)



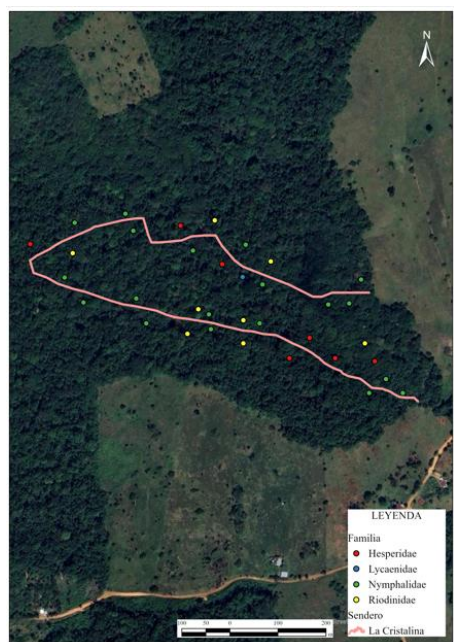
Nota. El sendero La Virgen presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 18 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 6 individuos, Riodinidae con 6 individuos y Lycaenidae con 1 individuo.



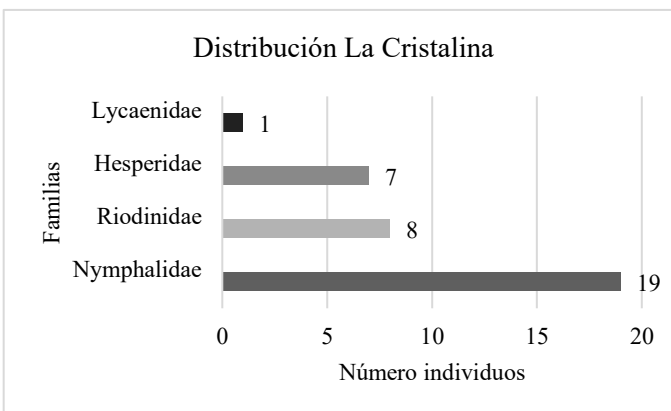
Nota. Sendero La Virgen (BDATF)

Figura 10

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Cristalina (BDATF)



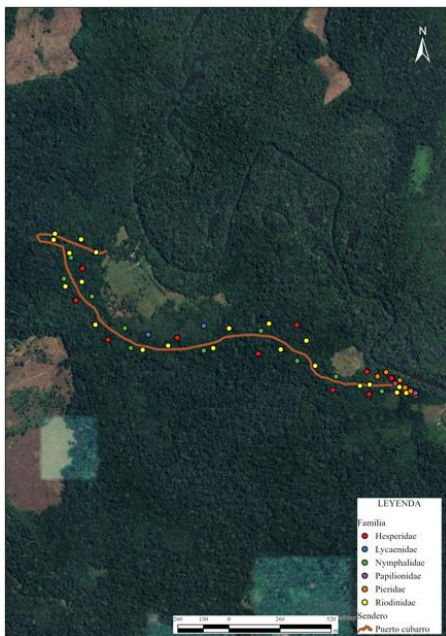
Nota. El sendero La Cristalina presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 19 individuos, seguidos respectivamente por Riodinidae con 8 individuos, Hesperidae con 7 individuos y Lycaenidae con 1 individuo.



Nota. Sendero La Cristalina (BDATF)

Figura 11

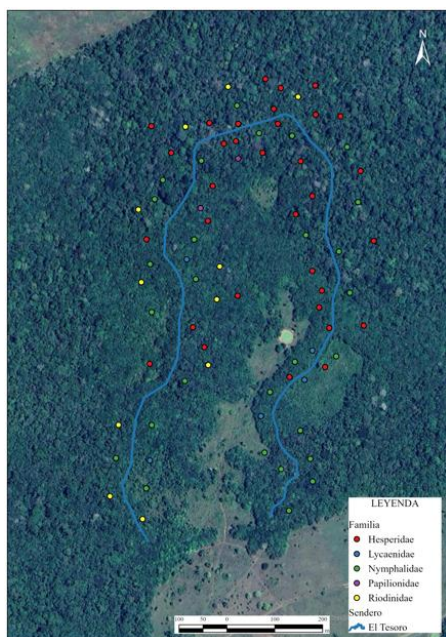
Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Puerto cubarro (BDATF)



Nota. Sendero Puerto cubarro (BDATF)

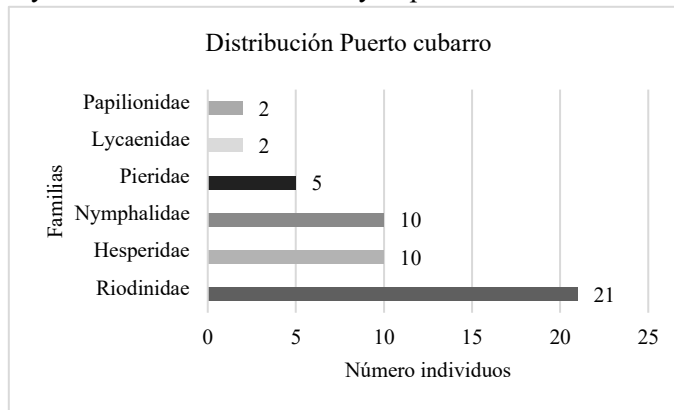
Figura 12

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero El Tesoro (BDATF)



Nota. Sendero El Tesoro (BDATF)

Nota. El sendero Puerto cubarro presenta una mayor abundancia para la familia Riodinidae con 21 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 10 individuos, Nymphalidae con 10 individuos y Pieridae con 5 individuos, Lycaenidae con 2 individuos y Papilionidae con 2 individuos.



Nota. El sendero El Tesoro presenta una mayor abundancia para la familia Hesperidae con 33 individuos, seguidos respectivamente por Nymphalidae con 28 individuos, Riodinidae con 12 individuos, Lycaenidae con 5 individuos y Papilionidae con 2 individuos.

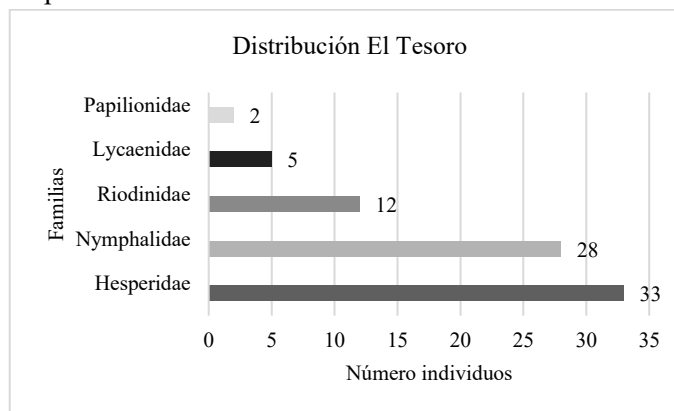


Figura 13

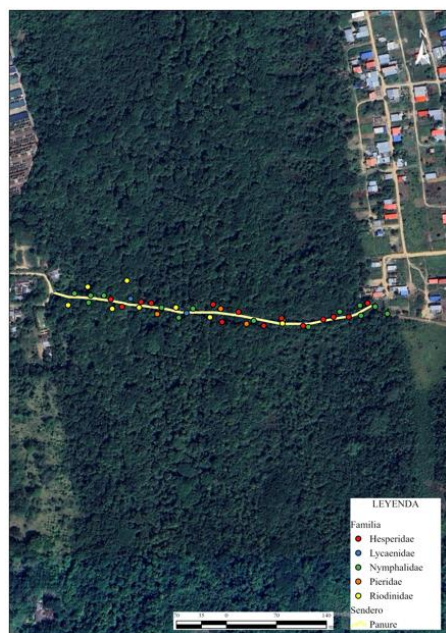
Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Buena vista II (BDAIH)



Nota. Sendero Buena vista II (BDAIH)

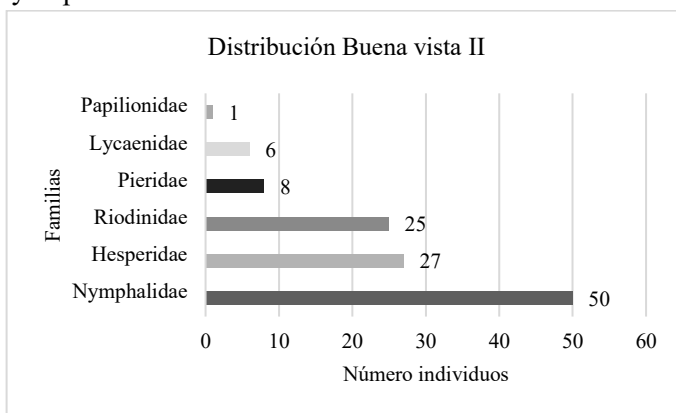
Figura 14

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Panure (BDAIH)



Nota. Sendero Panure (BDAIH)

Nota. El sendero Buena vista II presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 50 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 27 individuos, Riodinidae con 25 individuos, Pieridae con 8 individuos, Lycaenidae con 6 individuos y Papilionidae con 1 individuo.



Nota. El sendero Panure presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 15 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 14 individuos, Riodinidae con 8 individuos, Pieridae con 3 individuos y Lycaenidae con 2 individuos.

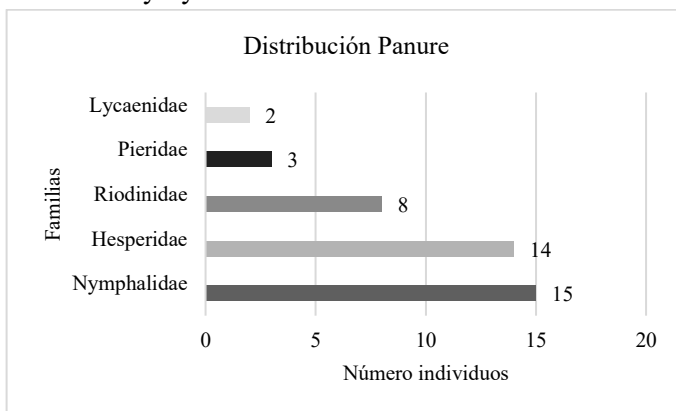
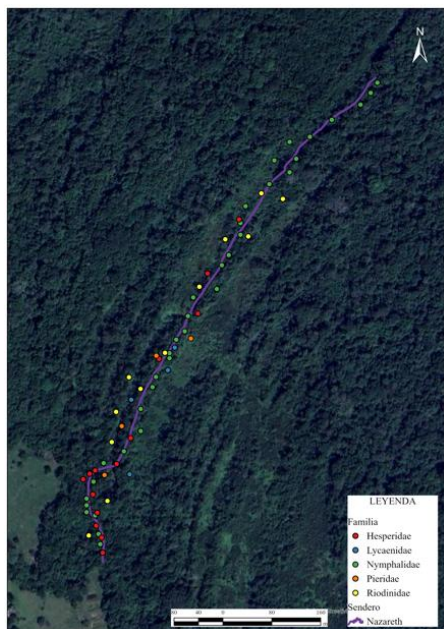


Figura 15

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Nazareth (BDAIH)



Nota. Sendero Nazareth (BDAIH)

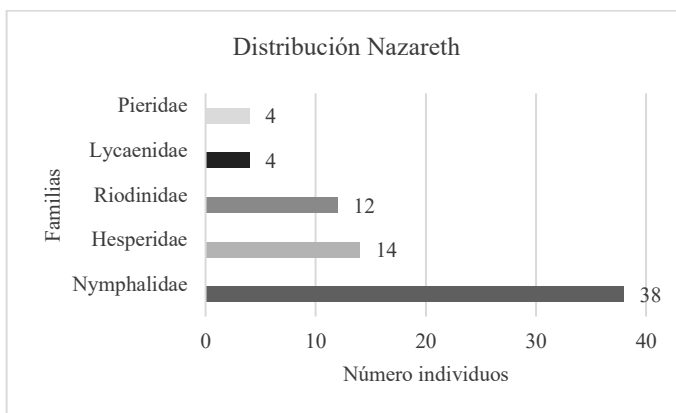
Figura 16

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Jordán (BG)



Nota. Sendero Jordán (BG)

Nota. El sendero Nazareth presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 38 individuos, seguidos respectivamente Hesperidae con 14 individuos, Riodinidae con 12 individuos, Lycaenidae con 4 individuos y Pieridae con 4 individuos.



Nota. El sendero El Tesoro presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 15 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 12 individuos, Riodinidae con 10 individuos, Lycaenidae con 4 individuos y Papilionidae con 1 individuo.

