

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLE

# RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE MARIPOSAS DIURNAS (INSECTA: LEPIDOPTERA) EN ÁREAS PERTURBADAS DE LOS ANDES CENTRALES DE COLOMBIA

## Richness and Abundance of Diurnal Butterflies (Insecta: Lepidoptera) in Disturbed Areas of the Central Andes of Colombia

Juan Camilo GÓMEZ-SALAZAR<sup>1\*</sup> , Martha Melizza ORDOÑEZ-DIAZ<sup>4</sup> , Giovany GUEVARA<sup>2</sup> , Sergio Adrián MURILLO-MONTOYA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Manuela Beltrán, Avenida Circunvalar # 60-06 Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Zoología (GIZ), Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta, Cl 42 # 1-02, Ibagué, Colombia.

<sup>3</sup> Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Avenida José Antonio Páez #10-20 Caracas, Venezuela

<sup>4</sup> Fundación Universitaria de Colombia - UNIAGRARIA, Cl 170 # 54A-10, Bogotá, Colombia

\* For correspondence: jkmilo1987@gmail.com

Recibido: 31 de octubre de 2022. Revisado: 12 de diciembre de 2023. Aceptado: 20 de febrero de 2024

Editor asociado: Héctor Jaime Gasca Álvarez

**Citation/ citar este artículo como:** Gómez-Salazar, J. C., Ordoñez-Díaz, M. M., Guevara, G., y Murillo-Montoya, S. A. (2024). Riqueza y abundancia de mariposas diurnas (Insecta: Lepidoptera) en áreas perturbadas en los Andes centrales de Colombia. *Acta Biol Colomb.*, 29(2), 85-96. <https://doi.org/10.15446/abc.v29n2.105200>

### RESUMEN

En este estudio, se evaluó la abundancia y riqueza de especies de mariposas diurnas en tres coberturas vegetales de un área ubicada en los Andes centrales de Colombia. Se realizaron tres muestreos en cada tipo de cobertura, entre diciembre de 2021 y enero-febrero de 2022, utilizando dos métodos de captura: jama entomológica y trampa Van Someren-Rydon, esta última cebada con banana en descomposición y camarón licuado. Se registraron 725 especímenes distribuidos en seis familias, 21 subfamilias y 179 especies. Los resultados evidenciaron la presencia de especies indicadoras de áreas perturbadas, como *Anarthria amathea amathea*, *Heliconius clysonymus clysonymus*, *Phoebe philea philea*, *Pyrisitia venusta aequatorialis*, *Spicauda simplicius*, *Hermeuptychia hermes*, *Heliconius melpomene*, *Adelpha alala alala* y *Oxeoschistus simplex simplex*. Se reportaron especies de la subfamilia Heliconiinae endémicas de la cordillera central, como *Heliconius cydno cydno* y *Heliconius erato chestertonii*. Se observó una elevada riqueza y abundancia de mariposas presentes en esta región subandina. Se recomienda realizar estudios en otra época del año (verano), para garantizar una representatividad mayor de las especies de mariposas allí existentes.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Caldas, ecosistemas, lepidópteros, riqueza

### ABSTRACT

In this study, we evaluated the abundance and richness of diurnal butterfly species in three vegetation types in the Central Andes of Colombia. Three surveys were conducted for each vegetation type, between December 2021 and January-February 2022, using two capture methods: an entomological net and a Van Someren-Rydon trap, the latter baited with decaying bananas and liquefied shrimp. We registered 725 specimens from six families, 21 subfamilies, and 179 species. The results showed the presence of indicator species in disturbed areas, such as *Anarthria amathea amathea*, *Heliconius clysonymus clysonymus*, *Phoebe philea philea*, *Pyrisitia venusta aequatorialis*, *Spicauda simplicius*, *Hermeuptychia hermes*, *Heliconius melpomene*, *Adelpha alala alala*, and *Oxeoschistus simplex simplex*. We also recorded species of the Heliconiinae subfamily endemic to the central cordillera, including *Heliconius cydno cydno* and *Heliconius erato chestertonii*. High richness and abundance of butterflies were observed in this sub-andean region. However, we recommend conducting studies during the driest season of the year to ensure a greater representation of butterfly species.

**Keywords:** Biodiversity, Caldas, ecosystems, lepidopterans, richness



## INTRODUCCIÓN

Las mariposas son un grupo de insectos pertenecientes al Orden Lepidoptera, que se caracterizan por su diversidad y colorido; razón por las cual se encuentran dentro de los invertebrados mejor estudiados (Ramírez-Restrepo y Macgregor-Fors, 2016). Habitán en todo el mundo, aunque son esencialmente abundantes en la región neotropical ( $\approx 42\%$  de las mariposas diurnas; Lamas, 2000; Ramírez-Cruz et al., 2022). En Colombia, las mariposas son un elemento importante de la biodiversidad y se han registrado más de 3700 especies (Villalobos-Moreno et al., 2022), lo que representa aproximadamente el 20 % de la diversidad mundial; esta riqueza es resultado de la variedad de hábitats que existen en el país, desde páramos hasta selvas tropicales y gran parte de esa biodiversidad se alberga en la colección del Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt, que cuenta con más de 18500 individuos de 1800 especies (SiB Colombia, 2021).

Las mariposas desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas terrestres. Son polinizadores importantes de una amplia variedad de cultivos, contribuyen con la reproducción de las plantas; también son presa de otros animales, como aves, murciélagos y reptiles; son fáciles de capturar en campo y, además, son indicadores confiables de la salud de los ecosistemas, los cuales se pueden evaluar a través de inventarios o monitoreos de la biodiversidad, conservación y endemismos, pero debido a su sensibilidad ante los cambios de temperatura, humedad y radiación solar, sus poblaciones están descendiendo a un ritmo progresivo (Soga y Koike, 2012; Andrade-C. et al., 2013).

La pérdida de mariposas puede tener un impacto negativo en los ecosistemas terrestres. De hecho, investigaciones recientes han revelado la dramática disminución de la riqueza, abundancia y biomasa de insectos voladores en diferentes regiones del mundo, durante las últimas décadas, tanto en zonas templadas como en regiones tropicales (Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019). De acuerdo con lo que sugiere Alroy (2017), es probable que estemos frente a una nueva extinción masiva de especies, a menos que los programas de conservación de la biodiversidad logren salvaguardarlas todas, estén o no en alguna categoría de amenaza. Lo anterior también ocurre en la región andina de Colombia, donde las modificaciones del paisaje por actividades antropogénicas, asociadas a las necesidades inherentes del crecimiento de la población humana, están concentrando a las personas en pequeñas regiones biogeográficas (Ramírez-Mejía y Sánchez, 2016), lo que ha llevado a pérdidas en los ecosistemas y, por ende, reducciones en la diversidad de mariposas en esta región.

