



MUSEO
DE HISTORIA
NATURAL
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

VOL. 18 / NO. 2 JULIO-DICIEMBRE 2023

NOVEDADES

COLOMBIANAS

MUSEO DE HISTORIA NATURAL
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

01

Primer registro de *Anolis huilae* Williams, 1982 (Squamata: Anolidae) para el departamento del Cauca, Colombia

02

Deriva temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Salinas, Sotará-Cauca (Colombia)

03

Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la zona de autodepuración en un sistema lótico andino colombiano

04

Distribución de especies de la familia Molossidae (Chiroptera) en el departamento del Cauca - Colombia



Universidad
del Cauca

ISSN Versión impresa: 0121-3520

ISSN Versión electrónico: 2145-5236

Vol. 19 No 2

Julio - Diciembre 2023

**REVISTA
NOVEDADES
COLOMBIANAS**

Revista Novedades Colombianas / Museo de Historia Natural / Dpto. Biología
Universidad del Cauca

Vol. 18 No 2- Julio - Diciembre 2023



ISSN impreso: 0121-3520
ISSN electrónico: 2145-5236

Novedades Colombianas es una publicación seriada adscrita al Museo de Historia Natural – Departamento de Biología de la Universidad del Cauca, que hace divulgación científica en Ciencias Biológicas como aporte a la construcción del conocimiento. Nuestra revista publica artículos de investigación originales e inéditos, notas cortas, producto de investigaciones realizadas en el territorio nacional e internacional que involucren a Colombia y a la Región Neotropical. También publicamos artículos de revisión fruto de la trayectoria, madurez y consolidación investigativa.

Editor Jefe

Jimmy Alexander Guerrero Vargas
Departamento de Biología - FACNED
Universidad del Cauca, Colombia

Asistente Editorial

Laura Natalia Vaca Pardo
Vicerrectoría de Investigaciones
Universidad del Cauca, Colombia.

Director

Museo de Historia Natural
Luis Germán Gómez Bernal
Departamento de Biología - FACNED,
Universidad del Cauca, Colombia

Comité Editorial

Jimmy Guerrero *Luis Germán Gómez Bernal*
Departamento de Biología - FACNED Museo de Historia Natural.
Universidad del Cauca, Colombia. Departamento de Biología - FACNED
Universidad del Cauca, Colombia.

María Cristina Gallego *Angélica María Mosquera Muñoz*
Departamento de Biología- FACNED Universidad del Cauca, Colombia.
Universidad del Cauca, Colombia..

Delly Rocío García *James Montoya*
Universidad del Quindío, Colombia. Universidad del Valle, Colombia.

Sandra Muriel *Luis Carlos Pardo*
Politécnico Colombiano Universidad del Pacífico, Colombia.
Jaime Isaza Cadavid, Colombia.

Danilo Elías de Oliveira *Johanna Gutiérrez Vargas*
Universidad Federal Facultad Ciencias de la Salud
do Sul e Sudeste de Pará, Brasil Universidad Remington sede Medellín, Colombia.

Natalia Arbeláez *María Fernanda González-Rojas*
Grupo de Investigaciones PECET, Facultad de Ciencias Naturales
Universidad de Antioquia, Colombia. Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad ICESI, Colombia.

Fotografía carátula

Andrés Felipe Liévano-Bonilla
Anolis huilae

Diseño y diagramación

Leidy Carolina Moncayo Muñoz
Centro de Posgrados Universidad del Cauca

Costos de publicación

La publicación en la Revista Novedades Colombianas del Museo de Historia Natural,
NO tiene costos para el envío, procesamiento (submission charges) y/o publicación de artículos.

Revista Novedades Colombianas / Museo de Historia Natural / Dpto. Biología
Universidad del Cauca

Vol. 18 No 2- July – December 2023



ISSN printed: 0121-3520

ISSN online: 2145-5236

Novedades Colombianas is a serial publication attached to the Museum of Natural History - Department of Biology of the Universidad del Cauca, which makes scientific dissemination in Biological Sciences as a contribution to the construction of knowledge. Our journal publishes original and unpublished research articles, short notes, product of research conducted in the national and international territory involving Colombia and the Neotropical Region. We also publish review articles as a result of the trajectory, maturity and research consolidation.

Editor in chief

Jimmy Alexander Guerrero Vargas
Departamento de Biología - FACNED
Universidad del Cauca, Colombia

Editorial Assistant

Laura Natalia Vaca Pardo
Vicerrectoría de Investigaciones
Universidad del Cauca, Colombia.

Director

Natural History Museum:

Luis Germán Gómez Bernal
Departamento de Biología - FACNED,
Universidad del Cauca, Colombia

Editorial committee:

Jimmy Guerrero Departamento de Biología - FACNED
Universidad del Cauca, Colombia.
Luis Germán Gómez Bernal Museo de Historia Natural.
Departamento de Biología - FACNED
Universidad del Cauca, Colombia.

María Cristina Gallego Departamento de Biología- FACNED
Universidad del Cauca, Colombia..
Angélica María Mosquera Muñoz Universidad del Cauca, Colombia.

Delly Rocío García Universidad del Quindío, Colombia.
James Montoya Universidad del Valle, Colombia.

Sandra Muriel Politécnico Colombiano
Jaime Isaza Cadavid, Colombia.
Luis Carlos Pardo Universidad del Pacífico, Colombia.

Danilo Elías de Oliveira Universidad Federal
do Sul e Sudeste de Pará, Brasil
Johanna Gutiérrez Vargas Facultad Ciencias de la Salud
Universidad Remington sede Medellín, Colombia.

Natalia Arbeláez Grupo de Investigaciones PECET,
Universidad de Antioquia, Colombia.
María Fernanda González-Rojas Facultad de Ciencias Naturales
Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad ICESI, Colombia.

Cover Photography

Andrés Felipe Liécano-Bonilla
Anolis huilae

Design and layout

Leidy Carolina Moncayo Muñoz
Centro de Posgrados Universidad del Cauca

Publication costs

The publication in the Journal Novedades Colombianas of the Natural History Museum has NO costs for the submission, processing (submission charges) and / or publication of articles.

