

Conference Paper

Insect Diversity of the Lower Montane Evergreen Forest of the Western Andes Mountain Range: Cascada Chilicay and Suncamal

Diversidad de insectos del Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes: Cascada Chilicay y Suncamal

J.C Carrasco Baquero^{1,2}, V.L Caballero Serrano¹, and D.C Carrasco López^{3*}

IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN DE LA RED
ECUATORIANA DE
UNIVERSIDADES Y
ESCUELAS POLITÉCNICAS Y
IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
CIENCIA TECNOLOGÍA
EMPRENDIMIENTO E
INNOVACIÓN
SECTEI-ESPOCH 2022

Corresponding Author: D.C
Carrasco López; email:
daisy.carrasco@epoch.
edu.ec

Published: 9 November 2023

Production and Hosting by
Knowledge E

© J.C Carrasco Baquero
et al. This article is distributed
under the terms of the
[Creative Commons
Attribution License](#), which
permits unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and
source are credited.

¹Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo -Panamericana Sur Km 1^{1/2} Riobamba, Ecuador

²Department of Zoology, Genetic and Physical Anthropology, Faculty of Biology, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Vida, Santiago de Compostela 15782, Spain

³Instituto de Investigaciones, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Panamericana Sur Km 1^{1/2} Riobamba, Ecuador

ORCID

D.C. Carrasco López: <https://orcid.org/0000-0002-4161-176X>

Abstract

Biological research in the low montane evergreen forests of Ecuador focuses on ecological and botanical aspects, while knowledge of the entomofauna of these areas is almost nil. In February 2022, sampling was carried out during the dry season for 15 days, using direct and indirect capture methods (tapping, sieving, and light traps) in two waterfalls of the low montane evergreen forest of the western Andean Cordillera: Chilicay and Suncamal waterfalls, with the objective of identifying the composition of the terrestrial insect fauna at the family level. Two orders and 21 families were recorded, among which the families Carabidae and Noctuidae represented the highest percentage of the total abundance. Although preliminary, this work constitutes the first contribution to the knowledge of the entomofauna of this ecosystem.

Keywords: *biodiversity, conservation, entomofauna, insects.*

Resumen

Las investigaciones biológicas en los bosques siempreverdes montañosos bajos de Ecuador, se centran en aspectos ecológicos y botánicos, mientras que el conocimiento de la entomofauna de estas zonas es escaso. En febrero de 2022, en la época seca y durante 15 días, utilizando métodos de captura directa e indirecta (golpeteo, tamizado y trampas de luz), se realizaron muestreos en dos cascadas del Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes: Cascada Chilicay y Suncamal, con el objetivo de identificar la composición de la fauna de insectos terrestres a nivel de familia. Se registraron dos órdenes y 21 familias, entre las cuales, las familias Carabidae y Noctuidae representaron el mayor porcentaje de la abundancia total. Aunque en forma preliminar, este trabajo constituye el primer aporte al conocimiento de la entomofauna de este ecosistema.

Palabras Clave: *Biodiversidad, conservación, entomofauna, insectos.*

 OPEN ACCESS



1. Introducción

En Ecuador, en la cordillera Occidental, los Bosques siempreverde montano bajo (BsBn04), se sitúan en el relieve montañoso, en la parte subandina del país, desde Colombia, hasta el valle de Girón - Paute [1,2]. En los bosques siempreverdes, el dosel es generalmente cerrado y alcanza de 20 a 30 m, mientras que los árboles emergentes suelen superar los 35 m de altura [3,4]. Estos bosques crecen sobre la zona transversal Puna-Méndez, que en la región norte del país corresponden a la cordillera occidental [5], constituida por basaltos toleíticos del Cretácico Inferior y rocas volcánicas calcoalcalinas originadas en un arco de islas del Cretácico Superior-Eoceno [6].

En este tipo de bosques, poblaciones de palmas y helechos arborescentes son muy comunes, con un claro dominio de las familias: Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, y ocasionalmente Moraceae [7,8]. Sin embargo, especies y familias específicas de tierras bajas desaparecen [9,10].

Sin embargo, en Ecuador, a pesar de su endemismo y diversidad, la difusión y publicación de literatura científica en este tipo de ecosistemas son puntuales en aspectos botánicos y ecológicos [11, 12, 13]. El estudio de fauna se ha centrado principalmente en vertebrados [14, 15], ignorando por completo al grupo de los insectos.