En este sentido, el departamento de Caldas no es ajeno a cambios en su entorno y declives poblacionales de lepidópteros. Montero y Ortiz (2013) afirman que en los últimos años diversos procesos de perturbación antropogénica están ocasionando una disminución progresiva de hábitats naturales, lo cual, impacta de manera negativa a la

biodiversidad. De ahí, la importancia de realizar la presente investigación en un bosque subandino del departamento de Caldas, para conocer la diversidad de mariposas mediante un inventario de los lepidópteros diurnos presentes en tres coberturas vegetales (cultivo, potrero, y bosque) en el municipio de Villamaría (Caldas) y así, brindar información base para generar planes de conservación de la diversidad, en ecosistemas transformados producto de las intervenciones antropogénicas y a su vez, contribuir con el inventario regional de este grupo de insectos presentes en áreas perturbadas de los Andes colombianos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en tres coberturas vegetales: 1) Cultivo, principalmente café bajo sombra y en menor proporción banano ( $5^{\circ}01'16.26''$  N, y  $75^{\circ}31'13.95''$  W; 1877 m.s.n.m.); 2) Potrero, resultante de actividades ganaderas ( $5^{\circ}01'24.46''$  N, y  $75^{\circ}31'21.44''$  W; 1840 m.s.n.m.), y 3) Bosque secundario ( $5^{\circ}00'50.50''$  N, y  $75^{\circ}30'55.9''$  W; 1864 m.s.n.m.) ubicada en la vereda “El Arroyo”, dentro de la zona de vida correspondiente a bosque subandino en el municipio de Villamaría, Caldas (Fig. 1). La zona de estudio limita al norte con la ciudad de Manizales a una distancia de 3 km; al oriente con los municipios de Herveo y Murillo (Tolima); al sur con Santa Rosa de Cabal (Risaralda) y al occidente con el municipio de Chinchiná (Caldas). Presenta pendientes de niveles fuertes a moderadas (Giraldo-Henao et al., 2020), y temperaturas promedio de  $16^{\circ}\text{C}$  (CMGRD, 2017). El área hace parte de la cuenca del Río Chinchiná, cuya red hidráulica se bifurca y conforma el Río Chinchiná, y el Río Claro.

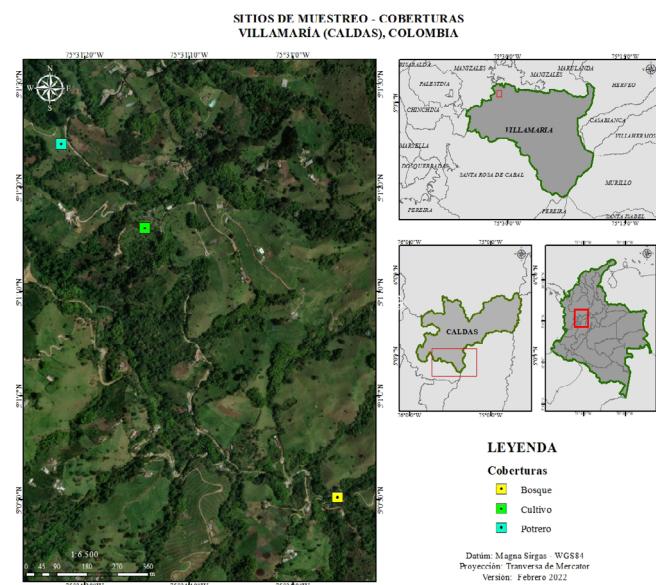


Figura 1. Área de estudio y zonas de muestreo (Bosque, Cultivo, y Potrero) en la vereda “El Arroyo” Villamaría (Caldas, Colombia).

## Muestreo de mariposas

Se realizó entre diciembre 2021 y enero-febrero de 2022, periodo que correspondió a época lluviosa con transición a verano. El registro incluyó censos visuales y recolectas de mariposas, durante tres muestreos por mes, realizados por dos personas/cobertura (Cultivo, Potrero, y Bosque). En cada cobertura se estableció un transecto de 200 m de recorrido de manera paralela, con distancias de 4 m a lado y lado del transecto. Se realizaron caminatas continuas entre las 9:00 y 13:00 h, las cuales, corresponden al pico de mayor actividad de las mariposas (Ghosh y Mukherjee, 2016) para un esfuerzo de muestreo de 72 h/persona y total de 144 h, mediante búsqueda con red entomológica.

A su vez, en cada transecto se instalaron cuatro trampas Van Someren-Rydon (TVSR) (De Vries, 1997; Villarreal et al., 2004) durante un periodo de tiempo igual al establecido con las redes entomológicas. Las TVSR fueron cebadas con banano en descomposición (dos trampas) o con camarón licuado (dos trampas) y colocadas de forma intercalada de acuerdo con el tipo de cebo y a una altura entre 2 y 4 m del suelo (Villarreal et al., 2004). De acuerdo con las condiciones del terreno y el tamaño irregular de los sitios seleccionados, se tomaron distancias entre trampas de 25 a 50 m, siendo ubicadas de forma lineal. Las trampas permanecieron activas durante nueve días (18-20 de diciembre de 2021, 1-3 de enero, y 26-28 de febrero de 2022).

## Identificación de mariposas

Las diferentes especies de mariposas diurnas se fotografiaron con una cámara Nikon D5500. Posteriormente, una vez registrados los especímenes se procedió a liberarlos. Para la identificación taxonómica, se revisaron las ilustraciones y descripciones de De Vries (1997), Uribe et al. (1998), García-Robledo et al. (2002), Le Crom et al. (2002, 2004), y Warren et al. (2016). Adicionalmente, se consultó el trabajo realizado por Ríos-Malaver (2007) cercano al municipio de Villamaría, y se visitó la colección biológica privada existente para esta zona de José Ignacio Vargas con número de registro 67 (CJIV-067), en el Instituto Alexander von Humboldt. A nivel nacional se revisó la lista de chequeo de Garwood et al. (2021).

## Análisis de datos

Para la representatividad de los muestreos y la riqueza de especies se realizó una curva de acumulación de especies (Villarreal et al., 2004), que permitió observar, a través de los estimadores de abundancia CHAO 1 e ICE, la efectividad del muestreo (Colwell y Elsensohn, 2014). A su vez, se calculó la diversidad de Shannon y equitatividad que tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformes se encuentran distribuidas; y finalmente, agrupamiento por similitud (análisis *clúster*) de las coberturas. Todos los análisis se realizaron con el programa Past 4.04 (Hammer et al., 2001).

## RESULTADOS

Se registraron 725 especímenes distribuidos en seis familias, 21 subfamilias y 179 especies. En la Tabla 1 se muestran las especies identificadas según la cobertura y sus respectivas familias, subfamilias y abundancias. Las familias con mayor número de especies fueron Nymphalidae (84), seguida de Hesperiidae (34) y Pieridae (22); mientras que las de menor riqueza fueron Riodinidae (17), Lycanidae (16) y Papilionidae (6). Por su parte, las subfamilias con mayor riqueza de especies fueron Satyrinae (21), Riodininae (17), Theclinae y Nymphalinae (15) y, Eudaminae (13). Las especies más abundantes fueron *Tegosa anieta* con 75 registros, *Siseme electryo* y *Altinote azomene* con 32, *Leptophobia aripa aripa* con 30, *Actinote anteas* con 27, y *Diaethria clymena colombiana* con 22.

Adicionalmente, con la TVSR se capturó a *Heliconius doris*, *Spicauda simplicius*, *Epiphile epimenes epimenes*, *Actinote stratonice*, *Heliconius erato chestertonii*, *Heliconius cydno cydrides*, *Junonia everete evarete* en una ocasión con cebo de camarón licuado; *Memphis pseudiphis*, *Caligo prometheus prometheus*, *Caligo oileus scamander* sólo con banano en descomposición y *Archaeoprepona demophon gulina* única especie colectada con los dos tratamientos del estudio (camarón licuado y banano en descomposición). De igual forma, estas especies estuvieron representadas en las capturas con red entomológica, lo que se puede asociar con una alta efectividad en la totalidad del muestreo.