CONTENIDO

Nota editorial / <i>Editorial note</i>	5
<i>Autores: Jimmy Alexander Guerrero Vargas, Laura Natalia Vaca Pardo.</i>	
Primer registro de <i>Anolis huilae Williams</i> , 1982 (Squamata: Anolidae) para el departamento del Cauca, Colombia	7
First record of <i>Anolis huilae Williams</i> , 1982 (Squamata: Anolidae) from department of Cauca, Colombia	
<i>Autores: Andrés Felipe Liévano-Bonilla, Gustavo Adolfo Pisso-Florez, Santiago Orozco-Chamorro, Linney Johanna Arias-Trujillo.</i>	
Deriva temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Salinas, Sotará-Cauca (Colombia)	16
Temporal drift of aquatic macroinvertebrates in Salinas streams, Sotará-Cauca (Colombia)	
<i>Autores: Zaida Liseth Collazos Tovar, Jhonatan Gutiérrez-Garaviz.</i>	
Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la zona de autodepuración en un sistema lótico andino colombiano.	27
Aquatic Macroinvertebrates as Indicators of Autodepuration Zones in the Colombian Andean Lotic System.	
<i>Autores: Jhonatan Gutiérrez-Garaviz, Hildier Zamora-González, Néstor Mauricio Agredo Jiménez.</i>	
Distribución de especies de la familia Molossidae (Chiroptera) en el departamento del Cauca - Colombia	38
Distribution of species of the family Molossidae (Chiroptera) in the department of Cauca - Colombia	
<i>Autores: Yesyca Andrea Lopez Bolaños, Lina Maria Velázquez Caviche, Cesar Camilo Castillo Bravo, Jhonier Apraéz Bravo, María del Pilar Rivas Pava.</i>	

Nota Editorial

Revista Novedades Colombianas

Volumen 18, número 2
Julio – Diciembre de 2023

Jimmy Alexander Guerrero V.¹
Laura Natalia Vaca P.²

¹*Editor Jefe, Departamento de Biología, FACNED, Universidad del Cauca.*

²*Asistente editorial, Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Cauca.*

La divulgación de la ciencia y del nuevo conocimiento es uno de los objetivos más importantes de la academia y de la comunidad de investigadores en todo el mundo. Asimismo, este ejercicio de comunicar la ciencia se ha ido transformando y cada día está más cerca de las personas, tomando mucha fuerza entre las comunidades que habitan la web 2.0. Sin embargo, esa divulgación tan amplia no sería posible sin el ejercicio continuo del estudio formal realizado por investigadores que dedican su talento y su vida a explorar y conocer realidades que no han sido exploradas. Ejemplo de ello es el departamento del Cauca, donde gozamos de una amplia variedad de ecosistemas y, en consecuencia, de una biodiversidad inmensa, que requiere una sistematización juiciosa, que evidencie la riqueza de un territorio que, desde otros contextos, se estigmatiza por su compleja situación social.

La Revista Científica Novedades Colombianas del Museo de Historia Natural – Departamento de Biología de la Universidad del Cauca comparte con la comunidad científica y la ciudadanía en general su Volumen 18, número 2 de 2023, conformado por diferentes artículos de investigación que contribuyen a construir otro imaginario del Cauca y del Suroccidente colombiano, evidenciando su gran riqueza natural y la importancia de conservar ese patrimonio de la humanidad que es la biodiversidad, que asegura nuestra supervivencia.

Agradecemos a los autores que eligieron nuestra revista para socializar sus resultados de investigación y a los evaluadores, quienes garantizan la calidad de cada artículo publicado.

Esperamos que las investigaciones aquí publicadas sean de utilidad para las comunidades científicas y académicas, y por supuesto, para las personas que tienen a su cargo la toma de decisiones, como líderes, empresarios y gobernantes, y para la comunidad en general, avanzando en nuestro propósito de divulgar la ciencia creada en nuestro departamento para que se reconozca a la región y al país como una sociedad generadora de conocimiento.

Desde 1954, la Revista Novedades Colombianas se ha sostenido gracias al liderazgo de varios editores jefe, que han garantizado su calidad y sostenibilidad en el tiempo. Una de ellas fue la profesora del Departamento de Biología, María del Pilar Rivas Pava, a quien el Comité Editorial resalta y agradece, pues con su excelente paso por la Universidad del Cauca, como directora del Museo de Historia Natural y editora jefe de esta revista, con entereza y sabiduría, y poniéndose a tono con la tendencia mundial en ciencia abierta, en 2009 tomó la decisión de que esta publicación se hiciera de manera electrónica, en línea y bajo licencia Creative Commons para su uso libre. Esta decisión ha traído impactos positivos para Novedades Colombianas y para las otras revistas científicas institucionales.

Es muy grato para el comité editorial contribuir con nuestra revista a la consolidación de la ciencia abierta para todos, pues esta publicación cumple con estándares que aseguran la calidad de sus artículos y que es de consulta libre y gratuita. Esto es posible gracias a los esfuerzos de la Universidad del Cauca a través de la Vicerrectoría de Investigaciones, con su estrategia para el apoyo a las publicaciones institucionales seriadadas.

Primer registro de *Anolis huilae* Williams, 1982 (Squamata: Anolidae) para el departamento del Cauca, Colombia

First record of *Anolis huilae* Williams, 1982 (Squamata: Anolidae) from department of Cauca, Colombia

Andrés Felipe Liévano-Bonilla¹
Gustavo Adolfo Pisso-Florez²
Santiago Orozco-Chamorro³
Linney Johanna Arias-Trujillo⁴

¹ *Fundación Ecohabitats, Calle 78N # 19 – 157 Casa 24 Portería 1, Popayán, Cauca, Colombia. la Universidad del Norte, Email: andreslievano@unicauca.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1029-7587>*

² *Parques Nacionales Naturales de Colombia, Carrera 9 # 25N – 06, Popayán, Cauca, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1230-0882>*

³ *Grupo de Estudios en Manejo de Vida Silvestre y Conservación – GEMAVIC, Maestría en Biología, Universidad del Cauca. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6256-3787>*

⁴ *Institución Educativa Promoción Social Guanacas. Guanacas, Inzá, Cauca, Colombia.*

Abstract

Anolis huilae is an endemic and little-known species from sub-Andean forest of Magdalena river basin, being registered in the departments Huila and Tolima. Here, we present the first record of this species for the eastern region of the department of Cauca, based on a specimen obtained in explorations carried out in the municipality of Inzá, in the upper part of the Magdalena river basin. In addition, we rectify the geographic information of the historical localities and suggest collecting specimens in some additional localities, since it is necessary to validate the presence of this species in ecosystems outside its distribution range.