Los insectos representan más del 50% de las especies descritas en todo mundo [16,17], con un número estimado de cinco a treinta millones de especímenes en todo el planeta [18,19,20]; de cada diez seres vivos, más de cinco son insectos, y de cada diez animales al menos siete son insectos [21,22]. Este grupo taxonómico, además de su biodiversidad y contribución al funcionamiento de los ecosistemas [23], constituye un importante foco de conservación, debido a su gran número de individuos (biomasa) y a su variedad de historias naturales [24, 25].

Entre las funciones más importantes de los insectos, se encuentra: la polinización de la mayoría de las plantas [26], la aceleración de la conversión de la biomasa viva a detritos que se incorporarán de nuevo al ecosistema [27, 28], y como fuentes de alimento para los niveles tróficos superiores (nutrición de vida silvestre) [29, 30].

A nivel mundial, cuatro órdenes de insectos son los más diversos, abundantes y predominantes: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera [31]. Ecuador alberga un gran número de especies, sin embargo, temas como: distribución, ecología y conducta de insectos, son muy poco conocidos o estudiados [32]. Como resultado, es evidente que se protege un número desproporcionadamente bajo de especies de insectos [33].

La diversidad de entomofauna presente en los bosques siempreverdes, ha permanecido poco estudiada e investigada, siendo esta contribución una de las primeras. El objetivo del presente estudio es identificar la diversidad de insectos en las Cascadas



Chilicay y Suncamal, y contribuir al conocimiento de la diversidad de entomofauna que compone este ecosistema diverso de montaña, en la parte subandina del Ecuador.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

En febrero de 2022, en la época seca y durante 15 días se realizó un inventario de especímenes de insectos en los Andes del centro de Ecuador, en ecosistemas de Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes, en las cascadas de Chilicay y Suncamal, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo (Figura 1). El rango altitudinal entre estos sitios varía entre 1567 a 1725 m.s.n.m. (Tabla 1). La fenología de estos ecosistemas es siempreverde, con un piso bioclimático montano bajo [1].

La vegetación arbustiva característica está compuesta por Rubiaceae y Melastomataceae; la flora herbácea es densa, y principalmente dominada por helechos y aráceas; sin embargo, en estos bosques es posible encontrar palmas y helechos arborescentes [10, 34]. El volcanismo intenso ha acumulado material de piroclastos y lahares que se relacionan con la cobertura de lapillis (fragmentos entre 2 y 64 mm de composición basáltica) en la parte oriental de la región costera [35].

Tabla 1

Coordenadas y altitud de los sitios de muestreo de insectos.

Provincia	Localidad	Coordenadas Geográficas (WGS 84)	Altitud (m)
Chimborazo	Cascada Chilicay	2°14'41.3"S 79°03'26.6"W	1567 m.s.n.m
	Cascada de Suncamal	2°13'53.7"S 79°03'57.6"W	1725 m.s.n.m

2.2. Muestreo de Insectos

Los especímenes fueron colectados mediante captura directa (Golpeteo y tamizado de hojarasca y restos forestales) y captura indirecta (Trampas de luz) [36]. Para el primer método (golpeteo), se establecieron tres transectos de 150 metros de longitud y en cada uno de los transectos se seleccionaron al azar 15 arbustos de hasta 4 m de alto, en los que se agitó la vegetación tres veces, mientras los especímenes caían sobre una sábana blanca de 1m² y posteriormente colocados en un frasco colector [37]. En el tamizado de hojarasca y restos forestales se utilizó un tamiz que permitió retener las