Entre las especies recolectadas únicamente con TVSR se encuentran *Necyria bellona manco*, *Epargyreus exadeus*, *Catonephele numilia*, *Cyddelis mnasylus mnasylus*, *Pyrrhogrya edocla edocla*, *Perisama humboldtii humboldtii*, *Archaeoprepona demophon gulina*, *Archaeoprepona chromus chromus*, *Heliconius clysonymus clysonymus*, *Fountainea nessus*, *Fountainea glycerium comstocki*, *Memphis pseudiphis* y *Marpesia corinna* (Tabla 1).

**Tabla 1.** Lista de especies de mariposas y su abundancia en tres coberturas (Bosque, Potrero, y Cultivo) en el municipio de Villamaría (Caldas, Colombia). Abreviaturas: (\*): Colectada mediante uso de trampa Van Someren-Rydon y con Jama; (\*\*): colectado únicamente con trampa Van Someren-Rydon. (Bos): Bosque; (Pot): Potrero; (Cul): Cultivo.

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul	
<b>Papilionidae</b>					
	<i>Eurytides columbus</i> (Kollar, 1850)	3	1		4
	<i>Eurytides euryleon</i> <i>euryleon</i> (Hewitson, 1856)		1		1
	<i>Pterourus cleotas</i> (G. Gray, 1832)	1		1	2

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total	Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul				Bos	Pot	Cul	
Papilioninae	<i>Parides erithalion cauca</i> (Oberthür, 1879)			3	3	Pierinae	<i>Archonias prioneris</i> <i>prioneris</i> (Hopffer, 1874)			4	4
	<i>Heracides thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	1			1		<i>Archonias ctemene</i> <i>rubricata</i> (Weymer, 1907)			1	
	<i>Papilio polyxenes americanus</i> (Kollar, 1850)		2		2		<i>Archonias notha caucana</i> (Rober, 1908)			3	3
Pieridae	<i>Phoebe philea philea</i> (Linnaeus, 1763)	4	4	2	10	Lycanidae	<i>Archonias flisa</i> (Herrich y Schaffer, 1858)			2	2
	<i>Pyrisitia venusta aequatorialis</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		9		9		<i>Theritas mavors</i> (Hubner, 1818)			1	1
	<i>Eurema daria lydia</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		8		8		<i>Arawacus leucogyna</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)			1	1
Coliadinae	<i>Phoebe neocypris rurina</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	4	4		8	Polymmatinae	<i>Calycopis isobeon</i> (A. Butler & Druce, 1872)			2	2
	<i>Abaeis salome</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	8		5	13		<i>Pantheades bathildis</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)			1	1
	<i>Anteos clorinde</i> (Goddart, 1824)	3		5	8		<i>Denivia monica</i> (Hewitson, 1867) **			1	1
	<i>Colias dimera</i> (E. Doubleday, 1847)		3		3	Theclinae	<i>Laothus gibberosa</i> (Hewitson, 1867)			2	2
	<i>Lieinix nemesis</i> (Latréille, 1813)	3			3		<i>Thaeides theia</i> (Hewitson, 1870)			1	1
	<i>Dismorphia lua idaea</i> (Fassl, 1910)			1	1		<i>Atlides polybe</i> (Linnaeus, 1763)			1	1
Dismorphiinae	<i>Dismorphia crisia</i> (Drury, 1782)	1			1	Theclinae	<i>Atlides atys</i> (Crammer, 1779)			1	1
	<i>Enantia citrinella citrinella</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)			1	1		<i>Arcas splendor</i> (H. Druce, 1907)			3	
	<i>Dismorphia medora medora</i> (E. Doubleday, 1944)	2		2	4		<i>Theritas paupera</i> (C. Felder & R. Felder, 1865) **			2	
	<i>Hesperocharis marchalii</i> (Guérin-Meneville, 1844)	2			2	Theclinae	<i>Theritas anna</i> (H. Druce, 1907)			2	
	<i>Ascia monuste monuste</i> (Linnaeus, 1764)	6		12	18		<i>Micandra platyptera</i> (C. Felder & R. Felder, 1865) **			2	
	<i>Leptophobia aripa aripa</i> (Boisduval, 1863)	20	10		30		<i>Timaeta timaeus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)			2	
Pierinae	<i>Leodonta dysoni</i> (E. Doubleday, 1847)	1			1	Riodinidae	<i>Ocaria ocrisia</i> (Hewitson, 1868)			4	4
	<i>Leodonta tellane intermedia</i> (Rober, 1908)			2	2		<i>Pelolasia eupatra</i> (Seitz, 1916)			1	
	<i>Leptophobia penthica penthica</i> (Kollar, 1850)			2	2						

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total	Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul				Bos	Pot	Cul	
Euselasiinae	<i>Euselasia corduena</i>					Eudaminae	<i>Telegonus chiriquensis</i> (Staudinger, 1876)	2	1	3	
	<i>anadema</i> (Stichel, 1927) **	5		3	8		<i>Epargyreus exadeus</i> (Cramer, 1780) **		1	1	
	<i>Mesosemia metuana</i>						<i>Phocides perillus</i> (Mabille, 1888)		1	1	
	<i>metuana</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	5		1	6		<i>Spicauda teleus</i> (Hubner, 1821)		5	5	
	<i>Amphiselenis chama</i> (Staudinger, 1887)	1			1		<i>Cecropterus dorantes</i> <i>dorantes</i> (Stoll, 1790)		2	2	
	<i>Siseme pallas pallas</i> (Latreille, 1809)	10			10		<i>Ectomis gyges</i> (Evans, 1952)		2	2	
	<i>Crocozona pheretima</i> (C y R Felder, 1865)	2			2		<i>Oenides vulpina</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	2	1	3	
	<i>Siseme alectryo</i> (Westwood, 1851)	32			32		<i>Vacerra caniola caniola</i> (Herrich y Schaffer, 1869)		1	1	
	<i>Negria bellona manco</i> (Saunders, 1859)	2		2	4		<i>Phanes abaris</i> (Mabille, 1891)		1	1	
	<i>Rhetus dysoni caligosus</i> (Stichel, 1929)	2			2		<i>Xeniades quadrata</i> (Herrich y Schaffer, 1869)	1		1	
Riodininae	<i>Negria duellona diva</i> (Saunders, 1859) **	2		5	7		<i>Calpodes placens</i> (A. Butler, 1874)		1	1	
	<i>Emesis cypria</i> (C. Felder & R. Felder, 1861) **			3	3		<i>Corra catargyra</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	2		2	
	<i>Emesis lucinda</i> (Cramer, 1775)	1		1	2		<i>Nyctelius nyctelius nyctelius</i> (Latreille, 1824)		3	3	
	<i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780) **			1	1		<i>Thespies macareus</i> (Herrich y Schaffer, 1869)		3	3	
	<i>Mesosemia mevania</i>						<i>Burnsius oileus</i> (Linnaeus, 1767)		4	4	
	<i>mevania</i> (Hewitson, 1857) **	3			3		<i>Phanes abaris</i> (Mabille, 1891)		1	1	
	<i>Baeotis sulphurea</i> (R. Felder, 1869)	1			1		<i>Eantis pallida</i> (R. Felder, 1869)		1	1	
	<i>Anteros kupris kupris</i> (Hewitson, 1875) **	2			2		<i>Helioptetes alana</i> (Reakirt, 1868)		5	5	
	<i>Calephelis laverna laverna</i> (Godman & Salvin, 1886)		2		2		<i>Myscelus phoronis</i>				
							<i>phoronis</i> (Staudinger, 1888)	2	1	3	
Hesperiidae	<i>Urbanus proteus proteus</i> (Linnaeus, 1758)	2	5	2	9		<i>Apyrrhothrix hygieia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		5	5	
	<i>Spicauda simplicius</i> (Stoll, 1790) *	1	5	1	7		<i>Mimoniades nurscia</i>				
	<i>Telegonus talus</i> (Cramer, 1777)	3			3		<i>malis</i> (Godman & Salvin, 1879)		5	5	
	<i>Cuphaecla cupentus</i> (Cramer, 1777)			1	1		<i>Theagenes aegides</i> (Herrich y Schaffer, 1869)		2	2	
	<i>Polygonus pallida</i> (Robert, 1925)			1	1		<i>Jera tricuspidata</i> (Mabille, 1902)		1	1	
	<i>Telegonus anaphus</i> (Cramer, 1777)			1	1						
	<i>Telegonus fulgerator</i> (Walch, 1775)			1	1						
Eudaminae											