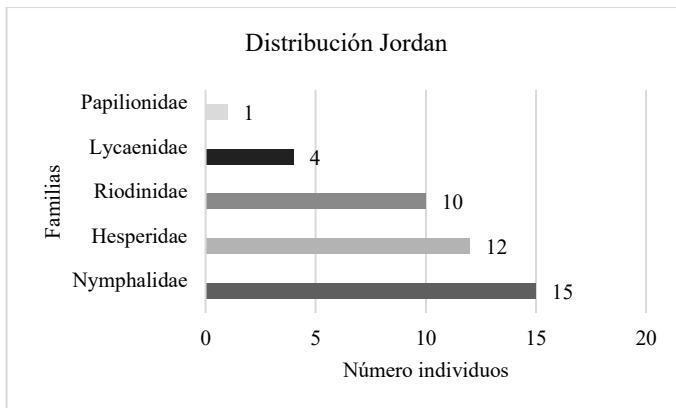
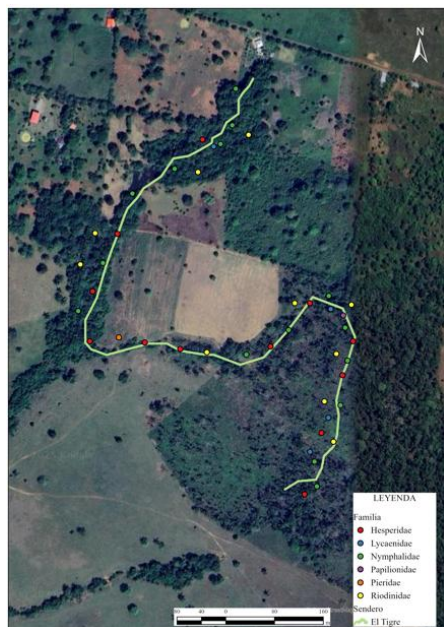


Figura 17

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero El Tigre (BG)



Nota. Sendero El Tigre (BG)

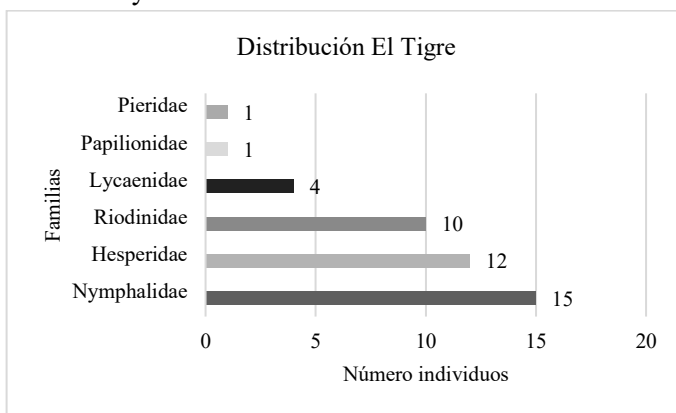
Figura 18

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Fuguita (BG)



Nota. Sendero La Fuguita (BG)

Nota. El sendero El Tigre presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 15 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 12 individuos, Riodinidae con 10 individuos, Lycaenidae con 4 individuos, Papilionidae con 1 individuo y Pieridae con 1 individuo.



Nota. El sendero La Fuguita presenta una mayor abundancia para la familia Nymphalidae con 15 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 12 individuos, Riodinidae con 10 individuos, Lycaenidae con 2 individuos y Pieridae con 1 individuo.

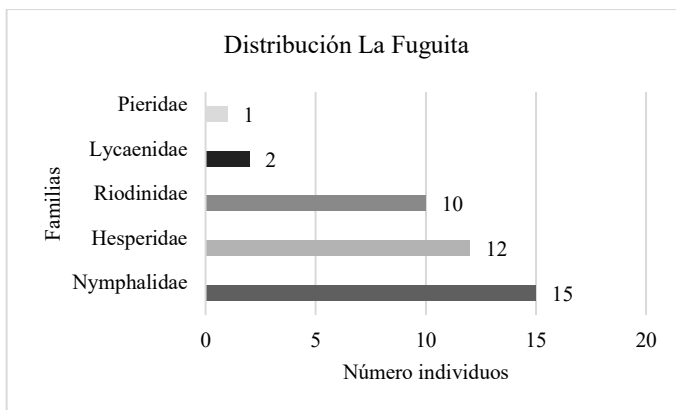


Figura 19

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero La Pradera (AR)



Nota. Sendero La Pradera (AR)

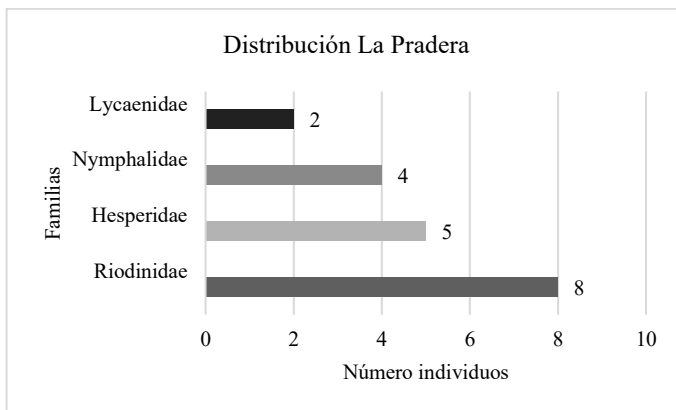
Figura 20

Mapa de distribución de individuos por familia en Sendero Los Venados (AR)



Nota. Sendero Los Venados (AR)

Nota. El sendero La Pradera presenta una mayor abundancia para la familia Riodinidae con 8 individuos, seguidos respectivamente por Hesperidae con 5 individuos, Nymphalidae con 4 individuos y Lycaenidae con 2 individuos.



Nota. El sendero Los Venados presenta una mayor abundancia para la familia Hesperidae con 4 individuos, seguidos respectivamente por Riodinidae con 3 individuos y Nymphalidae con 2 individuos.

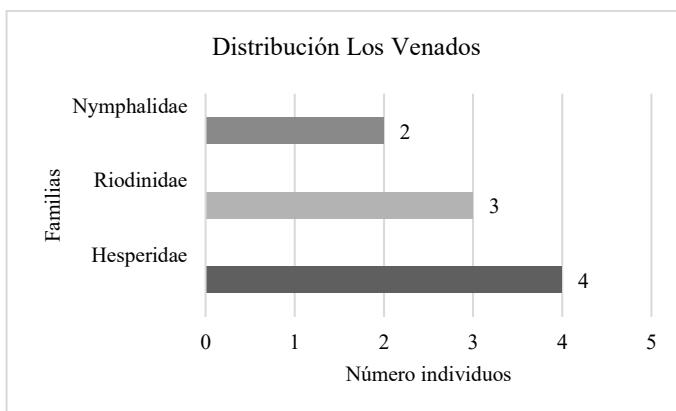
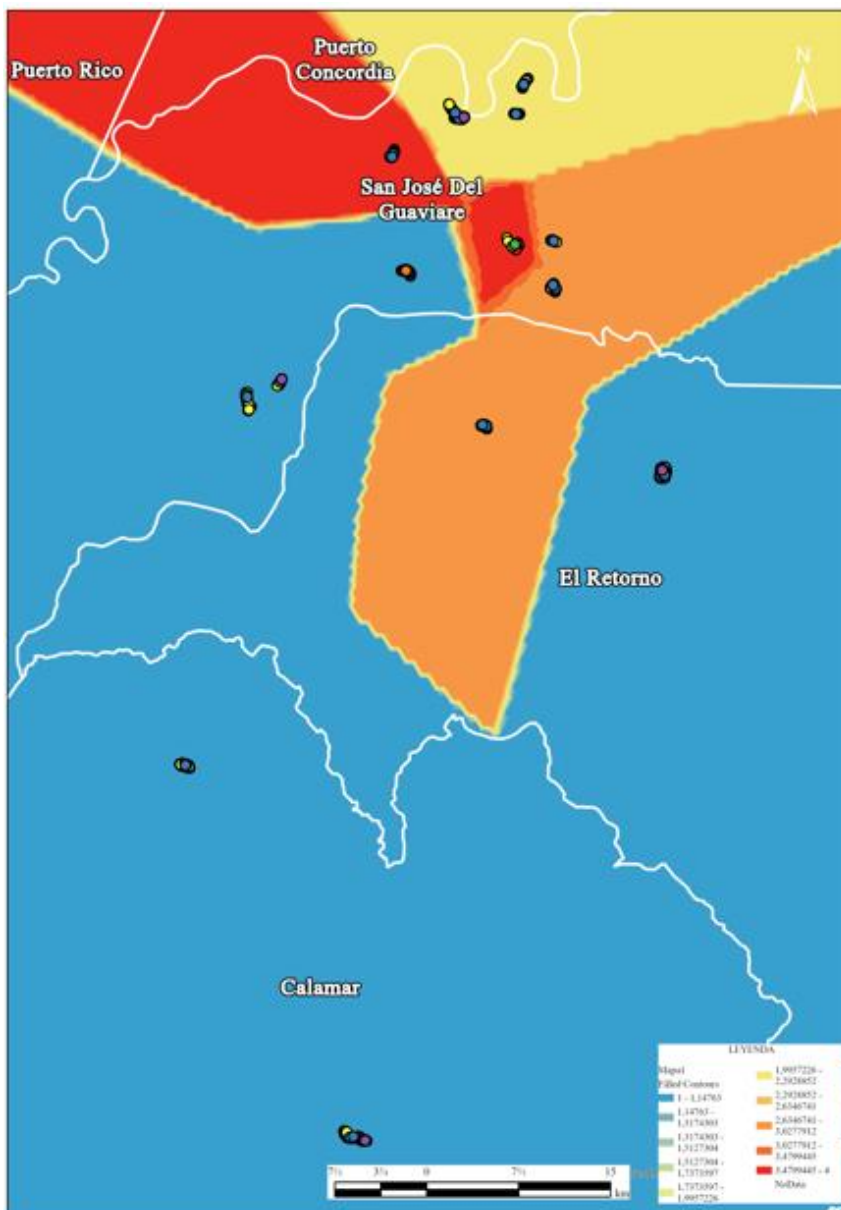


Figura 21

Mapa de distribución de especies por coberturas



Fuente. Autoría Propia.

El mapa de refleja la distribución de las especies con relación a las coberturas de la tierra, ante lo cual espacialmente se observa que para el color azul corresponde la cobertura de BDATF, seguido de color amarillo para BDAIH, color naranja para BG y rojo para AR, esto respecto a la riqueza de especies por cobertura.

Esto indica que entre las coberturas estudiadas de Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF) y Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH), existe una cobertura de Afloramiento Rocoso (AR) que funciona como una barrera limitante para el intercambio de especies en esta zona, lo que no sucede cuando tenemos como barrera a la cobertura de Bosque de Galería (BG) debido a que esta actúa como un corredor biológico para el intercambio de especies, tal como lo refleja el análisis de especies.

Existe una mayor riqueza de especies para BDATF, seguido por BDAIH, BG y AR.

Informe de Servicios Ecosistémicos

Introducción

Las mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) constituyen uno de los grupos de insectos más utilizados como bioindicadores debido a su sensibilidad a alteraciones ambientales, su estrecha relación con la vegetación y su respuesta rápida a cambios en la estructura del hábitat (Andrade-C., 2011). Su presencia, abundancia y diversidad permiten inferir la salud ecológica de los ecosistemas, especialmente en regiones tropicales como la Amazonia y la Orinoquia colombiana.

En términos de servicios ecosistémicos, las mariposas aportan a procesos de polinización, mantenimiento de redes tróficas, ciclo de nutrientes, regulación de la vegetación a través de la herbivoría larval y soporte a la biodiversidad funcional mediante la ocupación de nichos específicos y la conexión entre parches de hábitat (García-R. & Constantino, 2016).

Las coberturas evaluadas BDATF (Bosque Denso Alto Tierra Firme), BDAIH (Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo), BG (Bosque en Galería) y AR (Afloramiento Rocoso)

representan un mosaico típico de la transición Amazonia-Orinoquia donde la estructura del paisaje condiciona la dispersión, presencia y funciones ecológicas de Lepidoptera.

Metodología para la evaluación

Datos de base.

Se utilizaron los registros de especies por cobertura, con información de; Número de especies y familias por unidad de paisaje, y abundancias relativas. Los datos se compararon entre coberturas de manera cualitativa y cuantitativa.

Clasificación del aporte a servicios ecosistémicos.

Tabla 8

Matriz de evaluación servicios ecosistémicos

Servicio ecosistémico	Criterio	Variables evaluadas
Polinización	Evidencia en literatura sobre visitas florales	Familia, morfología, preferencia floral
Aporte trófico	Registros como presa de vertebrados e invertebrados	Etapa (larva/adulto), toxicidad, abundancia
Biodiversidad funcional	Representatividad y unicidad por cobertura	Diversidad alfa, rareza, composición

Fuente. Elaboración propia basada en literatura sobre servicios ecosistémicos y ecología de Lepidoptera (Amat-García et al., 2017; Andrade-C., 2011; García & Constantino, 2018).