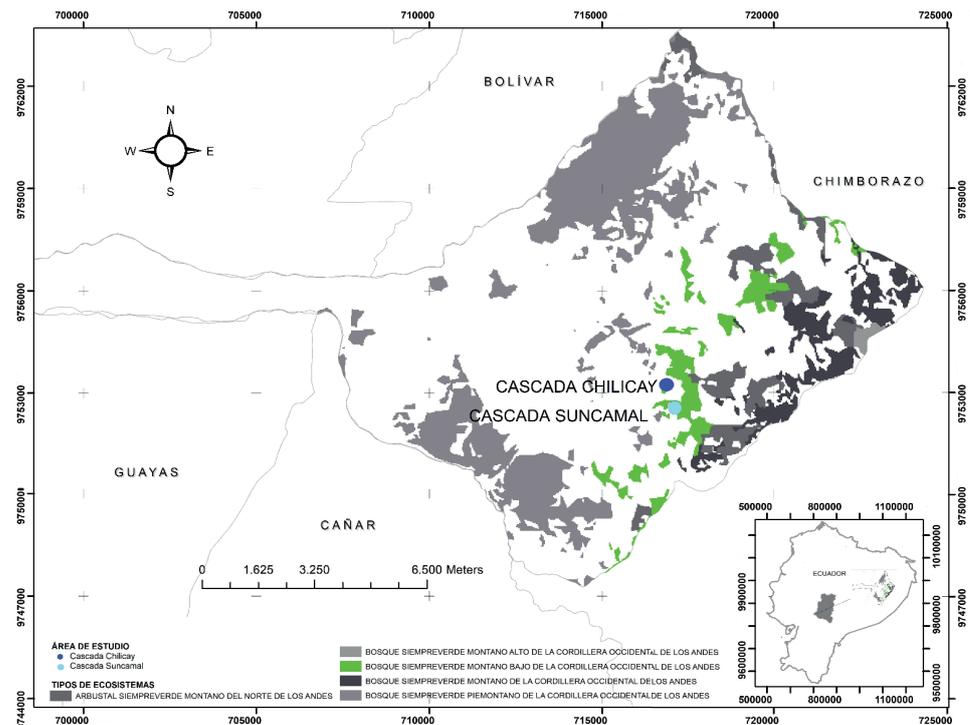


Figura 1

Localización de los sitios de estudio: cascadas Chilicay y Suncamal, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo. La escala de grises muestra la clasificación ecológica de los ecosistemas presentes en el cantón. El color verde representa el Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes. Los círculos de colores representan las cascadas del sitio de estudio.

partículas grandes y dejar pasar partículas e insectos pequeños a la parte baja, donde colectados con mayor facilidad [38].

Finalmente, en los sitios de estudio, se instalaron trampas de luz que atrajeron insectos voladores con fototropismo positivo. Se establecieron sitios de muestreo, tomando en consideración los factores atmosféricos y la actividad de los insectos nocturnos. Durante la noche, se instaló un foco de mercurio de 100 voltios, conectado a una fuente de electricidad (un acumulador de vehículo). El foco fue colocado en la parte superior de una manta blanca extendida que actuó como reflector de la luz, en donde posaron la mayoría de los organismos [38, 39].

Cabe mencionar que la recolección de especímenes se realizó de acuerdo al PERMISO DE AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN **MAAE-ARSFC-2021-1895** y la GUÍA DE MOVILIZACIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD **N° 00508**, otorgados por el ente regulador ambiental del Ecuador, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE].



2.3. Preservación de Insectos

Los ejemplares del orden Coleóptera fueron depositados en envases conservados en Etanol al 80% [40], mientras que los especímenes del orden Lepidóptera fueron depositados en sobres de papel milano y etiquetados con la información de su respectiva localidad [41]. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Entomología de la Facultad de Recursos Naturales, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Posteriormente fueron extraídos y clasificados hasta el nivel de familia, empleando claves taxonómicas de varios autores [42, 43, 44, 45], y a través de comparaciones con los especímenes de la Colección de Insectos de la Universidad Checa de Ciencias de la Vida Prague, Facultad de Ciencias Agrícolas Tropicales (CZU), lugar en donde se conservan el 90% de muestras; de acuerdo al **PERMISO DE EXPORTACIÓN CIENTÍFICA N° 020-2022-EXP-IC-FAU-DBI/MAAE**, otorgado por el MAATE. Los especímenes conservados en Ecuador, fueron montados de acuerdo a la guía de Luna [46].

3. Resultados

Fueron registrados dos órdenes y 21 familias de insectos representadas en 1457 individuos. En la Cascada Chilicay, el grupo con el mayor número de familias registrada fue Coleóptera, representando el 62% del total de individuos obtenidos, convirtiéndose en el grupo, aparentemente dominante, en el muestreo en esta zona; por el contrario, el grupo de lepidópteros representa el 38% del muestreo total (Tabla 2).

En la Cascada Suncamal el grupo con el mayor número de familias registrada fue Lepidóptera, representando el 71% del total de individuos, conformando “el grueso” de la diversidad de insectos; por el contrario, el grupo de coleópteros con un porcentaje del 29% representa el grupo menos dominante.

A nivel de familias, entre los coleópteros, la familia Carabidae abarca el 21% del total de individuos muestrados en la cascada Chilicay, seguidos de la familia Cucurlionidae con un 16% y presentando baja presencia de la familia Cerambycidae (1%). En cuanto a los lepidópteros, la familia Noctuidae registró el mayor número de individuos (10%), mientras que las familias Tortricidae y Lymantriidae presentaron baja diversidad en esta zona.