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total	Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul				Bos	Pot	Cul	
Pyrginae	<i>Cyclosemia anastomosis</i> (Mabille, 1878)	2			2	Charaxinae	<i>Prepona gnorima gnorima</i> (H. Bates, 1865)		1		1
	<i>Celaenorhinus eligius</i> (Stoll, 1781)		1		1		<i>Memphis pseudiphis</i> (Staudinger, 1887)	2			2
Heteropterinae	<i>Ladda ibhara</i> (A. Butler, 1870)	2			2		<i>Memphis pasibula</i> (E. Doubleday, 1849)**		1		1
	<i>Dalla frater</i> (Mabille, 1878)	3			3		<i>Memphis lyceus</i> (H. Druce, 1877)**	1			1
Nymphalidae						Cyrestinae	<i>Marpesia corinna</i> (Latreille, 1813)**	5	2		7
							<i>Marpesia zerynthia dentigera</i> (Fruhstorfer, 1907)	2	2		4
Biblidinae	<i>Diethria clymena columbiana</i> (Guérin-Meneville, 1844)	14	8		22	Danainae	<i>Danaus plexippus megalippe</i> (Hubner, 1826)		1		1
	<i>Catonephele numilia</i> (C. Felder y R. Felder, 1869)**		1		1		<i>Actinote ozomene calimene</i> (Rebel, 1902)	30	2		32
	<i>Catonephele chromis chromis</i> (E. Doubleday, 1848)		1		1		<i>Actinote stratonice</i> (Latreille, 1813)*	11	1		12
	<i>Cydbelis mnasylus mnasylus</i> (E. Doubleday, 1848)**	1	1		2		<i>Eueides procula</i> (E. Doubleday, 1847)	1	1		2
	<i>Epiphile epimenes epimenes</i> (Hewitson, 1857)*	1	1		2		<i>Heliconius clysonymus clysonymus</i> (Latreille, 1817)**	7	3		10
	<i>Epiphile chrysites chrysites</i> (Latreille, 1809)		1		1		<i>Heliconius cydno cydrides</i> (Staudinger, 1885)*	7	3		10
	<i>Pyrrhogrya edocla edocla</i> (E. Doubleday, 1848)**		1		1		<i>Heliconius melponeme</i> (Linnaeus, 1758)	2			2
	<i>Perisama vaninka</i> (Hewitson, 1855)		1		1		<i>Actinote anteas</i> (Doubleday, 1847)		15	12	27
	<i>Dynamine setabis setabis</i> (E. Doubleday, 1849)	1			1		<i>Heliconius charithonia</i> (Linnaeus, 1767)		3		3
	<i>Perisama humboldti humboldti</i> (Guérin-Meneville, 1844)**	1			1		<i>Heliconius erato chesertonii</i> (Hewitson, 1872)*	2	2	5	9
	<i>Perisama lebasi lebasi</i> (Guérin-Meneville, 1844)	1			1		<i>Heliconius doris</i> (Linnaeus, 1771)*		4		4
	<i>Perisama oppelia oppelia</i> (Latreille, 1809)	1			1		<i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779)		4		4
Charaxinae	<i>Archaeoprepona demophoon gulina</i> (Fruhstorfer, 1904)**		1		1	Ithomiinae	<i>Podotricha judith judith</i> (Guérin-Meneville, 1844)		1		1
	<i>Archaeoprepona chromus chromus</i> (Guérin-Meneville, 1844)**	1			1		<i>Greta andromica andromica</i> (Hewitson, 1855)	2	4		6
	<i>Fountainea nessus</i> (Latreille, 1813)**	2			2		<i>Athesis clearista</i> (E. Doubleday, 1847)		5		5
	<i>Fountainea glycerium comstocki</i> (E. Doubleday, 1849)**		1		1		<i>Dircenna adina adina</i> (Hewitson, 1855)		2		2
							<i>Thyridia psidii</i> (Linnaeus, 1758)		2		2

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total	Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul				Bos	Pot	Cul	
Ithomiinae	<i>Pagyris cymothoe cymothoe</i> (Hewitson, 1855)			3	3	Nymphalinae	<i>Anartia jatrophae jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)		3		3
	<i>Godyris kedema albina-tata</i> (A. Butler, 1873)		1		1		<i>Caligo prometheus prometheus</i> (Kollar, 1850)*	1	1		2
	<i>Tithorea tarricina parola</i> (Godman & Salvini, 1898)	4			4		<i>Taygetis chrysogone</i> (E. Doubleday, 1849)		1		1
	<i>Patricia deryllidas deryllidas</i> (Hewitson, 1864)	1			1		<i>Opsiphanes tamarindi tamarandi</i> (C y R Felder, 1861)		1		1
	<i>Dircenna dero</i> (Hubner, 1823)	1			1		<i>Opsiphanes quiteria cauca</i> (Rober, 1906)		1		1
Limenitidinae	<i>Adelpha lycorias</i> (Godart, 1824)**		1		1	Satyrinae	<i>Narope cauca</i> (Casagrande, 2002)		1		1
	<i>Adelpha serpa celorio</i> (H. Bates, 1864)**		1		1		<i>Pedaliodes manis</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)**	2			2
	<i>Adelpha alala alala</i> (Hewitson, 1847) **	1			1		<i>Oxeoschistus simplex simplex</i> (A. Butler, 1868)**	1			1
	<i>Adelpha zina zina</i> (Hewitson, 1867) **	1			1		<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775) **	5			5
	<i>Tegosa anieta anieta</i> (Hewitson, 1864) **	75			75		<i>Caligo oileus scamander</i> (Boisduval, 1870)*	2	1		3
Nymphalinae	<i>Hypanartia lethe lethe</i> (Fabricius, 1793)		3	2	5	Satyrinae	<i>Parataygetis lineata</i> (Godman y Salvini, 1880)		3		3
	<i>Eresia polina polina</i> (Hewitson, 1852)			2	2		<i>Euptychoides pseudosturnus</i> (Forster, 1964)		3		3
	<i>Levinata levina</i> (Hewitson, 1872) **			2	2		<i>Graphita gripe</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		3		3
	<i>Anartia amathea amathea</i> (Linnaeus, 1758)	8	5		13		<i>Pronophila unifasciata brennus</i> (Thieme, 1907)		2		2
	<i>Junonia evarete evarete</i> (Cramer, 1779)*	4			4		<i>Antirrhea geryon geryon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)**	1			1
	<i>Castilia eranites</i> (Hewitson, 1857)		1		1	Satyrinae	<i>Pseudohaetera hyphaesia</i> (Hewitson, 1854)**	1			1
	<i>Smyrna blomfildia blomfildia</i> (Fabricius, 1781)**			1	1		<i>Corades enyo</i> (Hewitson, 1849)	1			1
	<i>Siproeta epaphus epaphus</i> (Latreille, 1813)		1		1		<i>Mygona irmina irmina</i> (E. Doubleday, 1849)	1			1
	<i>Anthanassa drusilla drusilla</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	4		4	8		<i>Eretis calisto</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	1			1
	<i>Chlosyne lacinia lacinia</i> (Geyer, 1837)			2	2		<i>Lymanopoda caucana caucana</i> (Weymer, 1911)	4			4
	<i>Pycina zamba</i> (E. Doubleday, 1849)	1			1	Satyrinae	<i>Oressinoma typhla typhla</i> (E. Doubleday, 1849)**	3			3
	<i>Hypanartia dione dione</i> (Latreille, 1813)	1			1						
	<i>Hypanartia kefersteini</i> (E. Doubleday, 1847)	1			1						