Fuentes de información.

A partir de publicaciones sobre Lepidoptera amazónicos, estudios de interacción planta-polinizador en Colombia, inventarios de biodiversidad en Guaviare, Caquetá, Vaupés y Meta, y registros de ecología trófica en la Orinoquia.

Resultados

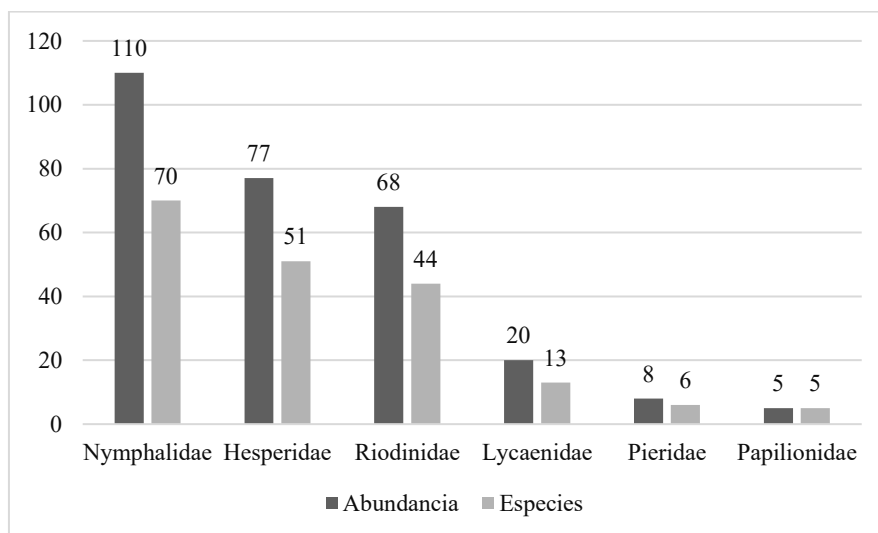
Composición por cobertura.

- **Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF)**

En la siguiente gráfica se evidencian 6 familias de mariposas diurnas, conformadas por 288 individuos y 137 especies, destacándose de mayor a menor, la familia Nymphalidae con 110 individuos y 137 especies, Hesperidae con 77 individuos y 51 especies, Riodinidae con 68 individuos y 44 especies, Lycaenidae con 20 individuos y 13 especies, Pieridae con 8 individuos y 6 especies, y Papilionidae con 5 individuos y 5 especies.

Figura 22

Composición abundancia y riqueza de especies en BDATF



Fuente. Autoría Propia.

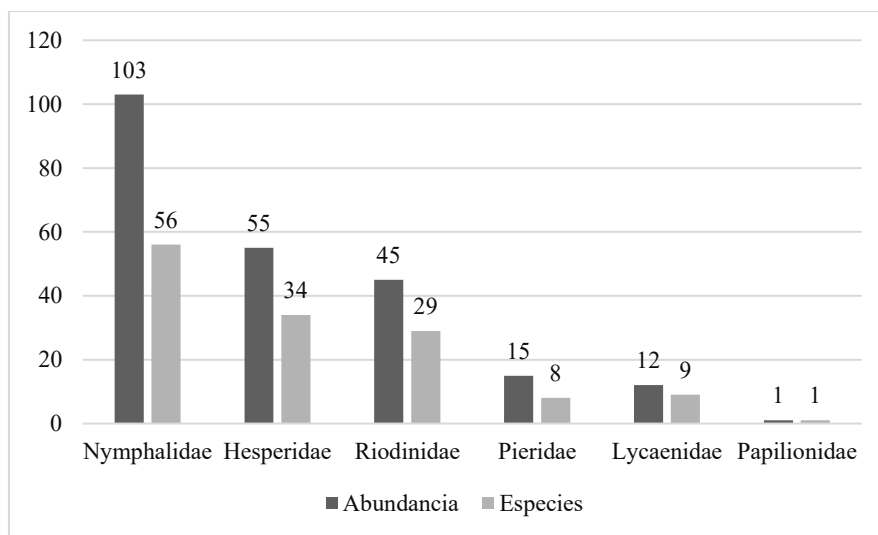
- **Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH)**

En la siguiente gráfica se evidencian 6 familias de mariposas diurnas, conformadas por 231 individuos y 137 especies, destacándose de mayor a menor, la familia Nymphalidae con 103

individuos y 56 especies, Hesperidae con 55 individuos y 34 especies, Riodinidae con 45 individuos y 29 especies, Pieridae con 15 individuos y 8 especies, Lycaenidae con 12 individuos y 9 especies, y Papilionidae con 1 individuo y 1 especie.

Figura 23

Composición abundancia y riqueza de especies en BDAIH



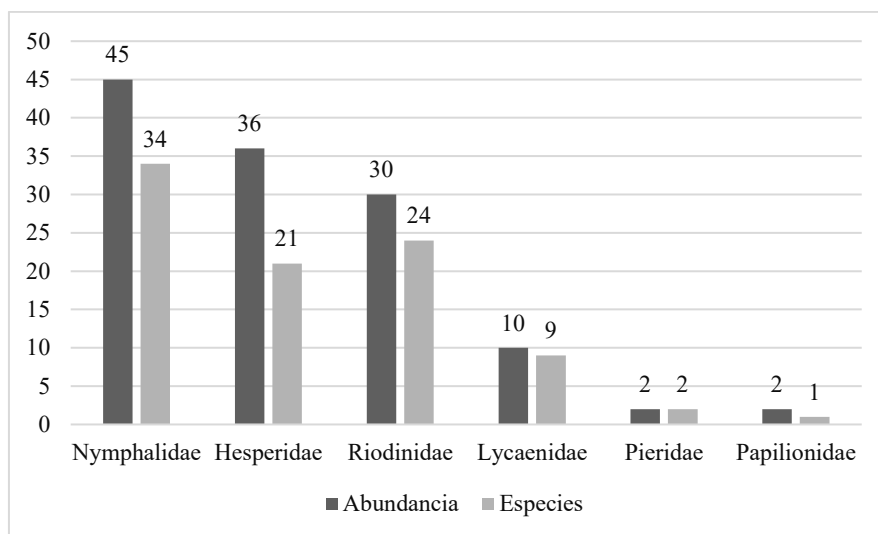
Fuente. Autoría Propia.

- **Bosque de Galería (BG)**

En la siguiente gráfica se evidencian 6 familias de mariposas diurnas, conformadas por 125 individuos y 91 especies, destacándose de mayor a menor, la familia Nymphalidae con 45 individuos y 34 especies, Hesperidae con 36 individuos y 21 especies, Riodinidae con 30 individuos y 24 especies, Lycaenidae con 10 individuos y 9 especies, Pieridae con 2 individuos y 2 especies, Papilionidae con 1 individuo y 1 especie.

Figura 24

Composición abundancia y riqueza de especies en BG



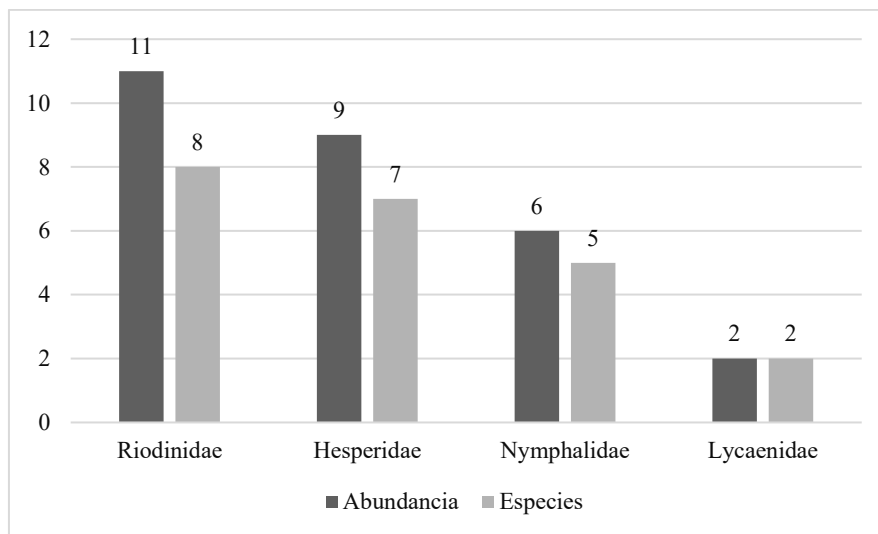
Fuente. Autoría Propia.

- **Afloramiento Rocoso (AR)**

En la siguiente gráfica se evidencian 4 familias de mariposas diurnas, conformadas por 28 individuos y 22 especies, destacándose de mayor a menor, la familia Riodinidae con 11 individuos y 8 especies, Hesperidae con 9 individuos y 7 especies, Nymphalidae con 6 individuos y 5 especies, y Lycaenidae con 2 individuos y 2 especies.

Figura 25

Composición abundancia y riqueza de especies en AR



Fuente. Autoría Propia.

De manera general, las coberturas boscosas (BDATF, BDAIH y BG) concentran mayor riqueza y familias especializadas, mientras que AR presenta dominancia de especies generalistas adaptadas a ambientes abiertos.

Potencial de polinización por grupos.

La polinización por mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea) constituye un servicio ecosistémico relevante en ecosistemas neotropicales, especialmente en regiones como la Amazonia y la Orinoquia. Aunque su eficiencia no suele ser tan alta como la de los himenópteros, muchas especies interactúan de manera consistente con una amplia diversidad de plantas, contribuyendo al mantenimiento de la estructura y funcionalidad ecosistémica. A continuación, se presenta el potencial de polinización de las familias registradas en el estudio.

Familia Nymphalidae. La familia Nymphalidae, una de las más diversas en la región neotropical, participa de manera significativa en procesos de polinización gracias a sus hábitos nectívoros y su amplia movilidad. Varias especies visitan flores con corolas abiertas y recursos abundantes, favoreciendo la transferencia incidental de polen (DeVries, 1987). En Colombia, ninfálidos como *Heliconius* presentan relaciones ecológicas particularmente importantes, ya que además de alimentarse de néctar, consumen polen, lo que prolonga su longevidad y aumenta la frecuencia de visitas florales. En síntesis, Nymphalidae exhibe un potencial moderado a alto de polinización, especialmente en especies del género *Heliconius*.

Figura 26

Polinización en planta del género Palicourea sp.



Nota. Especie *Heliconius pardalinus* consumiendo polen y néctar de una planta silvestre. *Fuente.*

Autoría Propia.

Familia Hesperiiidae. Las mariposas Hesperiiidae, conocidas como “saltadoras”, suelen visitar flores con corolas tubulares y altas concentraciones de néctar. Su vuelo rápido y direccional les permite recorrer áreas amplias, facilitando la dispersión entre flores. Aunque su morfología robusta limita el acceso a algunas estructuras florales más profundas, su probóscide relativamente larga favorece interacciones con plantas melitófilas (DeVries, P. J., 1987).

En ecosistemas amazónicos y andino–amazónicos, los hesperidos se han documentado como visitantes frecuentes de Lantana, Verbena, Passiflora y Rubiaceae (DeVries, P. J., 1987). Por tanto, poseen un potencial de polinización de nivel moderado.

Figura 27

Polinización en planta Melitófila.



Nota. Especie *Cogia calchas* consumiendo polen y néctar de una planta silvestre. *Fuente.* Autoría Propia.

Familia Riodinidae. Los Riodinidae, aunque menos estudiados respecto a polinización, visitan flores pequeñas y abiertas, principalmente en sotobosque húmedo (DeVries, 1997). Su comportamiento tiende a ser más territorial y menos errante, lo que limita su contribución funcional a la polinización a escalas amplias. Sin embargo, pueden cumplir un papel en plantas de bajo porte y en microhábitats sombreados. En general, su potencial de polinización se considera bajo a moderado.

Figura 28

Polinización en planta sp.



Nota. Especie *Calospila emylius* consumiendo polen y néctar de una planta silvestre. *Fuente:* Autoría Propia.

Familia Lycaenidae. Los Lycaenidae poseen una diversidad ecológica notable y constituyen importantes visitantes florales, especialmente en ecosistemas tropicales. Debido a su tamaño pequeño y su capacidad para acceder a flores de estructuras reducidas, facilitan la transferencia de polen en angiospermas herbáceas y arbustivas. Además, su abundancia en zonas abiertas y bordes de bosque incrementa la frecuencia de interacción con plantas pioneras y de uso generalista. En la Orinoquia y Amazonia colombiana se han registrado interacciones frecuentes con Fabaceae, Asteraceae y Malpighiaceae. En consecuencia, Lycaenidae presenta un potencial de polinización moderado.