La cascada de Suncamal, a diferencia de la localidad anterior, presentó mayor dominio de lepidópteros, destacando la diversidad de las familias Noctuidae (15%), Sesiidae (14%) y Hesperidae (10%). Por el contrario, en el grupo taxonómico de coleópteros, las familias más abundantes fueron Carabidae (11%) y Cucurlionidae (11%), capturados en gran abundancia principalmente por medio de las trampas de luz (Figura 2).



En relación a los sitios de muestreo, en la cascada Suncamal obtuvimos cerca del 58% de individuos, mientras que en la Cascada Chilicay registramos el 42% del total muestral. Aunque en Suncamal hallamos el mayor porcentaje de especímenes solo identificamos 18 familias, mientras que en la cascada de Chilicay, identificamos 19 (Fig. 2). Una potencial explicación de este último resultado, podría residir en la composición de la vegetación del hábitat de dicha localidad que se halla en un ecotono. La estructura de la vegetación en esta localidad está compuesta por especies como: el canelo, cedro, limón de montaña, matapalo, cascarilla, guarumo, guabiduca, y otras especies como: cacao (*Theobroma cacao*), platanillo (*Heliconia sp*), arbustos pequeños entre otros; y fincas en sus alrededores con cultivos agrícolas, como la caña de azúcar [47]. Esta variedad de ambientes podría presumir potenciales fuentes adicionales de alimentación asequibles a gran parte de la diversidad de especies.

En cuanto a la diversidad de Lepidoptera colectados en este ecosistema (BsBn04), esta podría ser atribuida a la compleja estructura de vegetación de plantas hospedadoras, que sirven de alimento a larvas y adultos y a la intrínseca relación con la heterogeneidad espacial [48]. A pesar de que el análisis taxonómico a nivel de familia fue relativamente alto, en comparación con otros estudios, las actividades antrópicas que se desarrollan circundantes a estos ecosistemas, a menudo dan como resultado la alteración de los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas nativos [49, 50]. A menudo, estas interacciones, pueden causar efectos negativos o positivos en las poblaciones de insectos [51], pero usualmente son las especies especializadas las que se ven más afectadas por la influencia de los seres humanos [52, 53, 54]. Sin embargo, una alta diversidad puede ser mantenida en ambientes con perturbación intermedia siempre y cuando, éstos sistemas preserven una elevada heterogeneidad [55].

Debido a la diversidad de especies y de formas de vida de cada grupo de insectos, se utilizaron tres métodos de colecta [46]. La trampa de luz permitió atraer una alta diversidad de insectos nocturnos, registrando el 62% del total de especímenes muestreados, sobre todo del orden Lepidoptera, el tamizado de hojarasca y restos forestales colectó el (32%) del trabajo realizado en las localidades; mientras que el golpeteo en plantas, permitió capturar solo el (5%) del total de la colección (Figura 3).

es importante mencionar que, en general, las capturas dependen de los factores de actividad y de población, de las condiciones climáticas y de alimentación, pero sobre del grado de fototropía positiva de estas poblaciones [56].

En el Neotrópico, existe una escasa difusión y publicación de literatura científica en estudios relacionados con inventarios de entomofauna en bosques tropicales (selva húmeda tropical y subtropical). Sin embargo, existen investigaciones en Brazil, en donde se identificaron 10 familias de insectos herbívoros [57]; en Costa Rica, se realizó un



Tabla 2

Familias de insectos recolectadas en las cascadas Chilicay y Suncamal, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo.

CLASE	ORDEN	FAMILIAS	Método de Recolección						TOTAL
			Golpeteo	Hojarasca	Trampas de Luz	Golpeteo	Hojarasca	Trampas de Luz	
Insecta	COLEOPTERA	Carabidae	2	122	6	12	84		226
		Chrysomelidae	5	13	2	6	14		40
		Cerambycidae	1	3	1				5
		Curculionidae	1	53	47	15	75		191
		Dryopidae		10	0				10
		Scarabaeidae		18	12				30
		Nitidulidae	11	9		2	8		30
		Endomychidae	5	45			20		70
		Scolytidae	6	8	1	2	8		25
		Sphingidae			13			28	41
		Saturnidae						18	18
		Nymphalidae						3	3
		Noctuidae			59			128	187
		Tineidae			15			34	49
Sesidae			34			122	156		
		Tortricidae			5		28	33	
		Pyralidae			40		55	95	
		Geometridae			18		10	28	
		Lymantridae			5		23	28	
		Amatidae			33		66	99	
		Hesperiidae			11		82	93	
									1457