Familia/ Subfamilia	Especie	Cobertura			Abun- dancia Total
		Bos	Pot	Cul	
Satyrinae	<i>Yphthimoides renata</i> (Stoll, 1780)	1			1

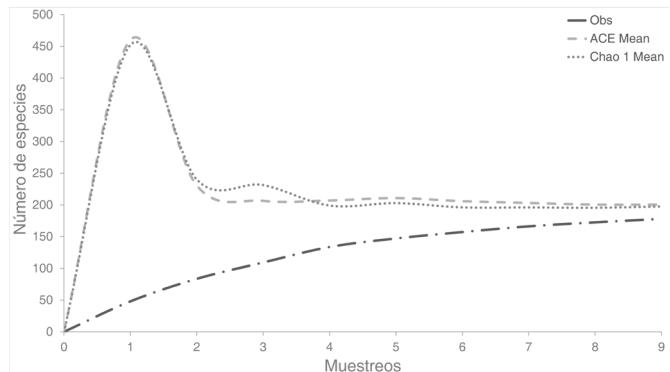
En la cobertura de Bosque, la familia más abundante fue Nymphalidae (208 individuos), seguida por Riodinidae, Pieridae y Hesperiidae. Así mismo, la familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 73 especies, seguida de Hesperiidae, Pieridae, Riodinidae y Lycanidae (Tabla 1). Los valores de abundancia y riqueza en Bosque son relativamente comunes y se explican bajo el argumento de que los bosques presentan mayor heterogeneidad y, por ende, mayor disponibilidad de microhábitats, los cuales influyen en la permanencia de las mariposas (Gómez-Salazar et al., 2021).

La cobertura Potrero fue, comparativamente, la de menor registros (Tabla 2). No obstante, presentó abundancia en especies de las familias Pieridae y Hesperiidae, y especies únicas como *Junonia evarete* y *Anartia jatrophae*. Dicho resultado, coincide con lo reportado por Gallego-López y Gallego-Ropero (2019) en su investigación del efecto de matriz ganadera sobre mariposas en un bosque seco del Patía, Cauca (Colombia). Estos autores indicaron que *Junonia evarete* se encontró asociada con plantas de las familias Asteraceae, Verbenaceae y Poaceae, comunes en cercas vivas, las cuales conforman el alimento para algunas especies de larvas, así como sirven de sustrato y néctar para diversos grupos de lepidópteros durante las épocas de lluvia.

A partir de la curva de acumulación de especies (Fig. 2) se observó que aún no ocurre una tendencia hacia la asíntota. Sin embargo, se demuestra un buen esfuerzo de muestreo y buena representatividad para la época del estudio, al colectarse entre el 90 y 88 % según los estimadores Chao 1 y ACE, respectivamente. No obstante, en la medida que se realicen muestreos durante otra época del año (transición de verano a invierno) es posible que se aumente el valor de los estimadores, se adicionen nuevos reportes de especies y se evidencie la mayor eficiencia del muestreo.

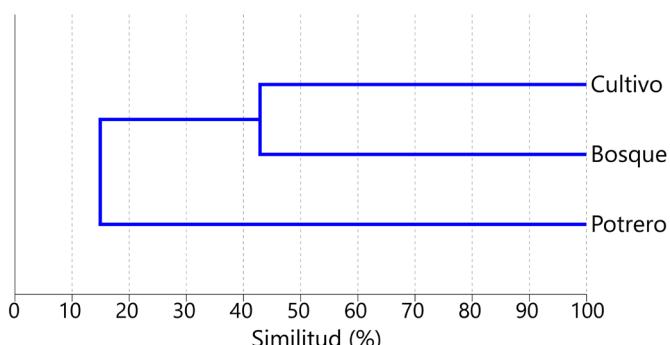
**Tabla 2.** Índices de diversidad y equitatividad de las especies de mariposas presentes en tres coberturas en la vereda “El Arroyo” Villamaría (Caldas, Colombia).

	Bosque	Potrero	Cultivo
Riqueza	103	26	92
Abundancia	397	133	189
Diversidad (Shannon)	3,723	2,971	4,027
Equitatividad	0,807	0,912	0,939



**Figura 2.** Curva de acumulación de especies de mariposas en tres coberturas (Bosque, Cultivo, y Potrero) en la vereda “El Arroyo” Villamaría (Caldas, Colombia) con base en los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE.

En el análisis clúster (Fig. 3) se observa la afinidad de mariposas diurnas por las coberturas Cultivo y Bosque, las cuales sobresalen en el dendrograma y se distancian de la cobertura Potrero. Este resultado se asocia con la presencia y cercanías de dichas coberturas a cuerpos de agua, y según Vargas-Zapata et al. (2011) estos lugares permiten la movilidad constante de diferentes especies para alimentarse de frutos dañados y detritos, lo cual podría deberse a que el cafetal de sombrío tiene una complejidad estructural más cercana al Bosque que al Potrero. Adicionalmente, la mayor diversidad en ambas coberturas puede sustentarse con niveles intermedios de modificación natural que conllevan a una heterogeneidad de la composición vegetal y con ello más opciones de hábitats con flores, plantas hospederas para las larvas e incremento de luz solar que, a su vez, contribuyen con la termorregulación de las mariposas diurnas (Ospina-López et al., 2015).



**Figura 3.** Dendrograma de similitud para las mariposas identificadas en distintas coberturas en Villamaría (Caldas, Colombia).