Keywords: Lizards, Reptiles, Geographic distribution, Magdalena Basin, Colombian Massif.

Resumen

Anolis huilae es una especie endémica y poco conocida de las selvas subandinas de la cuenca del río Magdalena, en los departamentos del Huila y Tolima. Aquí presentamos el primer registro de esta especie para la región oriental del departamento del Cauca, basados en un ejemplar obtenido en exploraciones realizadas en el municipio de Inzá, en la parte alta de la cuenca del río Magdalena.

Historia del artículo

Fecha de recepción:

19-09-2023

Fecha de aceptación: 15-12-2023

DOI: 10.47374/novcol.2023.

v18.2331

Además, rectificamos la información geográfica de las localidades históricas y sugerimos recolectar ejemplares en algunas localidades adicionales, ya que es necesario validar la presencia de esta especie en ecosistemas externos a su rango de distribución.

Palabras clave: lagartijas, reptiles, distribución geográfica, cuenca Magdalena, Macizo Colombiano.

Introducción

El *Anolis* del Huila, *Anolis huilae* Williams, 1982, es una especie de lagartija relacionada a las especies de la serie aequatorialis al interior del clado Dactyloa (Castañeda y de Queiroz, 2011, 2013; Poe et al., 2017). Presenta hábitos diurnos con un mayor pico de actividad diaria entre las 12:00 – 14:00 horas, ocupando estratos de vegetación arbórea y arbustiva del sotobosque y bordes de bosque, en donde puede ser observado perchado cabeza abajo a alturas entre uno a siete metros del suelo, tanto en ecosistemas conservados como intervenidos (Williams, 1982; Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019; Moreno-Arias et al., 2021).

Es una lagartija que presenta dimorfismo sexual, los machos son de mayor tamaño, cuentan con un pliegue gular amarillo y coloración dorsal verde con un patrón de puntos claros, mientras que las hembras son de color café y pueden presentar una línea dorsal beige o patrones dorsales de manchas oscuras (Williams, 1982; Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019). Aspectos relacionados a su dieta y reproducción permanecen desconocidos, sin embargo, su temporada reproductiva ha sido descrita para los meses de enero, abril y septiembre, con nidadas de entre dos a 34 huevos (Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019).

Anolis huilae se encuentra catalogada como una especie en preocupación menor de extinción, ya que su extensión de ocurrencia es de 7271 km², presenta una adaptabilidad a ecosistemas modificados y cuenta con gran número de subpoblaciones (Morales-Betancourt et al., 2015; Caicedo et al., 2020; Moreno-Arias et al., 2021). Esta especie se encuentra restringida a los Andes de la vertiente oriental de la Cordillera Central y la vertiente occidental de la Cordillera Oriental de Colombia, habitando en los departamentos del Huila y Tolima, en ecosistemas de selva subandina, entre los 1500 a 2000 msnm (Williams, 1982; Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019; Caicedo et al., 2020). Adicionalmente, se presume su existencia en los departamentos de Caquetá, Cauca, Meta y Cundinamarca, a través de modelos de distribución potencial (Moreno-Arias et al., 2021). En este trabajo presentamos el primer registro de esta especie para el oriente del departamento del Cauca, en el suroccidente colombiano, rectificamos la información geográfica de sus localidades históricas y sugerimos explorar algunas localidades adicionales para validar la presencia de esta

especie en zonas bajas de la cuenca alta del Magdalena y el piedemonte andino de la Orinoquía y Amazonía.

Materiales y métodos

El 12 de febrero de 2022 en el centro poblado de Guanacas, municipio de Inzá, departamento del Cauca, Colombia (2°31'36,2"N, 76°04'49,7"W; 1840 msnm), realizamos un recorrido en zonas boscosas riparias entre las 18:00 y 23:00 horas para buscar anfibios y reptiles utilizando la técnica de relevamientos por encuentros visuales (Doan, 2003). Esta localidad se encuentra en el ecosistema de selva subandina (Cuatrecasas, 1958), donde domina una matriz de potreros, cultivos de café y remanentes de bosque alrededor de los cursos de agua.

Los especímenes recolectados fueron fotografiados en vida, eutanasiados por medio de una inyección intracardíaca de lidocaína al 2%, fijados en formol al 10%, preservados en etanol al 70% (Foster, 2012) y posteriormente depositados en la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC-He). La determinación taxonómica se realizó comparando los patrones de lepidosis, coloración y morfometría con los reportados en la descripción original de *Anolis huilae* (Williams, 1982). Los caracteres de lepidosis y morfometría fueron definidos de acuerdo a la terminología propuesta por Köhler (2014).

Para obtener registros adicionales de la especie, se consultó la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2023), la cual permitió recopilar información geográfica a partir de reportes con grado de investigación registrados en iNaturalist, así como de especímenes preservados en las siguientes colecciones: Harvard Museum of Comparative Zoology (MCZ), Kansas Biodiversity Institute and Natural History Museum (KU), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN), Museo de la Universidad de La Salle (MLS), Museo de Herpetología de la Universidad de Antioquia (MHUA), Colección Herpetológica de la Universidad del Quindío (ARUQ) y Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT). Las localidades obtenidas fueron comparadas con las distribuciones propuestas por Williams (1982) y Moreno-Arias et al. (2021) para rectificar localidades dudosas, y posteriormente representadas en un mapa de distribución geográfica, el cual fue elaborado en el software QGIS 3.22 utilizando información cartográfica de la plataforma de datos abiertos The Humanitarian Data Exchange (HDX).

Resultados y discusión

Durante el recorrido, observamos cuatro ejemplares de *Anolis huilae* que se encontraban en reposo sobre las hojas de la vegetación riparia de un curso de agua cercano a la biblioteca pública “La Casa del Pueblo”, aproximadamente a dos metros de altura. Un macho adulto fue recolectado (MHNUC-

He-Sa 225), el cual fue asignado a *Anolis huilae* por presentar patrones de lepidosis, morfometría y coloración dentro de la variación expuesta en la descripción original de la especie (Williams, 1982; Fig. 1).

Este espécimen presenta una coloración de fondo verde con numerosas manchas de color amarillo pálido en el cuerpo y bandas de color verde oscuro en su cola (Fig. 1A); los párpados son amarillos y presentan una mancha blanca irregular con borde negro y verde ubicada posteriormente respecto al tímpano (Fig. 1B); la parte dorsal de la cabeza presenta coloración café, siendo menos intensa en la región anterior (Fig. 1C); el pliegue gular es amarillo verdoso con siete líneas longitudinales de color café claro con bordes punteados negros (Fig. 1D). Al ser manipulado, el espécimen presentó un cambio en la coloración de fondo a café oscuro, mientras que, las manchas amarillas mostraron mayor intensidad; el color verde que bordea la mancha blanca se tornó completamente negro (Fig. 1D).