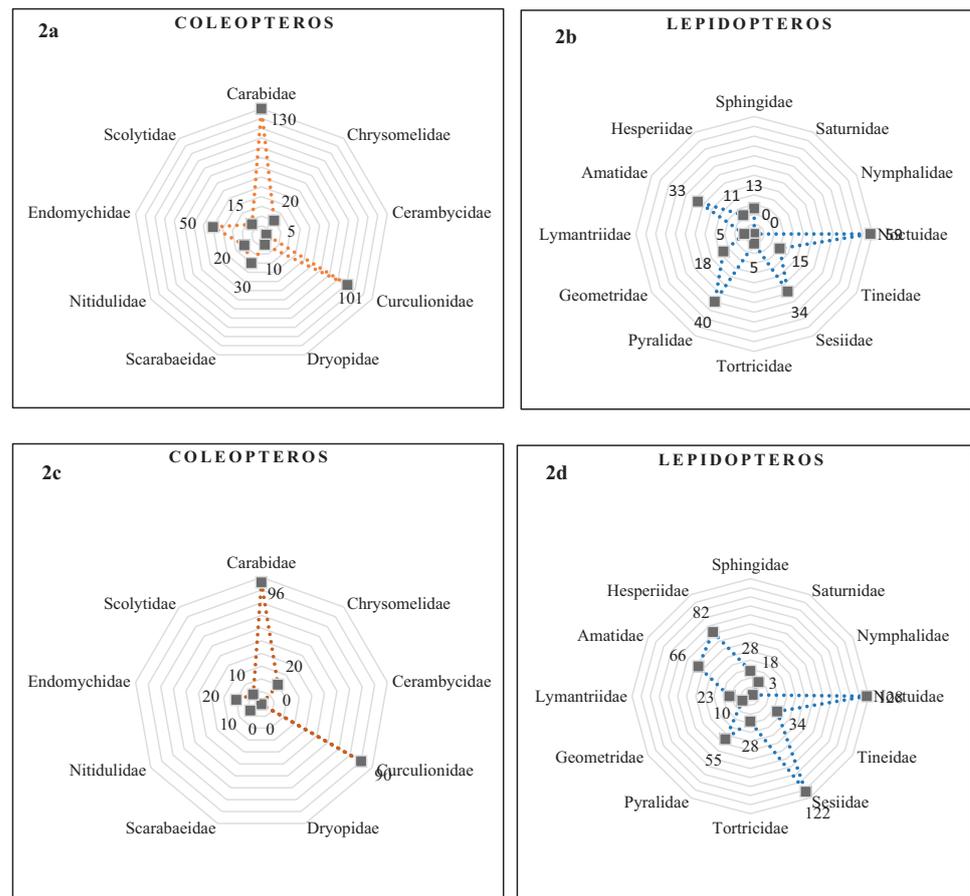


Figura 2

Abundancia (número absoluto de individuos) y número de familias halladas en cada localidad de estudio; 2a y 2b Cascada Chilicay; 2c y 2d Cascada Suncama Tomando en consideración el número de especímenes que fueron colectados por medio de la trampa de luz, sobre todo Lepidópteros, resulta difícil inferir el motivo de esta atracción. No obstante, Principio del formulario.

estudio en el que se identificó 11 familias de insectos, que permitieron realizar una síntesis de la ecología y diversidad de los bosques secos de este territorio [58].

Los inventarios de entomofauna, en bosques siempreverdes localizados en zonas de la Cordillera de los Andes, son aún más raros. Así pues, en el repositorio Zoological Record [59], se registra únicamente dos investigaciones [60, 61], relacionados con la estructura y composición de insectos en ecosistemas de Colombia. Finalmente, en relación a la entomofauna de las cascadas Chilicay y Suncamal, al finalizar el presente manuscrito, no se realizó el registro de ningún estudio referente a la diversidad de este grupo taxonómico.