## DISCUSIÓN

A nivel global, la ampliación de la frontera agropecuaria, que opera a diferentes escalas, ha generado respuestas rápidas en los componentes de la biodiversidad, con un efecto creciente sobre los insectos (Sánchez-Bayo y Wyckhuys,

2019). Por lo tanto, se requieren métodos apropiados para establecer prioridades de conservación y monitoreo de las respuestas bióticas al cambio ambiental local y global (Ramírez-Cruz et al., 2022). Sin embargo, para las mariposas neotropicales, los estudios en áreas fragmentadas requieren un muestreo significativo a largo plazo, a menudo acompañado de un prodigioso esfuerzo taxonómico (Lamas, 2000). No obstante, la disponibilidad de recursos para llevar a cabo tales inventarios es aún muy limitada, incrementando la necesidad de desarrollar formas rápidas de estimar tanto la condición de los hábitats como de su biodiversidad asociada (Kerr et al., 2000; Terblanche y Edge, 2011). En algunas zonas altoandinas de Colombia, generalmente con vacíos de información de la biodiversidad, la evaluación ecológica rápida permite contar con registros entomológicos claves para la toma de decisiones acertadas. Por ejemplo, para asociar los efectos potenciales de la reducción de hábitats sobre los lepidópteros y su diversidad, se puede realizar una gestión de la conservación después de conocer la riqueza, abundancia y distribución de las especies (Ramírez-Cruz et al., 2022).

Las coberturas estudiadas (Bosque, Potrero, y Cultivo) en Villamaría, Caldas, compartieron cuatro especies: *Phoebis philea philea*, *Urbanus proteus proteus*, *Spicauda simplicius* y *Heliconius erato chestertonii* (ver Tabla 1). De acuerdo con Vargas-Zapata et al. (2011), este número de especies compartidas se puede relacionar con un alto recambio, en la que cada cobertura presenta comunidades de mariposas propias, que se regulan de acuerdo con la disponibilidad y distribución de los recursos alimentarios. La dominancia de la familia Nymphalidae en términos de riqueza y abundancia, se ajustó a lo esperado según investigaciones para esta región (Velasco-Rojas et al., 2021). Un estudio similar realizado en cultivos de cacao y bosques amazónicos de Bolivia mostró el predominio de esta familia (Lafuente-Cartagena et al., 2021), al igual que en el de Ríos-Malaver (2007) en los Andes centrales de Colombia.

Los resultados revelaron la existencia de especies indicadoras de áreas perturbadas como *Heliconius melpomene*, *Spicauda simplicius*, *Anarthia amathea amathea*, *Hermeuptychia hermes*, *Phoebis philea philea*, *Adelpha alala alala*, *Heliconius clysonymus clysonymus*, *Pyrisitia venusta aequatorialis* y *Oxeoschistus simplex simplex* (Vélez-Lemos et al., 2015). También reflejó la presencia de mariposas del género *Caligo* y de la subfamilia Satyrinae, presentes en bosques naturales conservados o en procesos de restauración natural (González-Valdivia et al., 2016). A su vez, se resalta la presencia de subespecies de la subfamilia Heliconiinae endémicas de la cordillera central como *Heliconius cydno cydnone* y *Heliconius erato chestertonii* (Murillo et al., 2018). Así mismo, se capturó la especie *Colias dimera* la cual, registra amplia distribución geográfica sobre las tres cordilleras de Colombia (Pérez et al., 2017). En efecto, ensambles de mariposas con esa composición, son comunes en la región andina (Ríos-Malaver, 2007), una de las

zonas más deforestadas y que soportan la mayor población humana del país.

En el presente estudio, se evaluó la riqueza y abundancia de mariposas en tres coberturas con distinto uso del suelo, en cercanías al área urbana del municipio de Villamaría (Caldas, Colombia). A pesar de que la investigación se realizó únicamente en temporada de lluvias con transición a verano, se registró una riqueza similar de especies de mariposas diurnas (179) a la de otras investigaciones nacionales e internacionales que comparan la diversidad en zonas boscosas y con transformaciones antropogénicas (cultivos y potreros), como por ejemplo: Sánchez et al. (2014, 164 especies), Araúz et al. (2021, 122 especies), Ríos-Malaver et al. (2021, 230 especies), Ramírez-Cruz et al. (2022, 206 especies). En este sentido, el número de especies de mariposas diurnas, generalmente reportado en inventarios rápidos, está en el orden de  $193,5 \pm 53,6$  (promedio  $\pm$  DE), donde convergen nuestros registros de riqueza de especies. Sin embargo, es una cifra relativamente baja cuando se compara con estudios internacionales como el de Lafuente-Cartagena et al. (2021) quienes reportaron 716 especies de lepidópteros en una zona de bosque y cultivo de cacao en un área amazónica basimontana en Bolivia. Estas cifras se deben considerar con precaución, ya que es necesario reconocer las variaciones asociadas con el tipo de hábitat, uso del suelo, periodo climático, esfuerzo de muestreo, entre otros factores. No obstante, nuestros resultados sugieren que el área de estudio constituye un refugio importante para la biodiversidad de mariposas, incluso en condiciones periurbanas.

La presente investigación reportó 72 especies de mariposas comúnmente tipificadas como “raras”; es decir, que registran un solo individuo durante el muestreo (Coral-Acosta y Pérez-Torres, 2017). Por ejemplo, *Adelpha zina zina*, *Adelpha serpa celerio*, *Adelpha alala alala*, *Memphis pasibula*, *Tegosa anieta anieta* y *Marpesia corinna*, también fueron reportadas como raras en investigaciones realizadas en diferentes áreas de bosques andinos y premontanos conservados en el territorio colombiano (Ríos-Málaver, 2007; Gaviria-Ortíz y Henao-Bañol, 2011). La baja representatividad de estas especies puede estar asociada también con la temporada del año en que se realizó el muestreo (transición a verano) o por el tipo de cebo utilizado, más que por las presiones de uso del suelo. Sin embargo, los resultados demostraron la importancia de los bosques (y relictos) tanto para la riqueza como para la abundancia de lepidópteros diurnos, ya que fueron comparativamente mayores que en las otras coberturas (Bosque > Cultivo > Potrero). Por lo tanto, se recomienda realizar muestreos en diferentes épocas del año e implementar otros cebos como heces (humanas y de otros animales), otras frutas frescas o fermentadas, pescado en descomposición, y orina para así, analizar la abundancia de las mariposas diurnas en temporada de verano, e idealmente, durante un ciclo hidrológico. No obstante, los cebos se eligen de acuerdo con el tipo de estudio que se pretenda realizar, así como

las condiciones ambientales que presenta el área de interés (Andrade-C. et al., 2013).

La cobertura Potrero registró baja abundancia respecto al Cultivo; sin embargo, destaca una mayor cantidad en la familia Nymphalidae (44 individuos) y Pieridae (38 individuos). Dicha cobertura presentó una extensión amplia en el paisaje donde mayor es la abundancia y menor es la diversidad, dada la dominancia de algunos taxones especialistas para la cobertura Potrero (Gallego-López y Gallego-Ropero, 2019). Lo anterior, se sustenta debido a que en los pastos sus cambios progresivos en la composición del crecimiento y la diversidad vegetal, ocasionada por la ganadería intensiva (Kruesg y Tscharnke, 2002), hacen que parámetros como la radiación solar, la humedad y la temperatura sean más severos en estos hábitats e incidan en la distribución, composición, abundancia y riqueza de especies de mariposas diurnas (Collinge et al., 2003). En ese sentido existe coincidencia con Ouin y Burel (2002), quienes indican que los elementos herbáceos lineales (potreros) representan zonas de refugio, cuyos pastizales con menores prácticas de pastoreo producen parches herbáceos que pueden ejercer un papel trascendental en el establecimiento de diversos gremios de mariposas preferentes para este tipo de cobertura natural.