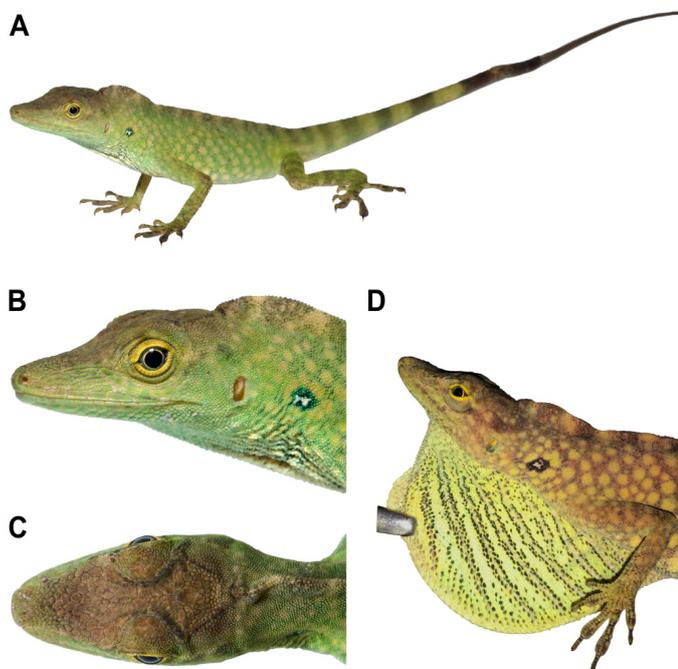


Fig. 1. *Anolis huilae* de la localidad de Guanacas en el municipio de Inzá-Cauca (MHNUC-He-Sa 225). A. Vista dorso-lateral. B. Vista lateral de la cabeza. C. Vista dorsal de la cabeza. D. Vista lateral del pliegue gular.

Respecto a su lepidosis (Figs. 1 B-C), el espécimen presenta escamas lisas en la región dorsal de la cabeza; ocho escamas bordeando posteriormente la rostral, circumnasal en contacto con la rostral; ocho internasales; borde cantal diferenciado, nueve cantales y 11 escamas entre las segundas cantales; semicírculos supraorbitales en contacto entre sí; semicírculos supraorbitales y escamas posteriores en contacto con la interparietal; una superciliar alargada a cada lado seguida por escamas granulares posteriormente; interparietal de menor tamaño que el oído; la región loreal es cóncava con

cinco hileras horizontales de escamas levemente quilladas (algunas lisas); siete supralabiales al nivel inferior del centro del ojo; suboculares levemente quilladas y en contacto con las supralabiales; mental semidividida y en contacto con cuatro sublabiales, seis postmentales, tres escamas sublabiales lisas en contacto con las infralabiales hacia el lado derecho, y cuatro sublabiales lisas en contacto con las infralabiales en el lado izquierdo.

El pliegue gular se extiende hasta la parte media del vientre (Fig. 1D), donde las escamas del borde son lisas y más grandes que las escamas ventrales, mientras que las escamas laterales son lisas y separadas en dos filas de escamas por piel desnuda. En la región dorsal media del cuerpo presenta tres hileras de escamas agrandadas y quilladas; las ventrales son lisas, imbricadas y más grandes que las dorsales. Presenta escamas postanales alargadas. La cola es levemente comprimida, sin cresta y con dos hileras de escamas quilladas en la región media dorsal. Las escamas de las extremidades supradigitales son multicarinadas y presenta 22 lamelas bajo las falanges dos y tres del dedo pedial IV.

La longitud rostro-cloaca fue de 65,8 mm, la cual se encuentra por debajo del rango de variación reportado por Williams (1982); la longitud de la cabeza es de 17,5 mm, su ancho es de 8,8 mm y presenta hocico largo no protuberante (8,8 mm); diámetro del oído externo 1,4 x 2,1 mm; la cola es larga de 105,8 mm y con diámetro de 2,4 x 3,6 mm; longitud de la pierna 12,8 mm; distancia axila-íngule 29,3 mm; longitud relativa del miembro posterior 48,5 mm y ancho del disco del dedo IV 1,4 mm.

La presencia de *Anolis huilae* en los Andes del oriente caucano permite llenar el vacío de información existente en la vertiente oriental de la Cordillera Central en la parte alta de la cuenca del río Magdalena (Fig. 2), ya que las localidades más cercanas que cuentan con especímenes preservados corresponden a Isnos (Huila) a 65 km hacia el sur y Planadas (Tolima) a 61 km hacia el norte (Williams, 1982; GBIF.org, 2023). Este registro valida la presencia de esta especie en el oriente del departamento del Cauca, como ha sido sugerido por los modelos de distribución potencial, y muestra la importancia de seguir explorando sus diferentes áreas geográficas, ya que es una de las divisiones político administrativas de Colombia que cuenta con mayor riqueza de especies del género *Anolis*, con 32 de las 79 especies registradas para el país (Moreno-Arias *et al.*, 2021; Uetz *et al.* 2023).

Por medio del análisis de los registros recopilados y la revisión de información relacionada a la serie tipo (Williams, 1982; Andrade-C y Lynch, 2007; GBIF.org, 2023), logramos validar 75 registros de *A. huilae* (Apéndice Suplementario S1), los cuales se encuentran asociados a 20 localidades distribuidas en las vertientes oriental de la Cordillera Central y occidental del sur de la Cordillera Oriental en los departamentos de Huila y Tolima (Fig. 2; Apéndice 1). Las coordenadas geográficas de los paratipos MCZ 159118-20 presentaron valores elevados de

incertidumbre y, por lo tanto, fueron corregidas a partir de la información proporcionada para los especímenes ICN 3734–36; de igual forma, las coordenadas asociadas a MCZ 156305–06 fueron reasignadas teniendo en cuenta la descripción de su localidad (Apéndice 1; Apéndice Suplementario S1). Por otra parte, la información geográfica de los especímenes MHUA 12084, 12086 y ARUQ 506–09, provenientes del Tolima, no pudo ser validada y no son incluidos en nuestros análisis, mientras que, cuatro registros adicionales deben ser confirmados ya que corresponden a localidades externas a la distribución de la especie, incluyendo las zonas bajas del valle interandino del río Magdalena en el Huila y las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental y Centro-Oriental en el Meta y Putumayo (Fig. 2; Apéndice 1).