Figura 29

Polinización en planta sp.



Nota. Especie *Hemiargus hanno* consumiendo polen y néctar de una planta silvestre. *Fuente.*

Autoría Propia.

Familia Pieridae. Es una de las familias de mayor importancia para la polinización en regiones tropicales. Sus especies poseen probóscides relativamente largas, hábitos nectívoros constantes y vuelos amplios que facilitan la transferencia de polen entre individuos distantes. Son visitantes frecuentes de flores blancas y amarillas, particularmente en Fabaceae, Brassicaceae y Rubiaceae. En Colombia, pieridos como *Ascia monuste*, *Phoebis philea* y *Eurema* spp. son reconocidos como polinizadores generalistas en mosaicos de bosque-agricultura. Por tanto, su potencial de polinización es alto.

Figura 30

Polinización en planta del género Palicourea sp.



Nota. Especie *Phoebis argante* larra consumiendo polen y néctar de una planta silvestre. *Fuente.* Autoría Propia.

Familia Papilionidae. Papilionidae incluye mariposas de gran tamaño como *Papilio* y *Parides*, reconocidas en la literatura como polinizadores efectivos en ecosistemas neotropicales debido a su fuerza de vuelo, constancia floral y probóscide larga. Especies de *Parides* y *Battus* interactúan estrechamente con *Aristolochia* spp., y aunque estas plantas son principalmente sapromiófilas, las visitas de papiliónidos contribuyen al transporte de polen. En bosques húmedos de la Amazonia, los papiliónidos son visitantes frecuentes de Rubiaceae, Malpighiaceae y Apocynaceae. Así, Papilionidae presenta un potencial de polinización alto.

A continuación se presenta la tabla de categorías de aportes de polinización por familia conforme con su riqueza y cobertura de la tierra asociada:

Tabla 9

Categorías de polinización por familia

BDATF	BDAIH	BG	AR	Potencial
-------	-------	----	----	-----------

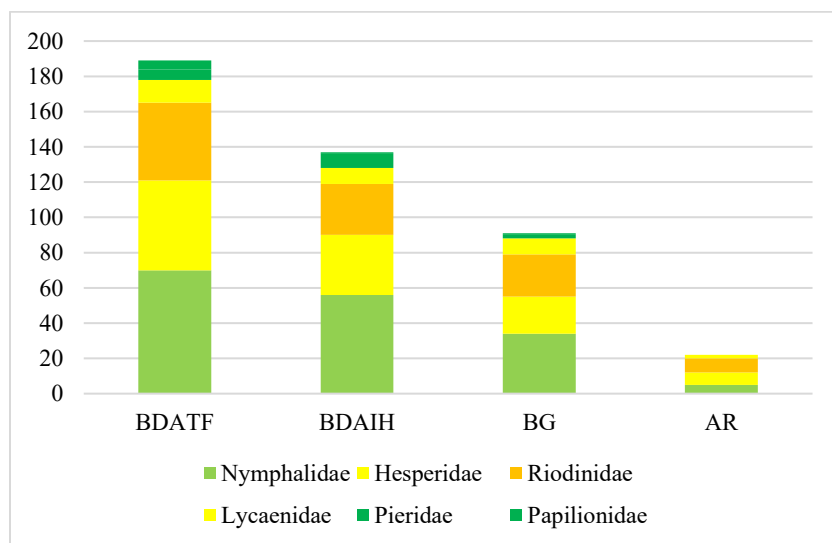
Pieridae	6	8	2	0	Alto
Papilionidae	5	1	1	0	Alto
Nymphalidae	70	56	34	5	Moderado a Alto
Hesperiidae	51	34	21	7	Moderado
Lycaenidae	13	9	9	2	Moderado
Riodinidae	44	29	24	8	Bajo a Moderado

Nota. Esta tabla muestra el potencial de polinización por familia.

Respecto al potencial de polinización por coberturas de la tierra estudiadas, el estudio demuestran que existe un mayor potencial de polinización en la cobertura de BDATAF, seguido por BDAIH, BG y AR. Aunque las familias Pieridae y Papilionidae tienen un potencial alto de polinizar la cantidad de especies para las coberturas fue muy baja, por lo que, contrasta con el alto nivel de riqueza de especies de las familia Nymphalidae.

Figura 31

Potencial de polinización por cobertura



Fuente. Autoría Propia.

Aporte trófico potencial de Lepidópteros (huevos, larvas y adultos).

Los Lepidópteros presentan una elevada mortalidad natural en cada etapa del ciclo de vida, producto de depredación, parasitismo, enfermedades y factores ambientales. Esta mortalidad convierte sus huevos, larvas, crisálidas y adultos en recursos tróficos críticos para numerosos depredadores (DeVries, 1987).

Las tasas de supervivencia típicas encontradas para mariposas tropicales oscilan entre; Huevos a Larvas entre el 10-40% sobreviven, Larvas a Crisálidas entre 5-20% sobreviven, Crisálidas a Adultos entre 3-15% sobreviven y supervivencia total huevo a adulto entre el 1-5% sobreviven (DeVries, 1987).

Esto implica que 95-99% de los individuos producidos terminan siendo alimento de otros organismos.

Tabla 10

Valores promedios estimados de supervivencia por familia

Familia	Huevos por hembra	Supervivencia total	Aporte trófico estimado	Análisis trófico
Nymphalidae	100-300	1-3%	Muy alto	Es una de las familias que más biomasa aporta como recurso alimenticio, especialmente en larvas de Morpho, Caligo, Heliconius y Danaus. Larvas grandes son consumidas por aves (Trogonidae, Tyrannidae), reptiles pequeños, arañas y hormigas. (Devries, 1987)
Hesperiidae	50-150	2-5%	Moderado	Sus larvas están protegidas en refugios de hojas, pero aun así son altamente consumidas por avispas parasitoides (Braconidae, Ichneumonidae) y hormigas. Los adultos son comunes en redes tróficas de aves

Riodinidae	30-100	<25%	Bajo- moderado	insectívoras (DeVries 1987). Familia pequeña, pero sus larvas (muchas asociadas a hormigas-mirmecofilia) son presas frecuentes de insectos depredadores, aves de sotobosque y parasitoides. Su aporte trófico es moderado, pero frecuente en microhábitats sombreados. (DeVries, 1997).
Lycaenidae	50-200	1-4%	Moderado- alto	Las larvas de Lycaenidae son consumidas por aves insectívoras pequeñas, arañas, himenópteros parasitoides y otros insectos. Su densidad poblacional suele ser alta en zonas abiertas equivalente a un aporte trófico significativo (DeVries, 1987).
Pieridae	200-600	1-3%	Muy alto	Larvas gregarias ofrecen paquetes de biomasa abundante, que son presas comunes de aves insectívoras de las familias (icteridae y tyrannidae), su aporte trófico es alto, especialmente durante picos de abundancia (DeVries, 1987).
Papilionidae	100-200	1-4%	Alto	Aunque poseen defensas químicas, las larvas de Parides, Papilio, Battus son consumidas por aves especializadas, lagartos y parasitoides. Al ser de gran tamaño, cada larva representa una unidad de biomasa importante. (DeVries, 1987).

Fuente. elaboración propia, con base en diferentes estudios citados en la misma tabla.

A continuación se presentan las biomasa de larva y adulto en promedio para cada familia, esto con base referencias de estudios realizados por otros autores.

Tabla 11

Biomasa promedio(mg) por familia

Familia	Biomasa Larva (mg)	Biomasa Adulto (mg)	Fuente ecológica base
Nymphalidae	250 mg	300 mg	DeVries (1987); Beck et al. (2013)

Hesperiidae	150 mg	120 mg	Penz & Krenn (2000); Chai & Srygley (1990)
Riodinidae	80 mg	60 mg	DeVries (1987); Dyer et al. (2007)
Lycaenidae	40 mg	30 mg	DeVries (1987); Pierce et al. (2002)
Pieridae	200 mg	250 mg	Penz & Krenn (2000); Boggs et al. (2003)
Papilionidae	350 mg	450 mg	DeVries (1987); Hochuli (2001)

Fuente. elaboración propia, con base en diferentes estudios citados en la misma tabla.

En este sentido se presentan los predios promedio por familia en gramos para estados adultos con el propósito de realizar las estimaciones correspondientes a las especies encontradas por cobertura de la tierra analizadas.

Tabla 12

Pesos (g) promedio por familia en adulto

Familia	Peso promedio por adulto (g)
Nymphalidae	0.35 g
Hesperiidae	0.20 g
Riodinidae	0.15 g
Lycaenidae	0.10 g
Pieridae	0.40 g
Papilionidae	0.60 g

Fuente. Autoría Propia.

Con esta información se procede a presentar la biomasa estimada por especie (peso promedio) y biomasa total por familia en cada cobertura.

Tabla 13*Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BDATF*

Familia	Nº especies	Biomasa por especie (g)	Biomasa total (g)
Nymphalidae	70	0.35	24.5
Hesperiidae	51	0.20	10.2
Riodinidae	44	0.15	6.6
Lycaenidae	13	0.10	1.3
Pieridae	6	0.40	2.4
Papilionidae	5	0.60	3.0
TOTAL BDATF	189	–	48.0 g

Fuente. Autoría Propia.

Los resultados muestran una biomasa mayor para la familia Nymphalidae, seguido de Hesperiidae, Riodinidae, Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae.

Tabla 14*Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BDAIH*

Familia	Nº especies	Biomasa por especie (g)	Biomasa total (g)
Nymphalidae	56	0.35	19.6
Hesperiidae	34	0.20	6.8
Riodinidae	29	0.15	4.35
Lycaenidae	9	0.10	0.9
Pieridae	8	0.40	3.2
Papilionidae	1	0.60	0.6
TOTAL BDAIH	137	–	35.45 g

Fuente. Autoría Propia.

Los resultados muestran una biomasa mayor para la familia Nymphalidae, seguido por Hesperiidae, Riodinidae, Pieridae, Lycaenidae y Papilionidae.

Tabla 15*Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en BG*

Familia	Nº especies	Biomasa por especie (g)	Biomasa total (g)
Nymphalidae	34	0.35	11.9
Hesperiidae	21	0.20	4.2
Riodinidae	24	0.15	3.6
Lycaenidae	9	0.10	0.9
Pieridae	2	0.40	0.8
Papilionidae	1	0.60	0.6
TOTAL BG	91	–	21.0 g

Fuente. Autoría Propia.

Los resultados muestran una biomasa mayor para la familia Nymphalidae, seguido por Hesperiidae, Riodinidae, Lycaenidae, Pieridae y Papilionidae.

Tabla 16*Biomasa estimada por especie y biomasa total por familia en AR*

Familia	Nº especies	Biomasa por especie (g)	Biomasa total (g)
Nymphalidae	5	0.35	1.75
Hesperiidae	7	0.20	1.4
Riodinidae	8	0.15	1.2
Lycaenidae	2	0.10	0.2
TOTAL AR	22	–	4.55 g

Fuente. Autoría Propia.

Los resultados muestran una biomasa mayor para la familia Nymphalidae, seguido por Hesperiidae, Riodinidae y Lycaenidae.

La estimación de biomasa se calculó con base en el número de especies registradas por familia en cada cobertura y utilizando un peso promedio por individuo según familia, derivado de estudios morfofuncionales de mariposas neotropicales en la Amazonia y Orinoquia. Dado que se trabajó con riqueza de especies y no con abundancia, se asumió un individuo promedio por especie para representar su aporte trófico potencial.

Los resultados muestran que la mayor biomasa potencial se encuentra en el Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF) con 48.0 g, seguido del Bosque Denso Alto Inundable (BDAIH) con 35.45 g. Esto refleja que estas coberturas conservan mayor integridad ecológica y mantienen comunidades de mariposas más diversas y con mayor peso promedio.

Las coberturas más transformadas presentan reducciones marcadas. El Bosque en Galería (BG) registra 21.0 g, valor intermedio acorde con su condición sucesional. Finalmente, los afloramientos rocosos (AR) presentan la biomasa más baja (4.55 g), indicando pérdida significativa de especies especializadas y predominio de grupos de menor tamaño corporal.

En conjunto, la biomasa estimada respalda la función de las mariposas como presa clave para aves insectívoras, reptiles y artrópodos depredadores, así como su papel en procesos de polinización y mantenimiento del flujo energético en cada cobertura.

Discusión

Diferencia entre coberturas.

Los resultados muestran que las cuatro coberturas evaluadas (BDATF, BDAIH, BG y AR) presentan diferencias marcadas en la composición de especies, niveles de diversidad y potencial funcional de las mariposas diurnas. Estas diferencias tienen implicaciones directas en

la provisión de servicios ecosistémicos, ya que cada cobertura aporta de manera particular a la polinización, al flujo de energía en redes tróficas y al mantenimiento de la biodiversidad local.