La cobertura Bosque fue la que más riqueza y abundancia de mariposas presentó, lo cual se explica, según Cabette et al. (2017), por la heterogeneidad ambiental y disponibilidad de microhábitats. Estas condiciones son propicias para la regulación del microclima y las condiciones físicas como temperatura, humedad y régimen de luz (Ospina-López et al., 2015), así como la presencia importante de recursos florales, especialmente de plantas nutricias (Ramírez-Segura y Wallace-Jones, 2017). Lo anteriormente expuesto, explica la presencia destacada de *Heliconius cydno cydrides*, *Heliconius clysonymus clysonymus*, *Caligo oileus scamander*, *Tegosa anieta anieta*, *Anthanassa drusilla drusilla* y *Diaethria clymena colombiana*, especies reconocidas como frecuentes en bosque y cultivo (Coral-Acosta y Pérez-Torres, 2017). Estos resultados coinciden con la investigación realizada por Velasco-Rojas et al. (2021) quienes relacionan a *Heliconius clysonymus*, *Heliconius cydno cydrides*, *Caligo oileus scamander* y *Tegosa anieta anieta* como frecuentes para las mismas coberturas.

Finalmente, la cobertura Cultivo obtuvo, después de la cobertura Bosque, los registros más altos de riqueza y abundancia de mariposas y a su vez, según el análisis clúster fueron las coberturas con mayor similitud. De ahí que Carrero et al. (2013) sustente que los árboles y arbusto silvestres presentes en los cultivos de los cafetales (bajo sombra) benefician la heterogeneidad de la estructura vegetal y presentan una fuente de recursos alimentarios que favorecen la permanencia de algunas subfamilias entre las que sobresalen Coliadinae, Satyrinae, Danainae y Heliconiinae. Por lo anterior, Coral-Acosta y Pérez-Torres (2017) señalan que la complejidad estructural del cultivo de café bajo sombra facilita la permanencia de diferentes gremios de mariposas.

Esta puede ser la situación que esté ocurriendo en las áreas evaluadas del municipio de Villamaría.

## CONCLUSIONES

En relación con la riqueza y abundancia de las mariposas presentes en las tres coberturas estudiadas en la vereda “El Arroyo” de Villamaría (Caldas, Colombia), se observó una alta diversidad para esta zona, con respecto a estudios realizados en los Andes centrales colombianos y de acuerdo con las características del muestreo realizado. De igual forma al ser contrastado con estudios a nivel internacional en coberturas boscosas e intervenidas (cultivos y potreros), se evidenciaron similitudes en los resultados reportados de riqueza y abundancia de lepidópteros. Se requieren estudios en otra época del año (transición de invierno-verano) que garantice un mejor acercamiento a la totalidad de las especies presentes en este ecosistema subandino. Por otra parte, los altos registros y similitud en las coberturas Bosque y Cultivo de café bajo sombra se atribuyen a la mayor heterogeneidad vegetal y presencia de microhábitats que otorgan refugio y recursos alimentarios importantes para la permanencia de las mariposas.

## PARTICIPACIÓN DE AUTORES

JCG-S y MMO-D: recolección de la información, análisis de datos y resultados. JCG-S, GG, y SAM-M: construcción, y redacción del documento. GG: revisó la versión final del manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión final.

## AGRADECIMIENTOS

A José Ignacio Vargas Chica por su ayuda en la fase de campo e identificación de los especímenes, a Jenny Castilblanco por la elaboración del mapa y a Daniel Augusto Ramírez por la traducción del resumen. También, agradecemos al Editor en jefe y Asociado de ABC, y a los evaluadores que hicieron sugerencias pertinentes para la mejora del manuscrito.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores confirman que no presentan conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

- Alroy, J. (2017). Effects of habitats disturbance on tropical forest biodiversity. *PNAS*, 114(23):6056-6061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611855114>
- Andrade-C., M. G., Henao Bañol, E. R., y Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de Mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea - Papilioidea). *Revista de la Academia Colombiana de*

- Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(144):311-325. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.12>
- Araúz, G., Iglesias, C., Santos-M, A., y Añino. (2021). Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidae) en La Meseta de Chorcha, Provincia de Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*, 23(1):385-403. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v23n1a21>
- Cabette, S. R., Souza, J. R., Shimano, Y., and Juen, L. (2017). Effects of changes in the riparian forest on the butterfly community (Insecta: Lepidoptera) in Cerrado areas. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61(1):43-50. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.10.004>
- Carrero, D. A., Montaño, S. L. R., y Tobar, L. D. E. (2013). Diversidad y distribución de mariposas diurnas en un gradiente altitudinal en la región nororiental andina de Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 17(1):168-188.
- Collinge, S. K., Prudic, K. L., and Oliver, J. C. (2003). Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conservation Biology*, 17(1):178-187. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01315.x>
- Colwell, R. K., and Elsensohn, J. E. (2014). EstimateS turns 20: Statistical estimation of species richness and shared species from simples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6):609-613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>
- Coral-Acosta, N., y Pérez-Torres, J. (2017). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un agroecosistema cafetero de sombra (Curití, Santander). *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1):91-99. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i1.6655>
- De Vries, P. J. (1997). The butterflies of Costa Rica and their natural history. II: Riodinidae. New Jersey, Estados Unidos: Princeton University Press.
- Gallego-López, A. P., y Gallego-Ropero, M. C. (2019). Efecto de la matriz ganadera sobre mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en fragmentos de Bosque seco, Patía (Cauca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 45(2):1-10. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.7814>
- García-Robledo, C. A., Constantino, L. M., Heredia, M. D., y Kattan, G. H. (2002). Guía de campo: Mariposas comunes de la cordillera central de Colombia.
- Garwood K., Huertas B., Ríos-Málaver I. C., y Jaramillo J. G. (2021). Mariposas de Colombia Lista de chequeo/ Checklist of Colombian Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea). BioButterfly Database. (Vol 1, pp.300).
- Gaviria-Ortíz, F. G., y Henao-Bañol, E. R. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidae- Papilionoidea) del Parque Natural Regional El Vínculo (Buga-Valle del Cauca). *Boletín Científico Centro de Museo de Historia Natural*, 15(1):115-133.
- Giraldo-Henao, R., Marín-Hidalgo, E., Santacruz-Cabrera, M. I., Osorio-Grajales, N., y Contreras-Ramírez, P. G. (2020). Dinámicas sociales e institucionales de la cooperativa COMPYTA en la vereda Bajo Arroyo del municipio de Villamaría, Caldas. *NOVUM Revista de Ciencias Sociales Aplicadas*, 2(10):314-332.
- Gómez-Salazar, J. C., Henao-Bañol, E. R., Murillo-Montoya, S. A., y Tunarrosa-Echeverría, E. M. (2021) Riqueza y abundancia de mariposas diurnas en áreas verdes urbanas del municipio de La Dorada, (Caldas). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 10(2):150-164. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v10n2.92523>
- González-Valdivia, N. A., Pozo, C., Ochoa-Ganoa, S., Ferguson, B. G., Cambranis, E., Lara, O., Pérez-Hernández, I., Ponce-Mendoza, A., y Kampichler, C. (2016). Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de Bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2):451-464. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.04.003>
- Ghosh, A., and Mukherjee, T. (2016). Butterfly diversity at suburban green patch: A sustainable approach towards. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(2):34-39.
- Hammer, O., Harper, D. A. P., and Ryan, P. D. (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica*, 4(1):1-9.
- Kerr, J. T., Sugar, A., and Packer, L. (2000). Indicator taxa, rapid biodiversity assessment, and nestedness in an endangered ecosystem. *Conservation Biology*, 14(6):1726-1734. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99275.x>
- Krues, A., and Tscharntke, T. (2002). Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology*, 16(6):1570-1580.
- Lafuente-Cartagena, I., Naoki, K., Rico-Cernohorska, A., Guerra-Serrudo, F., y Pacheco, L. F. (2021). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Nymphalidae) en Bosques y Cultivos de cacao en un área de Bosque amazónico basimontano en Bolivia. *Ecología Austral*, 31(2):204-389. <https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1125>
- Lamas, G. (2000). Estado actual del conocimiento de la sistemática de los lepidópteros, con especial referencia a la región neotropical. Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática: PRIBES 2000. Trabajos del 1er taller iberoamericano de entomología sistemática. Monografías Tercer Milenio, (Vol. 1, pp. 253-260). SEA, Zaragoza.
- Le Crom, J. F., Constantino, L. M., y Salazar, J. A. (2002). Mariposas de Colombia I: Papilionidae, Bogotá, Colombia: Carlet Ltda.
- Le Crom, J. F., Llorente-Bousquets, J., Constantino, L. M., y Salazar, J. A. (2004). Mariposas de Colombia Tomo II: Pieridae. Bogotá, Colombia: Carlet Ltda.
- Murillo, S. A., Fadul, C. J., y Valdeleón, J. V. (2018). Inventario de mariposas diurnas en la cuenca de la quebrada Santo Tomás, Pensilvania-Colombia. *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(1):57-76. <http://dx.doi.org/10.23850/2389-9573.1637>