Las especies relacionadas con *A. huilae* corresponden a *Anolis boettgeri* (Boulenger, 1911), *Anolis cuscoensis* (Poe, Yáñez-Miranda y Lehr, 2008), *Anolis soinii* (Poe y Yáñez-Miranda, 2008), *Anolis fitchi* (Williams y Duellman, 1984), y *Anolis podocarpus* (Ayala-Varela y Torres-Carvajal, 2010), las cuales constituyen un grupo de lagartos de tamaño mediano relacionados al clado occidental de la serie *aequatorialis* (Castañeda y de Queiroz, 2011, 2013; Poe et al., 2017). Este grupo de especies muestra un patrón de distribución altitudinal asociado a un rango aproximado de 1400–2000 msnm en las estribaciones orientales de los Andes de Colombia, Ecuador y Perú (Williams y Duellman, 1984; Poe et al., 2008; Ayala-Varela y Torres-Carvajal, 2010; Ayala-Varela et al. 2011).

La mayoría de los registros recopilados comparten el patrón altitudinal previamente descrito, aunque los especímenes reportados para las localidades Cajamarca – La Leona (CZUT 0026–27, 0072–74) y Planadas – Aguas Claras (CZUT 0363) en el Tolima, muestran que *A. huilae* podría alcanzar zonas de transición entre selva subandina y selva andina a 2200 msnm (Apéndice 1). Respecto a la presencia de esta especie en el valle interandino del río Magdalena (< 1000 msnm), como lo sugieren Llano-Mejía et al. (2010) y el avistamiento reportado en Palermo–Huila (Fig. 2; Apéndice 1), consideramos que es necesario recopilar más información que permita validar estos registros, ya que los muestreos recientes en ecosistemas de bosque seco en el Alto Magdalena y los modelos de distribución potencial no evidencian su presencia en estas zonas del Huila y Tolima (Vera-Pérez et al. 2017; Moreno-Arias et al., 2021).

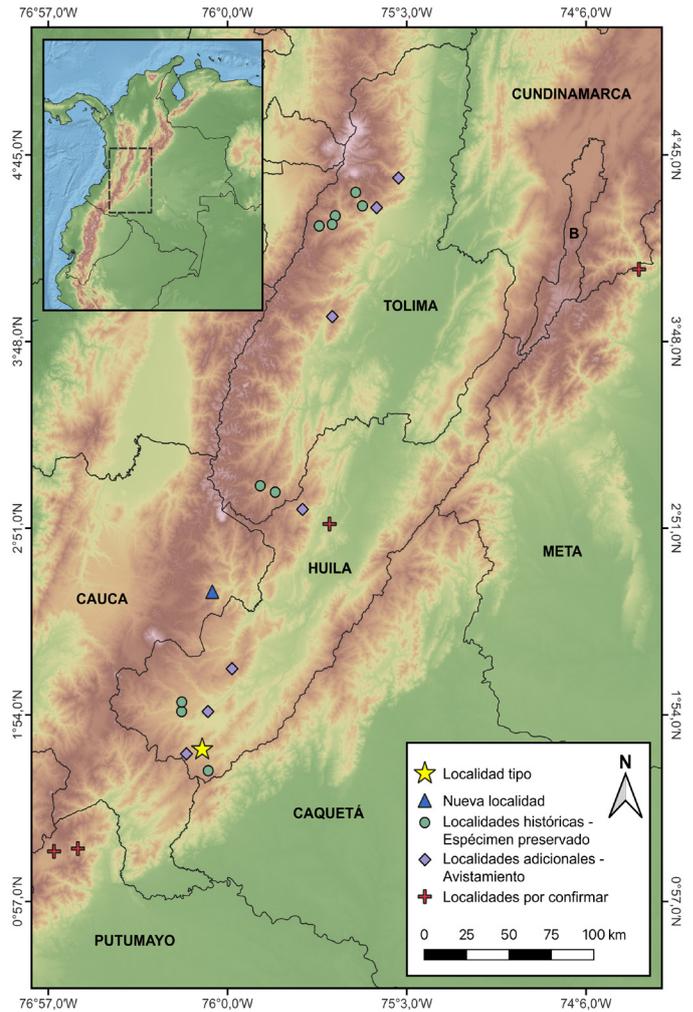


Fig. 2. Mapa de distribución geográfica de *Anolis huilae*.

El espécimen referenciado por Williams (1982) al norte de Manzanares–Meta (ICN 4541; Apéndice 1) corresponde al registro marginal de la especie hacia el norte en la Cordillera Oriental, así como el único registro conocido de *A. huilae* en el piedemonte de la Orinoquía. Sin embargo, nuestra búsqueda en las bases de datos de las colecciones no mostró resultados asociados a este espécimen, siendo la información suministrada por Williams (1982, 1992) la única disponible. Esta localidad fue visitada por W.W. Lamar en 1980, quien recolectó el espécimen ICN 4541 y otro lagarto de menor tamaño que posteriormente fue asignado como holotipo de *Anolis lamari* (Williams, 1992).

En la descripción de *A. lamari*, (Williams, 1992), menciona similitudes en la lepidosis de esta especie y *A. huilae*, particularmente el tamaño y la disposición de la escama interparietal respecto a los semicírculos supraorbitales, pero aspectos de coloración y tamaño difieren entre las dos especies. De acuerdo a Williams (1982), el espécimen ICN 4541 presenta una coloración atípica a la descrita para *A. huilae*, pero sus patrones de lepidosis no muestran diferencias respecto a la serie tipo. Recientemente, Barnett et al. (2022)

realizaron muestreos en localidad tipo de *A. lamari* y sus alrededores, en los cuales obtuvieron registros de diez individuos de esta especie, pero otras especies de *Anolis* no fueron encontradas en la zona. Debido a la incertidumbre existente con el espécimen ICN 4541, consideramos que aún es necesario confirmar la presencia de *A. huilae* en el piedemonte de la Orinoquía, así como explorar su distribución en la Cordillera Oriental, ya que los registros conocidos se encuentran restringidos a las selvas subandinas del Alto Magdalena en el sur de la cordillera, aproximadamente a 380 km de Manzanares–Meta (Fig. 2).