En cuanto al servicio de polinización, la cobertura BDATAF presentó la mayor riqueza de especies, lo que sugiere que este ambiente favorece la presencia de mariposas pertenecientes a familias con potencial polinizador (Hesperiidae, Pieridae y Papilionidae). Una mayor riqueza suele reflejar la disponibilidad de recursos florales, microhábitats diversos y estratificación vegetal, condiciones propias de los bosques densos de tierra firme (DeVries, 1987).

Sin embargo, las coberturas BDAIH, BG y AR mostraron valores de riqueza más cercanos entre sí, lo cual indica que el potencial de polinización está distribuido en forma relativamente homogénea entre estas tres coberturas, aunque sustentado por ensamblajes distintos de especies. Esto coincide con estudios amazónicos que sugieren que incluso ambientes abiertos o más secos pueden sostener comunidades de polinizadores diferenciadas, especialmente especies generalistas o adaptadas a condiciones de alta radiación (Bonebrake et al., 2010).

El análisis del aporte trófico mostró que las coberturas BDATAF y BDAIH concentran la mayor biomasa larval, debido a la presencia de familias como Papilionidae, Nymphalidae y Pieridae, cuyos valores de biomasa promedio son significativamente mayores que los de Lycaenidae y Riodinidae. Este aporte es crucial para aves insectívoras, pequeños mamíferos, reptiles y artrópodos depredadores, que dependen de las larvas como una fuente energética de alta calidad.

Finalmente, la diversidad beta alta (baja similitud entre coberturas) indica que cada tipo de hábitat aporta un conjunto único de especies. Este patrón es característico de regiones

amazónicas con heterogeneidad ambiental marcada, donde cambios pequeños en estructura vegetal y humedad generan ensamblajes distintos de Lepidoptera (Bonebrake et al., 2010).

Así, las diferencias en riqueza, biomasa y función entre coberturas reflejan la importancia de la variedad de microhábitats en la provisión conjunta de servicios ecosistémicos. En contraste, AR, aunque con menor riqueza, aporta especies adaptadas a microclimas extremos, lo que contribuye funcionalmente como recurso disponible en ambientes más secos.

Importancia del mosaico de paisajes.

El análisis conjunto de los resultados evidencia que los servicios ecosistémicos proporcionados por las mariposas diurnas no dependen de una sola cobertura, sino del mosaico completo de BDATAF–BDAIH–BG–AR. Este tipo de configuración paisajística favorece procesos ecológicos complementarios que no podrían sostenerse si uno de los componentes desapareciera.

Los bosques densos (BDATAF y BDAIH) aportan la mayor parte del servicio de polinización, al mantener floraciones estables, humedad elevada y estratificación vertical que permite coexistencia de especies especialistas y generalistas. Por su parte, BG actúa como corredor ecológico, facilitando movilidad, dispersión y conectividad funcional entre los otros tipos de bosques, lo cual es fundamental para mariposas con rutas de desplazamiento asociadas a vegetación ribereña (Bonebrake et al., 2010).

El AR, aunque menos diverso, contribuye con especies adaptadas a alta radiación solar, estrés térmico y bajos niveles de humedad, elementos que aumentan la diversidad funcional del conjunto de especies. Este tipo de aportes ha sido destacado en sistemas amazónicos donde los afloramientos rocosos actúan como refugios para especies exclusivas con funciones ecológicas particulares (Bonebrake et al., 2010).

En conjunto, el mosaico de coberturas permite que las mariposas cumplan un gradiente funcional que incluye; polinización en ambientes sombreados y húmedos, flujo de biomasa en todos los estratos del bosque, oferta de presas para depredadores especializados y generalistas, conectividad ecológica en paisajes fragmentados o con heterogeneidad natural.

Este enfoque coincide con estudios sobre paisajes amazónicos que destacan que la diversidad funcional y taxonómica se sostiene únicamente cuando existe un continuo ambiental, y no cuando los ecosistemas se evalúan de forma aislada (Bonebrake et al., 2010).

Implicaciones para la conservación.

Los resultados obtenidos revelan que la pérdida o alteración significativa de una sola cobertura tendría efectos directos sobre la provisión de servicios ecosistémicos por parte de las mariposas diurnas. Esto es especialmente crítico en coberturas con funciones únicas, como BG en la conectividad ecológica o AR en la aportación de especies especializadas.

La mayor diversidad de polinizadores en BDATF y BG indica que estos hábitats deben ser prioritarios para la conservación de plantas dependientes de polinización entomófila. La importancia funcional de las larvas en BDATF y BDAIH, donde la biomasa estimada es mayor y resalta la necesidad de preservar estos bosques como reservorios de energía para la fauna insectívora.

Asimismo, la alta diversidad beta señala que la simplificación del paisaje generaría una pérdida proporcional mayor de biodiversidad total, un fenómeno documentado en mosaicos amazónicos cuando se eliminan coberturas clave o se homogeniza el uso del suelo (Bonebrake et al., 2010).

Desde una perspectiva de manejo, los resultados sugieren; Mantener corredores de bosques de galería, evitar la reducción de hábitats húmedos (BDATF, BDAIH), conservar afloramientos rocosos como microhábitats especializados y promover la restauración con plantas hospederas y nectaríferas asociadas a los grupos registrados. Estas acciones permitirán sostener la provisión de servicios ecosistémicos esenciales como la polinización, aporte energético y regulación ecológica, y garantizar la persistencia de comunidades de mariposas representativas de la Amazonia y Orinoquia colombiana.

Fichas Descriptivas Especies Potenciales Ecoturismo y Biocomercio

Criterios de evaluación del potencial

Criterios ecoturísticos. Se tuvo en cuenta criterios como; atractivo, detectabilidad, estacionalidad, tamaño, colores y comportamiento.

Criterios de biocomercio. Se tuvo en cuenta criterios como; viabilidad de cría en cautiverio o zoocría, riesgos de extracción, marco legal, conservación y demanda.

Especies potenciales Ecoturismo

Respecto a las especies potenciales para el Ecoturismo por familias presentes en coberturas, el estudio refleja que la familia Nymphalidae representa un aporte de 123 especies distribuidos en 60 especies para BDATF, 49 especies para BDAIH, 30 especies para BG y 3 especies para AR, aclarando que existen especies repetidas entre coberturas.

La familia Pieridae presenta un aporte de 12 especies distribuidas en 7 especies para BDATF, 6 especies para BDAIH y 2 para BG.

La familia Papilionidae presenta un aporte de 5 especies, distribuidas en 3 especies para BDATEF, 1 especies para BDAIH y 1 especie para BG.

La familia Riodinidae presenta un aporte de 3 especies, distribuidas en 2 especies para BDATEF, 2 especies para BDAIH, 2 especies para BG y 1 especies para AR.

La familia Hesperidae presenta un aporte de 2 especies, distribuidas en 2 especies para BDATEF y 1 especie para BG.

La familia Lycaenidae presenta un aporte de 2 especies, distribuidas en 1 especie para BDATEF, 1 especie para BDAIH y 1 especie para BG.

A continuación se presenta el listado de especies candidatas con rasgos vistosos, grandes, coloración y raras, para la priorización de especies con mayor atractivo turístico.

Tabla 17
Listado de especies potenciales para el Ecoturismo

Número	Familia	Epíteto específico	Cobertura Tierra			
			BDATEF	BDAIH	BG	AR
1	Nymphalidae	<i>Actinote anteus</i>		1		
2	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea marcia</i>			1	
3	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea nohua</i>			1	
4	Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea olbia</i>			1	
5	Nymphalidae	<i>Adelpha melona leucocoma</i>		1		
6	Nymphalidae	<i>Adelpha thoasa thoasa</i>			1	
7	Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae vanillae</i>		2		
8	Nymphalidae	<i>Anarthia amathea</i>		2		
9	Nymphalidae	<i>Anartia jatrhophae</i>		2		
10	Nymphalidae	<i>Antirrhoea philaretus</i>	1		1	
11	Nymphalidae	<i>Baeotus baeoutus</i>	2			
12	Nymphalidae	<i>batesia hypochlora</i>		1		
13	Nymphalidae	<i>Bia actorion</i>	2			
14	Nymphalidae	<i>Biblis hyperia aganise</i>		2		

15	Nymphalidae	<i>Caeruleptychia lobelia</i>	3		
16	Nymphalidae	<i>Caligo illioneus</i>	3	1	1
17	Nymphalidae	<i>Callicore cynosura</i>	2		
18	Nymphalidae	<i>Callithomia lenea obfuscata</i>		2	1
19	Nymphalidae	<i>Castilia ofella</i>			1
20	Nymphalidae	<i>Catoblepia berecynthia</i>			1
21	Nymphalidae	<i>Catoblepia xanthicles</i>	1		
22	Nymphalidae	<i>Catonephele acontius</i>		1	
23	Nymphalidae	<i>Catonephele antinoe</i>		2	
24	Nymphalidae	<i>Cepheptychia cephus</i>			1
25	Nymphalidae	<i>Chloreptychia agatha</i>		1	
26	Nymphalidae	<i>Chloreptychia callichloris</i>	3		1
27	Nymphalidae	<i>Chloreptychia tolumnia</i>		3	
28	Nymphalidae	<i>Chlosyne lacinia</i>		3	
29	Nymphalidae	<i>Cissia confusa</i>		2	
30	Nymphalidae	<i>Cissia penelope</i>	1		
31	Nymphalidae	<i>Cithaeris aurora phantoma</i>	1		
32	Nymphalidae	<i>Colobura dirce</i>	1		
33	Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i>		1	
34	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>	2		
35	Nymphalidae	<i>Diaethria clymena clymena</i>	1		
36	Nymphalidae	<i>Dryadula phaetusa</i>		2	2
37	Nymphalidae	<i>Dryas iulia iulia</i>		1	
38	Nymphalidae	<i>Ectima iona</i>		1	1
39	Nymphalidae	<i>Eresia datis</i>		1	
40	Nymphalidae	<i>Erichthodes jovita</i>		1	
41	Nymphalidae	<i>Eryphanis lycomedon</i>	1		
42	Nymphalidae	<i>Eueides aliphera</i>			1
43	Nymphalidae	<i>Eunica amelia erroneata</i>	2		
44	Nymphalidae	<i>Eunica chlororhoa mira</i>	1		
45	Nymphalidae	<i>Eunica clytia</i>			1
46	Nymphalidae	<i>Eunica marsolia fasula</i>	1		
47	Nymphalidae	<i>Eunica orphise</i>	2		
48	Nymphalidae	<i>Eunica sydonia carese</i>	3		
49	Nymphalidae	<i>Euptychia meta</i>	1		
50	Nymphalidae	<i>Euptychia mollina</i>	2		3 2
51	Nymphalidae	<i>Godyris zavaleta</i>	4		