- Montero, A. F., y Ortiz, P. M. (2013). Aporte al conocimiento para la conservación de las mariposas (Hesperioidea y Papilioidea) en el Páramo del tablazo, Cundinamarca (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 17(2):197-226.
- Ouin, A., and Burel, F. (2002). Influence of herbaceous elements on butterfly diversity in hedgerow agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1-3):45-53. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00004-X)
- Ospina-López, L. A., Andrade-C, M. G., y Reinoso-Flórez, G. (2015). Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la Cuenca del Río Lagunillas, Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(153):455-474. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.215>
- Consejo municipal para la gestión del riesgo de desastres (CMGRD). (2017). Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres. Municipio de Villamaría, Caldas.
- Pérez, J. H., Sánchez, R. E., y Salcedo, D. J. (2017). Diversidad de mariposas presentes en la Escuela de Policía Rafael Reyes de Santa Rosa de Viterbo, Boyacá, Colombia (Lepidoptera: Papilioidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 45(178):343-352.
- Ramírez-Cruz, A. F., Saldaña-Chafloque, C. F., y Valderrama-Alfaro, S. M. (2022). Abundancia y diversidad de lepidópteros en San Benito, Cajamarca, Perú. *Agroindustrial Science*, 12(2):181-189. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.02.08>
- Ramírez-Mejía, A. F., Echeverry-Galvis, M., and Sánchez, F. (2016). Activity and habitat use by understory birds in a native Andean forest and a Eucalypt plantation. *The Wilson Journal of Ornithology*, 132(3):721-729. <https://doi.org/10.1676/19-54>
- Ramírez-Restrepo, L., y Macgregor-Fors, I. (2016). Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20:171-182. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0579-4>
- Ramírez-Segura, O., y Wallace-Jones, R. (2017). Lepidópteros diurnos de áreas verdes urbanas de Querétaro, México. *Entomología Mexicana*, 4:503-508.
- Ríos-Malaver, I. C. (2007). Riqueza de especies de mariposas (Hesperioidea & Papilioidea) de la quebrada "El Águila" cordillera central (Manizales, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 11:272-291.
- Ríos-Malaver, I. C., Olarte-Quiñonez, C. A., y Voloria, A. L. (2021). Diversidad de especies y estructura del ensamblaje de mariposas (Lepidoptera: Papilionidae) en un paisaje de bosque nublado periurbano en la Cordillera de Costa, Venezuela. *Anartia*, 31:78-101.
- Sánchez-Bayo, F., and Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232:8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sánchez, N. V., Vargas-Castro, L. E., Sánchez, A., y Amador, M. (2014). Riqueza y abundancia de mariposas diurnas, escarabajos coprófagos y plantas en cultivos orgánicos y convencionales de tres regiones de Costa Rica. *UNED Research Journal*, 5(2):249-259. <https://doi.org/10.22458/urj.v5i2.296>
- Soga, M., and Koike, S. (2012). Relative importance of quantity, quality and isolation of patches for butterfly diversity in fragmented urban forests. *Ecological Research*, 27(2):265-271. <https://doi.org/10.1007/s11284-011-0896-2>
- SiB Colombia. (14 de octubre de 2021). *Biodiversidad en cifras*. Recuperado de <https://cifras.biodiversidad.co>
- Uribe, S., Salazar, J., Amarillo, A., y Pleiger, R. (1998). Mariposas del Llano. *Naturaleza de la Orinoquía*. Bogotá, Colombia: Cristina Uribe Editores.
- Terblanche, R. F., and Edge, D. A. (2011). A rapid assessment protocol for surveying and monitoring diurnal Lepidoptera in Africa. *Metamorphosis*, 22(3):75-80.
- Velasco-Rojas, G. D., Gallego-Cotazo, K. N., Becoche-Mosquera, J. M., Bolaños-Martínez, I. A. (2021). Mariposas (Lepidoptera: Papilioidea) de Tierradentro, San Andrés de Pisimalá, Cauca, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 43(115):1-16. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi/v43n115a04>
- Vélez-Lemos, D. M., Gallego-Ropero, M. C., y Riascos-Forero, Y. (2015). Diversidad de mariposas diurnas (Insecta-Lepidoptera) de un Bosque subandino, Cajibío, Cauca. *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 19(1):263-285. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.20>
- Vargas-Zapata, M. A., Martínez-Hernández, N. J., Gutiérrez-Moreno, L. C., Prince-Chacón, S., Herrera-Colón, V., y Torres-Periñan, L. F. (2011). Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilioidea (Lepidoptera) en la Reserva Natural Las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1):43-59.
- Villalobos-Moreno, A.; Salazar, J. A. y Gómez-Murillo, I. J. (2022). Contribución al conocimiento de los Lepidoptera de un gradiente altitudinal en la cuenca del río Cachirí, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilioidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 50(198):197-212. <https://doi.org/10.57065/shilap.124>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, p. 236.
- Warren, A. D., Davis, K. J., Stangland, M., Pelman, J. P., Willmott, K. R. y Grishin, N. V. (2016). Butterflies of América. Illustrated List of American Butterflies. Recuperado el 24 julio 2023 de <https://butterfliesofamerica.com/>