Las observaciones reportadas para el Alto Putumayo, representan los registros más meridionales de *A. huilae* y corresponden a los primeros de la especie para la vertiente amazónica en la Cordillera Centro-Oriental (Fig. 2; Apéndice 1). Sin embargo, teniendo en cuenta que en esta zona se distribuye *A. fitchi* y que *A. soimii*, a pesar de estar restringido al sur de Ecuador y norte de Perú, presenta un patrón de coloración similar a *A. huilae* (Williams y Duellman, 1984; Poe y Yáñez-Miranda, 2008; Ayala-Varela y Torres-Carvajal, 2010; Ayala-Varela et al., 2011), sugerimos realizar exploraciones en las selvas subandinas del piedemonte amazónico de los departamentos de Cauca, Caquetá y Putumayo, para obtener especímenes que permitan verificar la identidad taxonómica de estos registros. De igual forma, para comprender adecuadamente las relaciones filogenéticas de *A. huilae*, es importante obtener material genético en sus diferentes zonas de distribución, ya que los estudios en los cuales se ha incluido esta especie solo cuentan con secuencias de la localidad tipo (MRC 146, 149; Apéndice 1; Apéndice Suplementario S1).

Por último, la distribución geográfica restringida que presenta esta especie hace que sea necesario propiciar escenarios que promuevan su conservación, teniendo en cuenta que *A. huilae* es dependiente de coberturas arbustivas y arbóreas (Williams, 1982; Bejarano-Bonilla y Bernal-Bautista, 2019), siendo su principal amenaza la pérdida de hábitat (Moreno-Arias et al. 2021). Asimismo, su presencia cerca a zonas pobladas puede verse afectada por la presencia de sustancias químicas utilizadas en actividades agrícolas (Caicedo et al., 2020), y animales domésticos como los gatos y perros, quienes han sido observados atacando a otras especies de *Anolis* (de Armas, 2022).

Conclusiones

Este nuevo registro de *Anolis huilae*, una especie endémica para Colombia, muestra la importancia de promover las exploraciones científicas en el departamento del Cauca y los Andes colombianos en general, con el fin de diseñar y promover acciones de conservación basadas en la biodiversidad presente para cada uno de sus ecosistemas. Del mismo modo, la presencia de esta especie en la vegetación riparia cerca a zonas pobladas, evidencia la necesidad de mantener los bosques asociados a los cuerpos de agua en su zona de distribución, además de sensibilizar a la comunidad de la zona sobre la importancia de proteger esta especie,

impulsando programas de tenencia responsable de mascotas y protección de fuentes hídricas.

Agradecimientos

Agradecemos la hospitalidad e interés hacia el conocimiento y conservación de la biodiversidad por parte de la comunidad campesina de Guanacas, Inzá – Cauca. Al director y al curador de la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Luis Germán Gómez y Jimmy Alexander Guerrero Vargas. A Parques Nacionales Naturales de Colombia por su apoyo a través del aval de investigación 20192000006553. A.F. Liévano-Bonilla y G.A. Pisso-Flórez agradecen a Johana Saavedra y su familia, junto a The Mohamed Bin Zayed con la subvención 192521814 por apoyar la realización de estas exploraciones.

Referencias

- Andrade-C, M. G., y Lynch, J. D. 2007. Los tipos nomenclaturales depositados en la colección zoológica del Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 211 pp.
- Ayala-Varela, F., Poe, S., Carvajal-Campos, A., Gray, L., Davis, J. y Almendáriz, A. 2011. *Anolis soimii* Poe and Yáñez-Miranda, 2008 (Squamata: Iguanidae: Polychrotinae): Distribution extension, first records for Ecuador and notes on geographic variation. Checklist 7(5): 629–631. Disponible en: <https://doi.org/10.15560/7.5.629>
- Ayala-Varela, F. y Torres-Carvajal, O. 2010. A new species of dactyloid anole (Iguanidae, Polychrotinae, *Anolis*) from the southeastern slopes of the Andes of Ecuador. Zookeys 53:59–73. Disponible en: <https://doi.org/10.3897/zookeys.53.456>
- Bejarano-Bonilla, D. A. y Bernal-Bautista, M. H. 2019. Patrón de actividad diaria y de temperaturas ambientales y microambientales en una población de la lagartija endémica colombiana *Anolis huilae* (Squamata, Dactyloidae). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 43(166): 38–43. Disponible en: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.687>
- Boulenger, G. A. 1911. Descriptions of new reptiles from the Andes of South America, preserved in the British Museum. The Annals and Magazine of Natural History, serie 8, 7(37): 19–25. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53774#page/3/mode/1up>
- Caicedo, J.R., Calderón, M., Ines Hladki, A., Ramírez Pinilla, M., Renjifo, J., Rivas, G. y Urbina, N. 2020. *Anolis huilae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T44577400A44577407. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44577400A44577407.en>
- Castañeda, M. del R. y de Queiroz, K. 2011. Phylogenetic relationships of the Dactyloa clade of *Anolis* lizards based

on nuclear and mitochondrial DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics Evolution* 61(3): 784–800. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.07.004>

Castañeda M. del R. y de Queiroz, K. 2013. Phylogeny of the Dactyloa clade of *Anolis* lizards: new insights from combining morphological and molecular data. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 160(7): 345–398. Disponible en: <https://doi.org/10.3099/0027-4100-160.7.345>

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 10(40): 221–264. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/issue/view/82>

de Armas, L. F. 2022. Observaciones sobre la historia natural de cuatro especies de lagartos (Squamata: Dactyloidae, Gekkonidae, Sphaerodactylidae) en una localidad urbana del occidente de Cuba. *Novitates Caribaea* 19: 126–133. Disponible en: <https://doi.org/10.33800/nc.vi19.283>

Doan, T. M. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of Herpetology* 37(1): 72–81. Disponible en: [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2003\)037\[0072:WMAMEF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2003)037[0072:WMAMEF]2.0.CO;2)

Foster, M. S. 2012. Preparing Reptiles as Voucher Specimens. Pp 95–125. En: McDiarmid, R., Foster, M. S., Guyer, C., Whitefield Gibbons, J. y Chernoff, N. (Eds.) *Reptile Biodiversity Standard Methods for Inventory and Monitoring*. University of California Press, Berkeley. 412 pp.