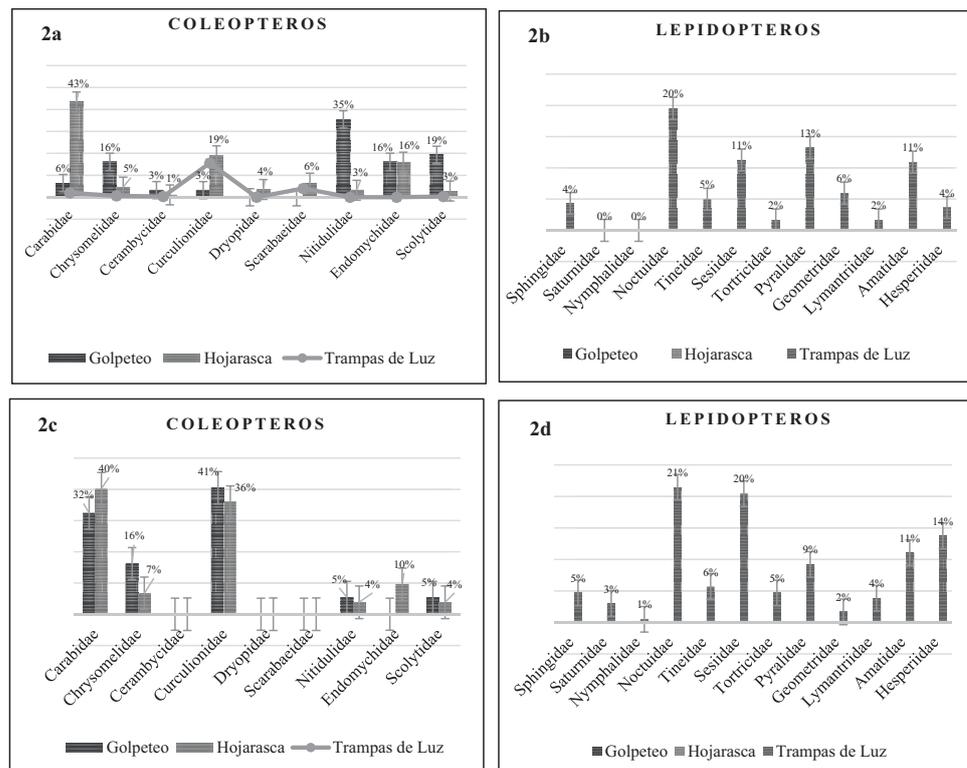


Figura 3

Individuos colectados mediante los tres métodos de recolección: Golpeteo, Hojarasca y restos forestales y trampas de luz. 2a y 2b Cascada Chilicay; 2c y 2d Cascada Suncamal.

4. Conclusiones

La entomofauna del bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes representa un conjunto muy diversificado de especies con predominancia de coleópteros y lepidópteros registrados en 21 familias y 1457 individuos. Debido a la homogeneidad vegetal y microclimática de los bosques siempreverdes, estos ecosistemas han creado condiciones óptimas para el desarrollo de los insectos actuando, aparentemente, como concentradores de fauna proveniente de comunidades adyacentes. A partir de esta información, surge la necesidad de proteger estas formaciones vegetales por su posible carácter de reservorios, en los cuales puede refugiarse y permanecer gran parte de la biota local amenazada por la modificación antrópica.

No tenemos conocimiento de ningún estudio publicado sobre la entomofauna del Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes: Cascada Chilicay y Suncamal, y a pesar de que resulta pronto inferir que este trabajo constituye una herramienta base para el conocimiento de la diversidad de este grupo taxonómico en estas localidades, es importante incluir estas investigaciones en el desarrollo de procesos de conservación. Así pues, se convierte en una necesidad imperante duplicar



esfuerzos que permitan describir la biología básica y el estado de las especies de insectos poco conocidas, en este sector. Finalmente, no se excluye la posibilidad de que algunas especies tengan un vínculo más estrecho con esta formación vegetal, lo que podrá ser aclarado con mayores estudios taxonómicos y registros.

Agradecimientos

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Universidad Checa de Ciencias de la Vida Prague, Facultad de Ciencias Agrícolas Tropicales (CZU), quienes ayudaron con la captura en el campo y el procesamiento de especímenes en el laboratorio: Dr. Ondrej Šafránek, Dr. Miloš Tryzna y Dra. Korina Kudrnová.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no tienen intereses financieros en competencia ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo informado en este documento.

References

- [1] Ministerio del Ambiente. [Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental], Quito: 2012; accessed 16 September 2022. [aprox. 4 pantallas]. Available from https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
- [2] De la Torre L, Navarrete H, Muriel P, Macía M, Balsle H. La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito, Ecuador: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2008; 28–38.
- [3] Gentry A. Field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. 1993.
- [4] Küper W, Kreft H, Nieder J, Köster N, Barthlott W. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*. 2004;31(9):1477–1487.
- [5] Demek J. Manual of detailed geomorphological mapping. Czechoslovak Academy of Sciences; 1972.