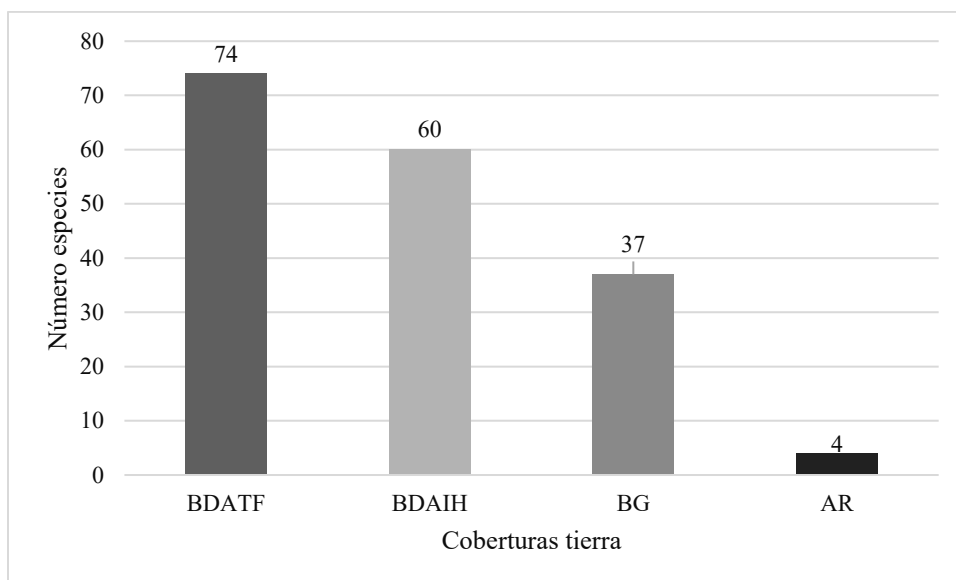
52	Nymphalidae	<i>Haetera piera</i>	3		1	
53	Nymphalidae	<i>Heliconius erato reductimacula</i>		2		
54	Nymphalidae	<i>Heliconius melpomene</i>		2		
55	Nymphalidae	<i>Heliconius numata</i>			1	
56	Nymphalidae	<i>Heliconius numata superioris</i>			1	
57	Nymphalidae	<i>Heliconius pardalinus</i>		2		
58	Nymphalidae	<i>Heliconius sara</i>		11		
59	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia hermes</i>		3	4	
60	Nymphalidae	<i>Heterosais nephele gedera</i>	1			
61	Nymphalidae	<i>Historis odius</i>	1			
62	Nymphalidae	<i>Hypna clytemenestra</i>	1			
63	Nymphalidae	<i>Hypanartia lethe</i>	2			
64	Nymphalidae	<i>Hypoleria sarepta sydonia</i>			1	
65	Nymphalidae	<i>Hypothyris fluonia rowena</i>		3		
66	Nymphalidae	<i>Hypothyris semifulva</i>		1		
67	Nymphalidae	<i>Ithomia iphianassa</i>	1			
68	Nymphalidae	<i>Ithomia salapia</i>	1			
69	Nymphalidae	<i>Janatella leucodesma</i>	1			
70	Nymphalidae	<i>Juniona genoveva incarnata</i>		2		
71	Nymphalidae	<i>Junonia genoveva</i>	1			
72	Nymphalidae	<i>Lycorea pasinuntia</i>	2			
73	Nymphalidae	<i>Lycorea halia artegatis</i>	1			
74	Nymphalidae	<i>Magneuptychia libye</i>			1	
75	Nymphalidae	<i>Marpesia berania</i>	2			
76	Nymphalidae	<i>Marpesia chiron</i>	2	2		
77	Nymphalidae	<i>Marpesia crethon</i>	2			
78	Nymphalidae	<i>Marpesia petreus</i>		1		
79	Nymphalidae	<i>Marpesia themistocles norica</i>	1			
80	Nymphalidae	<i>Marpesia tutelina</i>	2			
81	Nymphalidae	<i>Mazia amazonica amazonica</i>		2		
82	Nymphalidae	<i>Mcclungia cymo</i>	1			
83	Nymphalidae	<i>Mechanitis dorissides</i>	2			
84	Nymphalidae	<i>Mechanitis menapis</i>	1		1	1
85	Nymphalidae	<i>Mechanitis polymnia</i>	2	1		
86	Nymphalidae	<i>Melinaea ludovica</i>	1			
87	Nymphalidae	<i>Memphis acidalia</i>			2	
88	Nymphalidae	<i>Memphis glauce</i>	1			

89	Nymphalidae	<i>Metamorpha elissa</i>		3	
90	Nymphalidae	<i>Moprho menealus occidentalis</i>	2		
91	Nymphalidae	<i>Neruda aoede</i>			1
92	Nymphalidae	<i>Nessaea aglaura</i>	3		
93	Nymphalidae	<i>Nessaea hewitsoni</i>	1		
94	Nymphalidae	<i>Oleria onega</i>		2	
95	Nymphalidae	<i>Opsiphanes tamarindi</i>		1	
96	Nymphalidae	<i>Opsiphanes tamarindi</i>		1	
97	Nymphalidae	<i>Panacea procilla divalis</i>			1
98	Nymphalidae	<i>Panacea procilla procilla</i>	1		
99	Nymphalidae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>		1	1
100	Nymphalidae	<i>Pareuptychia summandosa</i>		6	
101	Nymphalidae	<i>Paulogramma pyracmon peristera</i>		1	
102	Nymphalidae	<i>Philaethria dido</i>	1		
103	Nymphalidae	<i>Piera lamis</i>	1		
104	Nymphalidae	<i>Pierella hortona</i>	1		
105	Nymphalidae	<i>Pierella lamia</i>	1		
106	Nymphalidae	<i>Pierella lamia chalybaea</i>		1	
107	Nymphalidae	<i>Pierella lena</i>	1		
108	Nymphalidae	<i>Prepona laertes</i>	2		
109	Nymphalidae	<i>Pseudodebis marpessa</i>		1	
110	Nymphalidae	<i>Pseudoscada florula aureola</i>	1		
111	Nymphalidae	<i>Pyrrhogyra amphiro</i>		1	
112	Nymphalidae	<i>Sais rosalia</i>		1	
113	Nymphalidae	<i>Selenophanes cassiope amplior</i>			1
114	Nymphalidae	<i>Splendeuptychia gera gera</i>	1		
115	Nymphalidae	<i>Taygetis andromeda</i>		2	
116	Nymphalidae	<i>Taygetis echo volutina</i>	2		
117	Nymphalidae	<i>Taygetis kerea</i>		2	1
118	Nymphalidae	<i>Taygetis sosis</i>	1		
119	Nymphalidae	<i>Taygetis thamyra</i>		1	1
120	Nymphalidae	<i>Temenis laothoe columbiana</i>		1	
121	Nymphalidae	<i>Tigridia acesta</i>	1		1
122	Nymphalidae	<i>Tithorea harmonia</i>		2	
123	Nymphalidae	<i>Zaretis falcis</i>	2		
124	Pieridae	<i>Anteos menippe</i>		1	
125	Pieridae	<i>Dismorphia amphione</i>		2	

126	Pieridae	<i>Dismorphia theucharila lysinoe</i>	1			
127	Pieridae	<i>Enantia lina</i>		4		
128	Pieridae	<i>Eurema albula albula</i>		1		
129	Pieridae	<i>Glutophrissa drusilla</i>	2			
130	Pieridae	<i>Itaballia demophile calydonia</i>				1
131	Pieridae	<i>Moschoneura pinthous monica</i>	2			1
132	Pieridae	<i>Phoebis argante larra</i>	1	2		
133	Pieridae	<i>Phoebis sennae marcellina</i>		1		
134	Pieridae	<i>Pyrisitia leuce athalia</i>	1	3		
135	Pieridae	<i>Rhabdodryas trite</i>	1			
136	Papilionidae	<i>Battus polydama</i>	1			
137	Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades</i>	1			
138	Papilionidae	<i>Heraclides torquatus torquatus</i>				2
139	Papilionidae	<i>Parides sesostris sesostris</i>	1			
140	Papilionidae	<i>Protesilaus telesiaus telesilaus</i>		1		
141	Riodinidae	<i>Emesis cerea cerea</i>		1		1
142	Riodinidae	<i>Eurybia caerulea</i>	2			
143	Riodinidae	<i>Sarota miranda</i>	1	2		1 1
144	Hesperidae	<i>Orses cynisca</i>	3			
145	Hesperidae	<i>Pythonides jovianus</i>	4			1
146	Lycaenidae	<i>Arawacus separata</i>		1		1
147	Lycaenidae	<i>Olynthus avoca</i>	3			

Fuente. Autoría Propia.

En este sentido, la cobertura con un mayor potencial de especies para el ecoturismo corresponde a Bosque Denso Alto de Tierra Firme (BDATF) con 74 especies, seguido por Bosque Denso Alto Inundable Heterogéneo (BDAIH) con 60 especies, Bosque de Galería (BG) con 37 especies y Afloramiento Rocoso (AR) con 4 especies.

Figura 32*Especies potenciales para el Ecoturismo por Coberturas*

Fuente. Autoría Propia.

Especies potenciales Biocomercio

A continuación se presenta el listado de especies potenciales para Biocomercio, esto con base en criterios como; tamaño, colores, facilidad de cría, aparición en programas de biocomercio previos, No estar en CITES y no tener categoría de amenaza, que posteriormente se filtró en el uso a nivel global para mariposarios, cría para pupas, exhibiciones turísticas y arte entomológico. Esto géneros priorizados corresponden a *Morpho*, *Caligo*, *Heliconius*, *Danaus*, *Battus*, *Parides* y *Papilio*.

En este sentido, se determinaron un total de 17 especies potenciales para Biocomercio, pertenecientes a las familias Nymphalidae, Papilionidae y Riodinidae.

Tabla 18*Listado de especies potenciales para Biocomercio*

Familia	Especies
Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i>
	<i>Diaethria clymena clymena</i>
	<i>Heliconius numata</i>
	<i>Heliconius numata superioris</i>
	<i>Agraulis vanillae vanillae</i>
	<i>Caligo sp</i>
	<i>Callicore cynosura</i>
	<i>Danaus plexippus</i>
	<i>Heliconius erato reductimacula</i>
	<i>Heliconius melpomene</i>
	<i>Heliconius pardalinus</i>
	<i>Heliconius sara</i>
	<i>Mechanitis menapis</i>
<i>Prepona laertes</i>	
Papilionidae	<i>Battus polydama</i>
	<i>Parides sesostris sesostris</i>
Riodinidae	<i>Sarota miranda</i>

Fuente. Autoría Propia.***Fichas descriptivas***

Como anexo se presenta las especies seleccionadas para la elaboración de las fichas descriptivas elaboradas bajo el criterio planteado en el proyecto de investigación del 50% de las potenciales para Ecoturismo y Biocomercio, lo que implicó un ajuste para diversificar las fichas, bajo el criterio de presentar solo una ficha por género con el propósito de mostrar una mayor diversidad, entendiendo que existen especies para varios géneros, que puede generar una duplicidad de información como un factor no favorable para el objeto del estudio.

Discusión

Diversidad de Especies por Cobertura

Los resultados evidencian que la estructura del paisaje juega un papel determinante en la composición y diferenciación de las comunidades de mariposas diurnas entre las coberturas evaluadas. Las coberturas boscosas continuas BDAIH y BDATF conforman los bloques principales de conectividad ecológica del área de estudio, lo cual coincide con los modelos teóricos que señalan que la integridad del dosel y la continuidad espacial son factores que mantienen la diversidad y permiten el flujo genético y dispersivo de Lepidoptera tropicales. En contraste, las coberturas BG y AR presentan un patrón marcadamente fragmentado; sin embargo, BG funciona como un corredor intermedio que enlaza BDAIH y BDATF, reduciendo la resistencia al movimiento entre matrices y favoreciendo el intercambio de especies de borde y transición, lo cual ha sido descrito previamente para ecotonos amazónicos y piedemontanos (DeVries et al., 1997).

La presencia de un número elevado de especies exclusivas en BDATF (134) y BDAIH (87) revela que los bosques cerrados mantienen comunidades altamente especializadas y poco compartidas con las coberturas abiertas. Este patrón se alinea con la idea de que los bosques húmedos maduros constituyen reservorios de especies con mayores niveles de especificidad trófica, sensibilidad a microclimas y dependencia de plantas hospederas particulares (Bonebrake et al., 2010). Las exclusividades observadas en BG (36) y AR (6), aunque menores, son ecológicamente relevantes: BG contiene un conjunto de especies adaptadas a condiciones intermedias de luz y humedad, mientras que AR alberga un pequeño número de taxones especializados en ambientes rocosos y xerofíticos, que suelen representar linajes funcionalmente singulares (DeVries et al., 1997).

En términos taxonómicos, las familias dominantes también reflejan la estructura ambiental de las coberturas. Nymphalidae, con mayor presencia en BDATAF (58 especies) y BDAIH (41 especies), se asocia típicamente a bosques densos, donde la heterogeneidad estratificada permite la coexistencia de especies frugívoras, detritívoras y nectarívoras de diferentes gremios. Hesperidae y Riodinidae también muestran mayor riqueza en coberturas boscosas (35 y 26 especies en BDATAF respectivamente), lo que concuerda con su afinidad documentada hacia microhábitats sombreados, sotobosque denso y alta disponibilidad de plantas hospedadoras específicas (DeVries, 1987; DeVries et al., 1997). En contraste, Pieridae y algunas especies de Papilionidae son más frecuentes en áreas abiertas o semiabiertas, lo cual explica su representación diferencial en BDAIH y BG, coberturas donde la disponibilidad de plantas pioneras y floraciones expuestas genera condiciones favorables.

La baja coincidencia de especies entre coberturas, particularmente entre AR y BDATAF (Sorensen BDATAF-AR = 9,48 %), refuerza la noción de que los gradientes ambientales fuertes generan ensamblajes altamente diferenciados. Esto es consistente con estudios que demuestran que pasar de ambientes húmedos y sombreados a áreas abiertas con sustratos rocosos implica un fuerte reemplazo de especies más que una simple pérdida generalizada (DeVries, 1987). En este contexto, incluso las coberturas empobrecidas como AR aportan valor funcional y biogeográfico, pues contienen especies tolerantes a altas temperaturas, baja disponibilidad hídrica y microhábitats extremos, atributos inusuales dentro del conjunto regional de mariposas.