GBIF.org. 2023. *Anolis huilae* GBIF Occurrence Download. Disponible en: <https://doi.org/10.15468/dl.cer79n>

Köhler, G. 2014. Characters of external morphology used in *Anolis* taxonomy – Definition of terms, advice on usage, and illustrated examples. *Zootaxa* 3774(3): 201–257. Disponible en: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3774.3.1>

Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A. M. y Castro-Herrera, F. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11(1 y 2): 89–106. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/234>

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. y Bock, B. C. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.

Moreno-Arias, R. A., Velasco, J. A., Urbina-Cardona, J. N., Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G. F., Gutiérrez-Cárdenas, P. D. A., Olaya-Rodríguez, M. H., Cruz-Rodríguez, C. y Noguera-Urbano, E. 2021. Atlas de la biodiversidad de Colombia. *Anolis*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 72 pp. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35844>

Poe, S. y Yáñez-Miranda, C. 2008. Another new species of Green *Anolis* (Squamata: Iguania) from the eastern Andes of Perú. *Journal of Herpetology*, 42(3): 564–571. Disponible en: <https://doi.org/10.1670/07-264.1>

Poe, S.; Yáñez-Miranda, C. y Lehr, E. 2008. Notes on Variation in *Anolis boettgeri* (Boulenger 1911), Assessment of the Status of *Anolis albimaculatus* (Henle and Ehrl 1991), and Description of a New Species of *Anolis* (Squamata: Iguania) Similar to *Anolis boettgeri*. *Journal of Herpetology* 42 (2): 251–259. Disponible en: <https://doi.org/10.1670/06-2752.1>

Poe, S., Nieto-Montes de Oca, A., Torres-Carvajal, O., de Queiroz, K., Velasco, J. A., Truett, B., Gray, L. N., Ryan, M. J., Köhler, G., Ayala-Varela, F. y Latella, I. 2017. A Phylogenetic, Biogeographic, and Taxonomic study of all Extant Species of *Anolis* (Squamata: Iguanidae). *Systematic Biology* 66(5): 1–35. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/sysbio/syx029>

Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F. y Hošek, J. (Eds.). 2023. The Reptile Database. Disponible en: <http://www.reptile-database.org>

Vera-Pérez, L. E., Mendoza-Roldán, J. S. y Peñuela-Díaz, G. 2017. Fauna herpetológica del bosque seco, Alto Magdalena, Huila, Colombia. *Field Museum - Field Guide* # 753 (2). Disponible en: <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/753>

Williams, E. E. 1982. Three new species of the *Anolis punctatus* complex from Amazonian and inter-Andean Colombia, with comments on the eastern members of the punctatus species group. *Breviora* 467: 1–38. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/28050>

Williams, E. E. 1992. New or problematic *Anolis* from Colombia. VII. *Anolis lamari*, a new anole from the Cordillera Oriental of Colombia, with a discussion of tigrinus and punctatus species group boundaries. *Breviora* 495: 1-24. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/50391252#page/153/mode/1up>

Williams, E. E. y Duellman, W. E. 1984. *Anolis fitchi*, a new species of the *Anolis aequatorialis* group from Ecuador and Colombia. Pp 257-266. En: Seigel, R. A., Hunt, L. E., Knight, J. L., Malaret, L. y Zuschlag, N. L. (Eds.) *Vertebrate Ecology and Systematics, A Tribute to Henry S. Fitch*. The University of Kansas Museum of Natural History. Special Publication No. 10. 278 pp. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25758#page/7/mode/1up>

Apéndice 1. Listado de localidades con registros de *Anolis huilae*.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	Voucher
Nueva localidad				
Cauca, Inzá, Guanacas.	2°31'36,2"N	76°04'49,7"W	1840	MHNUC-He-Sa 225
Localidades históricas				
Huila, Palestina (Localidad tipo).	1°43'25.0"N	76°08'02.4"W	1550	ICN 3725-26; MCZ 159015, 159121-22; MRC 146, 149
Huila, Acevedo, PNN Cueva de los Guacharos.	1°36'55.8"N	76°06'07.9"W	1940	MCZ 156305-06; IAvH 297, 3104
Huila, Isnos, 6,2 Km (por carretera) NW de San Isidro de Isnos.	1°57'54.4"N	76°14'32.6"W	1940	ICN 4461-62
Huila, Isnos, Alto de los Ídolos.	1°55'01.2"N	76°14'35.5"W	1790	MLS 2097
Huila, San Agustín, Parque Arqueológico 3 km SW San Agustín.	1°53'06.0"N	76°17'44.5"W	1750	KU 169830-31
Tolima, Cajamarca.	4°26'24.7"N	75°25'43.3"W	1840	IAvH 2209-10; ICN 3727-31, 3733; MCZ 159112-17; MLS 1482
Tolima, Cajamarca, Anaime.	4°23'47.4"N	75°26'42.7"W	1820	ICN 3732
Tolima, Cajamarca, La Leona	4°23'19.0"N	75°30'50.0"W	2170	CZUT 0026-27, 0072-74
Tolima, Ibagué, Juntas.	4°33'33.8"N	75°19'14.2"W	1920	ICN 3735-36, 5783, 5785-87; MCZ 159119-20
Tolima, Ibagué, Llanitas. 10 Km N de Ibagué.	4°29'26.9"N	75°17'03.8"W	1560	ICN 3734; MCZ 159118
Tolima, Planadas, Aguas Blancas.	3° 3'57.13"N	75°49'35.25" W	2208	CZUT 0363
Tolima, Planadas, San Miguel.	3° 2'0.37"N	75°44'49.95" W	1871	CZUT 0365
Localidades adicionales				
Huila, Pitalito.	1°55'00.5"N	76°06'13.0"W	1750	https://www.inaturalist.org/observations/129432706
Huila, Pitalito.	1°42'05.8"N	76°13'03.4"W	2040	https://www.inaturalist.org/observations/130162890
Huila, Santa María.	2°56'44.5"N	75°36'08.0"W	1450	https://www.inaturalist.org/observations/139056394
Huila, Tarqui.	2°08'04.2"N	75°58'33.0"W	---	https://www.inaturalist.org/observations/85962086
Tolima, Anzoátegui.	4°37'58.8"N	75°05'35.9"W	1960	https://www.inaturalist.org/observations/20821812
Tolima, Ibagué, quebrada Ambalá.	4°28'54.8"N	75°12'34.9"W	1550	UT:CORTOLIMA:CZUT-R-700
Tolima, San Antonio.	3°55'37.8"N	75°26'39.9"W	2300	https://www.inaturalist.org/observations/140028476
Localidades por confirmar				
Huila, Palermo	2°52'16.1"N	75°27'32.6"W	770	https://www.inaturalist.org/observations/124297391
Meta, 3-4 km NNE Manzanares.	4°10'03.4"N	73°49'09.1"W	1450	ICN 4541
Putumayo, San Francisco, Esperanza.	1°13'08.4"N	76°47'34.8"W	1540	https://www.inaturalist.org/observations/17879817
Putumayo, Sibundoy.	1°12'16.6"N	76°55'10.2"W	2120	https://www.inaturalist.org/observations/103068711

Información suplementaria disponible en línea.