- [6] Paladines A. Los recursos no renovables del Ecuador: base para la planificación y ordenamiento. Editorial Universitaria; 2005.
- [7] Valencia R. Composition and structure of an Andean forest fragment in eastern Ecuador. *Composition and structure of an Andean forest fragment in eastern Ecuador*. 1995;239-249.
- [8] Mogollón H, Guevara J, Remache G. Caracterización vegetal de la Bioreserva del Cóndor. Fundación Numashir para la Conservación de Ecosistemas Amenazados y Ecociencia. 2004; 1-84.
- [9] Balslev H, Øllgaard B. Mapa de vegetación del sur de Ecuador. Quito, Ecuador: Botánica Austroecuatorialiana. Ediciones Abya-Yala; 2002; 51–64.
- [10] Valencia R, Cerón C, Palacios W, Sierra R. Los sistemas de clasificación de la vegetación propuestos para el Ecuador. Sierra, R.(ed). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito. 1999; 19-28.
- [11] Cerón C, Montesdeoca M. Diversidad, composición y usos florístico en la Hoya de Guayllabamba-Chota, provincia de Pichincha e Imbabura. *Hombre y ambiente*. 1994;31: 85-135.
- [12] Aguirre Z, Kvist L, Sánchez O. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica económica de los Andes Centrales*. 2006;162-187.
- [13] Jara Guerrero A, De la Cruz M, Espinosa C, Méndez M, Escudero A. Does spatial heterogeneity blur the signature of dispersal syndromes on spatial patterns of woody species? A test in a tropical dry forest. *Oikos*. 2015;124(10):1360–1366.
- [14] Best B, Kessler M. Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. Volume 218. Cambridge, UK: BirdLife International; 1995;–0829.
- [15] Krabbe N, Skov F, Fjeldså J, Petersen I. Avian diversity in the Ecuadorian Andes. Centre for Research on Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforest (DIVA). DIVA Technical report. 1998.
- [16] Groombridge B, Jenkins M, Jenkins M. World atlas of biodiversity: earth's living resources in the 21st century. Univ of California Press; 2002.
- [17] Adams J. Species richness: patterns in the diversity of life. Berlin: Springer; 2009: 28.
- [18] May RM. How many species are there on Earth? *Science*. 1988 Sep;241(4872):1441–1449.
- [19] Gaston J. The magnitude of global insect species richness. *Society for Conservation Biology*. 1991;5(3):283–296.



- [20] Stork NE. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth. *Annual Review of Entomology*. 2018 Jan;63(1):31–45.
- [21] Wilson E. *The diversity of life. Thinking About the Environment*. Routledge; 2015; 193–195.
- [22] Morrone J, Organista D, Okulewicz A, Posadas P. *El arca de la biodiversidad*. Universidad Nacional Autónoma de México; 1999.
- [23] Wilson E. The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). *Society for Conservation Biology*. 1987;1(4):344–346.
- [24] Riutta T, Slade E, Bebber D, Taylor M, Malhi Y, Riordan P, et al. Experimental evidence for the interacting effects of forest edge, moisture and soil macrofauna on leaf litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012;49:124–131.
- [25] Ray R, Seibold H, Heurich M. Invertebrates outcompete vertebrate facultative scavengers in simulated lynx kills in the Bavarian Forest National Park, Germany. *Animal Biodiversity and Conservation*. 2014;37(1):77–88.
- [26] Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. 2011;120(3):321–6.
- [27] Hunter M. Insect population dynamics meets ecosystem ecology: effects of herbivory on soil nutrient dynamics. *Agricultural and Forest Entomology*. 2001;3(2):77–84.
- [28] Yang LH, Gratton C. Insects as drivers of ecosystem processes. *Current Opinion in Insect Science*. 2014 Aug;2:26–32.
- [29] Harte J. *The Birder's Handbook: A Field Guide to the Natural History of North American Birds*. Bioscience. 1989;39:492–494.
- [30] Kobal S, Payne N, Ludwig D. Nestling food habits of seven grassland bird species and insect abundance in grassland habitats in northern Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 1998;91:69–75.
- [31] Price P. *Insect ecology*. John Wiley & Sons; 1997.
- [32] Barragán Á, Dangles O, Cárdenas R, Onore G. The history of entomology in Ecuador. In *Annales de la Société entomologique de France*. Taylor & Francis Group. 2009;4:410–423. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697626>
- [33] Eisenhauer N, Bonn A, Guerra CA. Recognizing the quiet extinction of invertebrates. *Nature Communications*. 2019 Jan;10(1):50.
- [34] Josse C. *Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems*. NatureServe; 2003.
- [35] Winckell A. *Relieve y geomorfología del Ecuador*. Documentos de investigación, Centro ecuatoriano de investigación geográfica Guayaquil. 1982;1:3–19.