En síntesis, los patrones encontrados subrayan que la diversidad y composición de Lepidoptera en el área de estudio no solo responden a la heterogeneidad del hábitat, sino también a la continuidad territorial y a la presencia de gradientes ambientales marcados. Las coberturas boscosas extensas actúan como núcleos de diversidad y exclusividad, mientras que los ecotonos

y los afloramientos rocosos aportan diferenciación ecológica y funcional al mosaico del paisaje, alineándose con los modelos contemporáneos de conservación basada en paisaje para mariposas neotropicales.

Servicio Ecosistémico de Polinización

El potencial de polinización en el área de estudio está fuertemente determinado por la composición familiar de mariposas en cada cobertura. Las familias con mayor capacidad polinizadora corresponden a Papilionidae y Pieridae, y en menor medida Riodinidae, presentan distintos patrones de distribución espacial, lo cual define diferencias claras en la provisión del servicio ecosistémico (Bonebrake et al., 2010; DeVries, 1987).

BDATF y BDAIH se constituyen como las coberturas con mayor aporte global al servicio de polinización. BDATF presenta 5 especies de Papilionidae y 6 de Pieridae, ambas familias reconocidas por su elevada eficiencia polinizadora debido a su mayor tamaño corporal, patrones de vuelo dirigidos y visitas frecuentes a flores tubulares y de gran corola. BDAIH, aunque con menor exclusividad, mantiene 8 especies de Pieridae, lo cual potencia su papel como zona de conectividad funcional para la polinización, especialmente en ambientes ribereños donde la oferta floral es estacionalmente alta.

BG, pese a ser una cobertura fragmentada, mantiene un conjunto intermedio de familias con potencial polinizador: 2 especies de Pieridae y 1 de Papilionidae. Su aporte se explica por su papel como ecotono, uniendo BDAIH y BDATF y permitiendo el movimiento de mariposas entre zonas boscosas. Este corredor incrementa la probabilidad de transferencia de polen entre plantas ubicadas en diferentes bordes del mosaico, un proceso documentado para paisajes heterogéneos tropicales.

Por su parte, AR presenta el menor número de especies polinizadoras (2 Pieridae y 1 Papilionidae). Sin embargo, su contribución no es despreciable: las especies presentes en ambientes abiertos y rocosos suelen tener comportamientos polinizadores asociados a plantas herbáceas de floración intensa, particularmente durante pulsos estacionales de humedad. Estos ambientes pueden funcionar como fuentes alternativas de recursos para mariposas polinizadoras cuando los bosques circundantes presentan limitaciones temporales de floración (Bonebrake, 2010).

Nymphalidae siendo la familia más diversa en todas las coberturas contribuye de manera moderada a la polinización debido a que muchas de sus especies se alimentan principalmente de frutos en fermentación o savia; no obstante, un subconjunto significativo visita flores y participa en la polinización incidental. Su mayor representación en BDATAF (70 especies) y BDAIH (56 especies) complementa funcionalmente la actividad polinizadora de Pieridae y Papilionidae.

Por lo tanto BDATAF y BDAIH presentan un máximo potencial polinizador por concentración de familias de alto y moderado valor polinizador. BG presenta un potencial intermedio, sustentado por su función como corredor ecológico. AR presenta un potencial bajo, aunque importante en la estabilidad temporal del servicio en microhábitats abiertos.

Este gradiente de aporte coincide con estudios que señalan que la diversidad de mariposas y la provisión de servicios ecosistémicos se maximizan en coberturas boscosas continuas y disminuyen hacia ambientes abiertos y fragmentados.

Servicio Ecosistémico de Aporte Tráfico

La biomasa de mariposas se comporta como una brújula del funcionamiento tráfico: revela cuánta energía movilizan estos insectos hacia depredadores, parasitoides y redes

ecológicas más amplias. En el paisaje evaluado, las coberturas BDATEF y BDAIH concentran la mayor biomasa total, con 48,0 g y 35,45 g respectivamente, mientras que BG alcanza 21,0 g y AR apenas 4,55 g. Esta jerarquía mantiene una coherencia directa con la riqueza y la complejidad estructural de cada cobertura: los bosques densos y las áreas inundables aportan mayor diversidad de microhábitats, estratos y recursos florales, lo que incrementa tanto el número de especies como los tamaños corporales medios presentes (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

En todas las coberturas, la familia Nymphalidae es la que mayor biomasa aporta. Su predominio responde a que esta familia suele presentar especies de tamaño corporal medio a grande y hábitos generalistas, capaces de explotar múltiples recursos florales y tróficos (DeVries, 1987). Por ejemplo, en BDATEF aportan 24,5 g, mientras que en BDAIH suman 19,6 g. Su presencia dominante sugiere un sistema donde los flujos energéticos mantienen una estructura relativamente estable y eficiente, ya que los ninfálidos suelen ser presas clave para aves insectívoras, murciélagos y artrópodos depredadores (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Las familias Hesperiiidae y Riodinidae también contribuyen de manera relevante, especialmente en las coberturas más boscosas. En BDATEF, por ejemplo, estas familias representan 10,2 g y 6,6 g respectivamente. Ambas ilustran la importancia de la heterogeneidad del sotobosque, pues dependen de microclimas húmedos y de densas asociaciones de plantas hospederas - condiciones propias de sistemas forestales continuos (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Por otro lado, la biomasa en BG (21,0 g) muestra que los bordes y áreas de transición siguen teniendo funciones tróficas significativas al actuar como conectores energéticos entre el bosque denso y las zonas inundables. Su composición, aunque menor en riqueza, mantiene una

biomasa intermedia que refleja la mezcla de especies de matriz forestal y especies adaptadas a ambientes más abiertos.

El valor más bajo de biomasa se registra en AR (4,55 g), lo cual es biológicamente esperable: áreas abiertas e intervenidas sostienen menos especies, mayor exposición a estrés térmico y una reducción de disponibilidad floral y hospederas. Estos ambientes suelen albergar mariposas más pequeñas y oportunistas, con bajo aporte energético hacia la red trófica (Bonebrake et al., 2010).

En conjunto, los patrones de biomasa refuerzan la idea de que la integridad de los bosques (BDATF y BDAIH) sostiene la mayor productividad biológica del paisaje, mientras que los bordes funcionan como corredores energéticos secundarios y las áreas abiertas se comportan como puntos débiles dentro de la red trófica. Esta tendencia es ampliamente documentada en paisajes neotropicales fragmentados, donde la pérdida de cobertura boscosa se traduce en colapsos progresivos del flujo energético (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Potencial para Ecoturismo

El potencial ecoturístico de las mariposas depende de la presencia de especies visualmente llamativas, de gran tamaño, patrones iridiscentes o comportamientos conspicuos, cualidades que suelen atraer observadores, fotógrafos de naturaleza y visitantes en general. En las coberturas evaluadas, el BDATF concentra el mayor número de especies con estas características (74 especies), seguida por BDAIH con 60 especies, mientras que BG aporta 37 y AR apenas 4. Esta distribución reafirma el papel de los bosques densos y las zonas asociadas al gradiente amazónico como espacios privilegiados para el turismo de naturaleza, debido a su mayor complejidad estructural, diversidad de estratos y estabilidad microclimática.

La alta representatividad de especies carismáticas en BDATAF se asocia con la presencia de familias reconocidas por su atractivo visual (Nymphalidae, Riodinidae y Papilionidae) y con la mayor integridad ecológica del bosque. Estas coberturas funcionan como “escenarios naturales” donde los visitantes pueden observar vuelos territoriales, cortejos, agregaciones en marcescencia o eventos de “puddling”, interacciones frecuentemente buscadas en rutas turísticas especializadas (DeVries, 1987). Su aporte de 74 especies sugiere que BDATAF no solo es la zona más biodiversa, sino también la de mayor potencial para desarrollar senderos interpretativos, estaciones de observación y programas de guianza enfocados en mariposas.

La cobertura BDAIH (60 especies carismáticas) también muestra una oferta ecoturística considerable. Las zonas inundables generan ambientes de alta productividad floral que atraen mariposas nectarívoras de colores brillantes, lo cual convierte estos espacios en puntos estratégicos para avistamiento y fotografía. La transición bosque–humedal facilita observar especies amazónicas que aprovechan los claros luminosos y bordes húmedos, aumentando la probabilidad de encuentros con visitantes (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Por su parte, BG actúa como un puente ecoturístico intermedio: aunque presenta menor riqueza, ofrece oportunidades de observación por su accesibilidad y mayor visibilidad del comportamiento de las mariposas en bordes y áreas semiabiertas. Sin embargo, AR, con solo 4 especies carismáticas, evidencia un potencial ecoturístico limitado; sus condiciones simplificadas y alto nivel de perturbación reducen tanto la diversidad como la posibilidad de encuentros con especies visualmente destacables.

En conjunto, estos patrones confirman que BDATAF es la cobertura con mayor atractivo ecoturístico, seguida de BDAIH, configurando un corredor de alto valor para el desarrollo de actividades sostenibles de naturaleza. La presencia de mariposas emblemáticas puede servir

como motor económico local y como argumento sólido para fortalecer estrategias de conservación, dado que la observación de mariposas es un recurso turístico en crecimiento a nivel global (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Potencial para Biocomercio

El conjunto de 17 especies identificadas con potencial para biocomercio representa un núcleo funcionalmente estratégico dentro de la comunidad de mariposas evaluada. Su selección responde a criterios ampliamente reconocidos en iniciativas de biocomercio de Lepidoptera, tales como atractivo visual, facilidad de cría, estabilidad poblacional, tolerancia al manejo, y ausencia de restricciones de comercio internacional (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010). Este grupo, conformado principalmente por miembros de Nymphalidae, seguido de Papilionidae y Riodinidae, coincide con los linajes más utilizados a nivel global en programas de exportación de pupas, turismo entomológico y exhibiciones vivas (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

El predominio de Nymphalidae, con géneros emblemáticos como *Morpho*, *Caligo*, *Heliconius*, *Agraulis*, *Prepona* y *Danaus*, es especialmente relevante. Estas mariposas combinan atributos clave para mercados formales: tamaños grandes, patrones de color llamativos, comportamiento dócil en cautiverio y tasas de supervivencia elevadas en sistemas de cría semi-intensiva. Especies como *Heliconius erato*, *H. melpomene* y *H. numata* destacan por su plasticidad ecológica, fidelidad a plantas hospederas manejables (Passifloraceae) y ciclos reproductivos continuos, lo que facilita su integración en mariposarios y cadenas de valor sostenibles (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

La presencia de especies de Papilionidae, como *Battus polydamas* y *Parides sesostris*, refuerza el potencial económico del sitio. Los papiliónidos son tradicionalmente apreciados en

biocomercio por su tamaño, vuelo vistoso y alto valor en mercados de exhibición y educación ambiental. Su reproducción se beneficia del manejo de hospederas como *Aristolochia*, ampliamente utilizadas en experiencias de cría controlada en América Latina. El hallazgo de estas especies en coberturas boscosas continuas como BDAIH y BDATF sugiere que el paisaje ofrece condiciones adecuadas para su manejo sostenible: disponibilidad de microhábitats sombreados, plantas nutritivas persistentes y baja fluctuación térmica, factores críticos para papilionidos tropicales (DeVries, 1987).

La inclusión de *Sarota miranda* (Riodinidae) aporta un componente menos usual pero valioso. Aunque los riodínidos rara vez dominan mercados de pupas por sus tamaños pequeños, *Sarota* posee patrones iridiscentes con alto valor para fotografía, arte entomológico y colecciones científicas. Su presencia en coberturas boscosas diversificadas respalda la idea de que los ensamblajes locales pueden ofrecer nichos de mercado especializados no tradicionales, alineados con las nuevas tendencias de biocomercio basado en diversidad funcional (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Un elemento crítico en la interpretación de este potencial es que todas las especies priorizadas carecen de categoría de amenaza y no se encuentran reguladas por CITES, lo cual es un requisito fundamental para esquemas de biocomercio sostenible. Esto reduce barreras legales, facilita la creación de cadenas de valor y disminuye riesgos asociados a extracción no regulada, una problemática señalada en proyectos históricos de mariposarios en el Neotrópico (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

La composición del grupo identificado revela un escenario ecológico favorable: la coexistencia de especies de amplia distribución y plasticidad (*Danaus plexippus*, *Agraulis vanillae*), con otras más asociadas a bosques maduros (*Prepona laertes*, *Caligo sp.*), permite diseñar programas de biocomercio diversificados, donde la producción no dependa exclusivamente de un solo tipo de cobertura ni de condiciones ambientales restringidas. Esto es especialmente importante en paisajes como el de Guaviare, donde la matriz entre bosques inundables, densos y zonas de transición ofrece un gradiente ambiental útil para sostener colonias de cría durante todo el año.