- [36] Steyskal G, Murphy W, Hoover EM. Insects and mites: Techniques for collection and preservation. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service; 1986.
- [37] Imes R. Practical Entomologist. Simon and Schuster; 1992.
- [38] White G. A modified inclined sieve for separation of insects from wheat. *Journal of Stored Products Research*. 1983;19(2):89–91.
- [39] Morón M, Terrón R. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA*. 1984;3(3):1–47.
- [40] Merritt R, Resh V, Cummins K. Design of aquatic insect studies: Collecting, sampling and rearing procedures. An introduction to aquatic insects of North America. Dubuque (Iowa); Kendall Hunt Publishing; 1996;12–28.
- [41] Borror D, DeLong D. An introduction to the study of insects. New York, USA: Holt, Rinehart & Winston; 1971.
- [42] Palacio E, Fernández F. Capítulo 15 Clave para las subfamilias y géneros. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. 2003.
- [43] Villet M. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, CA Triplehorn & NF Johnson: book review. *African Entomology*. 2005;13:393–394.
- [44] Fernández F, Andrade G, Amat G. Insectos de Colombia Volumen 3. Universidad Nacional de Colombia; 2007.
- [45] Brown B. Manual of central american diptera. Volume 2. NRC Research Press; 2009.
- [46] Luna J. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Bol SEA*. 2005;37:385–408.
- [47] Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cumandá [Actualización del plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014 – 2019], Cumandá: 2014; accessed 20 September 2022. [aprox. 3 pantallas]. Available from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660001760001_ACTUALIZACION%20PDOT%20CUMANDA%202014-2019_15-03-2015_23-51-47.pdf
- [48] Gabriela Lazzeri M, Esther Bar M, Pieri Damborsky M. Diversidad del orden Lepidoptera (Hesperioidea y Papilionoidea) de la ciudad Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. 2011 Mar;59(1):299–308.
- [49] McDonnell M, Pickett S. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology*. 1990;71(4):1232–1237.
- [50] McDonnell M, Pickett S, Groffman P, Bohlen P, Pouyat R, Zipperer W, et al. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. In *Urban Ecology* Springer, Boston, MA. 2008. 299-313. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_18.
- [51] Jones E, Leather S. Invertebrates in urban areas: a review. *EJE*. 2013;109:463–478.



- [52] Zapparoli M. Urban development and insect biodiversity of the Rome area, Italy. *Landsc Urban Plan.* 1997;38(1-2):77–86.
- [53] Sorace A, Gustin M. Distribution of generalist and specialist predators along urban gradients. *Landscape Urban Planning.* 2009;90(3-4):11–118.
- [54] Tabea T, Dirk S, Eva K. Effects of urbanization on direct and indirect interactions in a tri-trophic system. *Ecological Applications.* 2016 Apr;26(3):664–675.
- [55] Colwell RK, Coddington JA. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences.* 1994 Jul;345(1311):101–118.
- [56] Palanca Soler A. Lepidópteros nocturnos atraídos con lámpara de vapor de mercurio en la Estación Biológica de Jaca. 1973.
- [57] Neves F, Araújo L, Espírito Santo M, Fagundes M, Fernandes G, Sanchez Azofeifa G, et al. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest–savanna transition in Brazil. *Biotropica.* 2010;42(1):112–118.
- [58] Hanson P. Insect diversity in seasonally dry tropical forests. *Seasonally dry tropical forests.* Washington (DC): Island Press; 2011;71–84.
- [59] Web of Science [Página de Internet], Zoological Record, New York, Estados Unidos: Thomson Reuters; 2016 [actualizada en febrero de 2017; accessed 12 September 2022]. Available from <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/webofscience-zoological-record/#:~:text=Zoological%20Record%E2%84%A2%20is%20the,unofficial%20register%20of%20animal%20names>
- [60] Pardo-Locarno L, Montoya-Lerma J, Bellotti A, Van Schoonhoven A. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Scarabaeidae*) in agroecological systems of northern Cauca, Colombia. *Fla Entomol.* 2005;88(4):355–363.
- [61] Keys T, Pardo-Locarno L. Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) del plan aluvial del Río Cauca, Colombia I. Ensamblaje, fichas bioecológicas, extinciones locales y clave para adultos. *Dugesiana.* 2013;20:1–15.