Finalmente, el grupo identificado aporta un valor estratégico adicional: su potencial de integración con turismo de naturaleza. Muchas de estas especies especialmente *Morpho*, *Caligo*, *Heliconius* y *Prepona* son reconocidas mundialmente como “mariposas emblema”, utilizadas para señalización ecológica, centros de interpretación y experiencias inmersivas (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010). Su presencia natural en el territorio valida la posibilidad de desarrollar rutas interpretativas y proyectos de educación ambiental complementarios a la producción de pupas, fortaleciendo el modelo de biocomercio como herramienta de conservación productiva.

En conjunto, los resultados muestran que el territorio no solo alberga condiciones ecológicas adecuadas para mantener poblaciones sanas de estas especies, sino que también posee un conjunto de mariposas con atributos comerciales consolidados a nivel global. Esto posiciona al área de estudio como un escenario altamente favorable para impulsar iniciativas de biocomercio bajo enfoques sostenibles y articulados con la conservación, tal como recomiendan enfoques contemporáneos de bioeconomía en paisajes megadiversos (DeVries, 1987; Bonebrake et al., 2010).

Conclusiones

El análisis de diversidad permitió revelar que las 4 coberturas de la tierra estudiadas y distribuidas en los municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar contienen un capital biológico notable con 334 especies de mariposas diurnas distribuidas en las familias Nymphalidae, Hesperidae, Riodinidae, Lycaenidae, Papilionidae y Pieridae, que se manifiesta de manera diferenciada según la estructura y complejidad de cada tipo de cobertura.

La cobertura BDATAF emergió como el núcleo de mayor riqueza y heterogeneidad ecológica, con 189 especies y altos valores de diversidad (Shannon = 5.105; Simpson $1-D = 0.993$). Esta cobertura, caracterizada por una estructura vegetal densa y estratificada, actúa como un reservorio natural capaz de sostener comunidades amplias, funcionalmente diversas y con presencia significativa de especies exclusivas (134), lo que subraya su papel como epicentro de conservación. Este patrón se repitió en BDAIH, donde la riqueza alcanzó 137 especies, también acompañada de valores elevados de diversidad y baja dominancia. La presencia de especies exclusivas (87) reafirma su valor complementario para la diversidad regional, funcionando como una extensión ecológica del núcleo que representa BDATAF.

En contraste, BG (Bosque de Galería) mostró una comunidad empobrecida en términos relativos (91 especies), reflejo de procesos de intervención histórica, regeneración secundaria y menor complejidad del hábitat. Aun así, este mosaico de regeneración aportó 36 especies exclusivas, lo que confirma que incluso coberturas transformadas pueden funcionar como “islas de oportunidad ecológica” cuando los procesos de sucesión temprana se mantienen activos. La cobertura AR, por su parte, registró tan solo 22 especies, acompañada de la mayor dominancia, la menor diversidad y biomasa estimada. Este escenario, casi silencioso en términos biológicos, es

el resultado directo de la simplificación estructural del hábitat, la reducción de disponibilidad alimentaria y la limitación de microhábitats adecuados.

Los índices de similitud revelaron una baja compartición de especies entre coberturas, particularmente entre AR y las restantes, lo que confirma que cada cobertura aporta un conjunto único de especies y funciones ecológicas. La mayor similitud se dio entre BDATAF y BG (Sorensen 27.86), probablemente porque BG actúa como zona de transición ecológica entre la vegetación primaria y los sistemas intervenidos.

En conjunto, estos resultados confirman que la diversidad de mariposas en el Guaviare responde directamente al grado de integridad ecológica de las coberturas y, a su vez, que la heterogeneidad del paisaje es indispensable para sostener la complejidad funcional de la región. Cada cobertura contribuye de manera diferenciada a la riqueza total: los bosques aportan complejidad, los BG aportan resiliencia y las AR aunque reducidas ofrecen conectividad biológica mínima. La distribución observada refuerza el valor de conservar mosaicos heterogéneos como estrategia para proteger la diversidad regional.

Los servicios ecosistémicos asociados a las mariposas conforman una red de pequeñas interacciones que sostienen silenciosamente procesos críticos del paisaje amazónico-guaviarense. Entre estos servicios, la polinización ocupó un lugar central, y su evaluación mostró una marcada variación entre familias y coberturas.

Las familias Pieridae y Papilionidae concentraron el potencial más alto de polinización, gracias a su comportamiento floral más frecuente y la capacidad de recorrer mayores distancias. Sin embargo, su baja representación en términos de riqueza particularmente en AR y BG evidencia que la simplificación del paisaje afecta de forma directa un servicio clave para la

regeneración vegetal. En contraste, Nymphalidae, la familia más diversa y abundante, mostró un potencial de polinización de “moderado a alto”, lo que la convierte en un grupo funcionalmente robusto y con fuerte influencia sobre las redes de plantas locales.

La biomasa estimada por cobertura como indicador de aporte funcional mostró la misma tendencia observada en la riqueza: BDATF y BDAIH concentraron la mayor biomasa total (40.55 g y 35.45 g, respectivamente), lo que sugiere comunidades más estables y energéticamente relevantes para depredadores insectívoros. La biomasa se desploma en BG y AR, ilustrando la pérdida de aporte energético a niveles tróficos superiores en sistemas degradados.

En cuanto a la contribución a la biodiversidad local, la alta proporción de especies exclusivas confirma que las mariposas no solo representan riqueza estética, sino también singularidad biológica: cada cobertura incluso las más transformadas aporta especies que no se encuentran en otras. Este fenómeno acentúa la importancia de proteger mosaicos diversos para mantener la variabilidad genética y funcional de las comunidades de insectos polinizadores.

Finalmente, las mariposas funcionan como indicadores sensibles de calidad ambiental. La reducción drástica de diversidad, abundancia y biomasa en AR reafirma que este tipo de cobertura no solo disminuye el número de especies presentes, sino también la capacidad del paisaje para sostener relaciones ecológicas esenciales. En suma, los resultados evidencian que los servicios ecosistémicos prestados por las mariposas dependen estrechamente de la complejidad estructural de la cobertura vegetal y que su pérdida genera una cascada de efectos que alteran la dinámica ecológica y la regeneración de los ecosistemas.

El potencial socioeconómico de las mariposas especialmente para ecoturismo y biocomercio se manifestó claramente a lo largo del estudio, revelando oportunidades concretas para promover modelos productivos sostenibles en la región. Las coberturas BDATEF y BDAIH se identificaron como los territorios con mayor atractivo ecoturístico, con 74 y 60 especies representativas, respectivamente. Estos escenarios permiten imaginar rutas de observación, jardines de mariposas y experiencias educativas que articulen conservación y turismo responsable.

La variedad cromática, comportamental y taxonómica que se concentra en estas coberturas constituye un capital simbólico con alto valor interpretativo para visitantes y comunidades locales. Actividades como fotografía de naturaleza, senderismo interpretativo y educación ambiental encuentran en BDATEF, por ejemplo, un paisaje exuberante donde las mariposas funcionan como embajadoras de la diversidad amazónica.

En cuanto al biocomercio, se identificaron 17 especies potenciales pertenecientes a géneros ampliamente reconocidos en programas internacionales de cría sostenible: *Morpho*, *Caligo*, *Heliconius*, *Parides*, *Battus*, *Papilio*, entre otros. El hecho de que estas especies no se encuentren en CITES ni en categorías de amenaza otorga viabilidad normativa para su aprovechamiento sostenible. Además, muchas son conocidas por su facilidad de cría, valor estético elevado y demanda constante en mercados de pupas vivas, mariposarios y arte entomológico.

La presencia simultánea de especies de interés turístico y comercial refuerza el valor integral de los bosques de la región, donde estos no solo son reservorios de biodiversidad, sino también posibles motores económicos si se manejan con un enfoque de conservación productiva. Actividades como la cría de pupas, el mantenimiento de jardines de plantas hospederas, la

creación de mariposarios comunitarios y la articulación de rutas ecoturísticas podrían convertirse en fuentes de empleo, educación y empoderamiento territorial, esto como alternativa para reducir los índices de deforestación en el Guaviare.

Los resultados, en suma, revelan una oportunidad estratégica, en el cual, la biodiversidad de mariposas en el Guaviare no es solo un activo ecológico, sino también un recurso socioeconómico capaz de sostener iniciativas comunitarias que combinen conservación, emprendimiento y turismo responsable.

Recomendaciones

Fortalecer la conservación de las coberturas BDATAF y BDAIH, dado que sustentan la mayor riqueza, biomasa y funcionalidad ecológica. Su protección es prioritaria para mantener la estructura ecológica regional.

Desarrollar corredores biológicos entre BG y las coberturas boscosas, aprovechando la similitud relativamente mayor entre BG y BDATAF/BDAIH, para facilitar la conectividad de mariposas polinizadoras y dispersoras.

Implementar jardines de plantas hospederas y nectaríferas en zonas rurales y periurbanas para incrementar la presencia de polinizadores en AR y mejorar las funciones ecosistémicas en áreas intervenidas.

Iniciar programas piloto de biocomercio con las 17 especies identificadas, siguiendo protocolos de cría sostenible, control sanitario y trazabilidad legal, garantizando beneficios directos para comunidades locales.

Crear mariposarios comunitarios y senderos interpretativos en BDATAF y BDAIH, reforzando procesos de educación ambiental y fortaleciendo la oferta ecoturística del territorio.

Incluir la información generada en este estudio en los planes municipales de ordenamiento territorial y de desarrollo rural, incorporando a las mariposas como indicadores de calidad ambiental y actores clave en estrategias de conservación.

Capacitar a comunidades y asociaciones locales en identificación de especies, manejo de criaderos, monitoreo participativo y atención ecoturística, garantizando un modelo económico incluyente.

Promover acuerdos de conservación con propietarios privados, incentivando la protección de coberturas estratégicas para la diversidad de mariposas.

Implementar monitoreos periódicos que permitan evaluar cambios en la composición de especies y el estado de los servicios ecosistémicos, especialmente en áreas en proceso de restauración.

Fomentar la investigación complementaria sobre plantas hospederas, conectividad funcional del paisaje y efectos del cambio climático en la distribución de especies clave para biocomercio y ecoturismo.

Bibliografía

- Amat-García, G., & Andrade-C., M. G. (2016). Diversidad de insectos en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Andrade-C., M. G. (2011). *Diversidad de mariposas en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Bonebrake, T. C., Ponisio, L. C., Boggs, C. L., & Ehrlich, P. R. (2010). More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation*, 143(8), 1831–1841. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.044>
- Brown, K. S. (1997). Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests. En W. F. Laurance & R. O. Bierregaard (Eds.), *Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities* (pp. 37–54). University of Chicago Press.
- Casas-Pinilla, J., et al. (2017). Diversidad de mariposas en bordes de bosque. [Artículo científico].
- Cortolima. (s.f.). Servicios ecosistémicos. <https://www.cortolima.gov.co>
- DeVries, P. J. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their natural history*. Princeton University Press.
- Duque, A., et al. (2019). Dinámica de bosques inundables amazónicos. [Artículo científico].
- Escobar, F., Halffter, G., Arellano, L., & Favila, M. E. (2005). Diversity and composition of dung beetle assemblages in a heterogeneous tropical landscape. *Biotropica*, 37(1), 94–102. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.03113.x>

- García, J., & Constantino, L. M. (2016). *Mariposas diurnas de Colombia y su diversidad*. Universidad del Valle.
- García-Robledo, C., et al. (2021). Lepidoptera diversity in tropical ecosystems. [Artículo científico].
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2014). *Actualización metodología CORINE Land Cover Colombia*. IDEAM.
- IDEAM. (2023). *Monitoreo de deforestación en Colombia*. IDEAM.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2020). *Estado de los ecosistemas amazónicos en Colombia*. Bogotá, Colombia: SINCHI.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2018). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: Mariposas*. Bogotá, Colombia: Instituto Humboldt.
- Instituto SINCHI. (2023). *Informe sobre biodiversidad en el Guaviare*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Política nacional de biocomercio sostenible*. MADS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Estrategia nacional de polinizadores*. MADS.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Reporte de deforestación en Colombia*.

MADS

Murcia, C., et al. (2020). Estructura del paisaje y biodiversidad amazónica. [Artículo científico].

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (s.f.). Servicios ecosistémicos.

<https://www.parquesnacionales.gov.co>

Rangel-Ch., J. O. (2015). Biodiversidad del Escudo Guayanés. Instituto de Ciencias Naturales.

Trujillo, F., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2010). Biodiversidad en ecosistemas acuáticos colombianos. Instituto Humboldt.

Vásquez, R., & Salazar, J. (2018). Composición de mariposas en gradientes ecológicos. [Artículo científico].

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Anexos

Anexo 1. Fichas descriptivas de especies con potencial para el biocomercio y ecoturismo.