Apéndice Suplementario S1. Listado de los registros validados para *Anolis huilae*.

Deriva temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Salinas, Sotará-Cauca (Colombia)

Temporal drift of aquatic macroinvertebrates in Salinas streams, Sotará-Cauca (Colombia)

Zaida Liseth Collazos Tovar¹
Jhonatan Gutiérrez-Garaviz^{2*}

¹ Investigador Independiente

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1602-2448>

² Universidade Federal de São Carlos, Laboratório de Ecologia e Biologia Evolutiva, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Email: jgaraviz@estudante.ufscar.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6843-146X>

Abstract

Understanding ecological dynamics, such as drift in aquatic ecosystems, is crucial for unraveling migration and colonization processes in lotic environments and comprehending the influence of environmental variables. The aim of this research was to determine the temporal pattern of drift in aquatic macroinvertebrates (AM) in the Salinas stream, Sotara-Cauca, and examine its relationship with physical and chemical variables. Five fortnightly samplings were conducted between April and June 2017, with continuous 24-hour monitoring. Drift nets, replaced every three hours, were used to collect drifting aquatic macroinvertebrates, and relevant variables were recorded. In the data analysis, the drift density of collected taxa was calculated and compared between samplings and sampling periods, contrasting them with abiotic variables using Pearson correlation and linear regression modeling. Eighty-seven taxa were identified among 1157 organisms, with the order Diptera being the most abundant. Regarding drift density, a total value of 13.07 ind/m³ was obtained, revealing significant differences between samplings. Concerning physical and chemical variables, the total drift density correlated and demonstrated statistical significance with discharge and %OD. Thus, the drift process of aquatic macroinvertebrates was identified in the Salinas stream, along with the influence that certain environmental variables can exert on this ecological process.

Keyword: drift density, correlation, Physics and Chemistry.

Resumen

La comprensión de dinámicas ecológicas como la deriva en ecosistemas acuáticos es crucial para entender procesos de migración y colonización en cualquier ambiente lótico, así como la influencia de variables ambientales. Esta investigación tuvo como propósito determinar el patrón temporal de deriva de macroinvertebrados acuáticos - MA en la quebrada Salinas, Sotará - Cauca, y su relación con variables físicas y químicas. Se realizaron cinco muestreos quincenales

Historia del artículo

Fecha de recepción:

19-09-2023

Fecha de aceptación: 15-12-2023

DOI: 10.47374/novcol.2023.v18.2376

entre abril y junio de 2017, con monitoreo continuo de 24 horas. Se emplearon redes de deriva, reemplazadas cada tres horas, para recolectar MA derivantes y se registraron variables de interés. Se calcularon algunos índices de diversidad alfa y se estableció la densidad de organismos en deriva, correlacionándola con variables abióticas mediante Pearson. Se identificaron 87 taxones en 1157 organismos, siendo Diptera el orden más abundante. Respecto a los índices de diversidad, los datos variaron con relación al muestreo, al igual que la densidad de deriva, obteniendo un valor total en este último de 13,077 ind/m³, con significancia estadística y dominancia de dípteros. En relación a las variables físicas y químicas, estas también variaron con el muestreo, y se correlacionaron positiva o negativamente con la densidad de deriva total y algunos taxones. De esta manera, en la quebrada Salinas se identificó el proceso de deriva de macroinvertebrados acuáticos, y la influencia que pueden tener algunas variables ambientales sobre este proceso ecológico.

Palabras claves: densidad de deriva, diversidad alfa, física y química.

Introducción

La configuración geomorfológica y la estructura del hábitat fluvial en los sistemas lóticos están estrechamente vinculadas al caudal y sus variaciones temporales. Además, las características químicas de estos sistemas son definidas por el tipo y la cantidad de materiales que ingresan al sistema. La respuesta de la biota a estas condiciones está influenciada no solo por las características antes mencionadas, sino también por elementos históricos específicos de la cuenca (Elosegui y Sabater, 2009). Estos organismos han evolucionado en un entorno impredecible, lo que los ha llevado a desarrollar una amplia gama de recursos tróficos. Estos rasgos permiten un enfoque integral para comprender la dinámica funcional, estructural y energética de los ríos (Aguirre-Pabón et al., 2012; Elosegui y Sabater, 2009).

La deriva, un proceso fundamental que caracteriza la distribución de organismos en fuentes lóticas, ha sido definida por Waters (1961) como el transporte río abajo de organismos que participan en la dinámica del sistema fluvial, el cual desempeña un papel crucial en la dispersión y colonización de hábitats por una diversidad de invertebrados. La ecología de ríos ha dedicado especial atención a este fenómeno, generando una abundancia de datos y conclusiones esclarecedoras, especialmente en zonas templadas, donde el papel de la deriva en la recolonización del bentos ha sido extensamente estudiado y documentado (Elliot, 1967; Krueger y Cook, 1982; Flecker, 1992; Wilcox et al., 2008). Aunque se ha abordado este proceso en Colombia (Quiñónez et al., 1998; Rodríguez et al., 2006; Cuellar y García, 2010; Aguirre-Pabón et al., 2012;

Tamaris-Turizo et al., 2013), existe una falta de información sustancial en el departamento del Cauca hasta el momento.

Los factores abióticos, como la velocidad del agua, composición química, temperatura y fotoperíodo, junto con los factores bióticos, como la densidad de comunidades, la disponibilidad de recursos y las interacciones intra e interespecíficas (depredación y competencia), ejercen influencia directa o indirecta en la estructura de las comunidades y desempeñan un papel crucial en el proceso de deriva (Otto, 1976; Elliot, 1967; Krueger y Cook, 1981; Flecker, 1992; Ward et al., 1995; Ramírez y Pringle, 2001; Ríos-Touma et al., 2012; Bello-González et al., 2015).

Además, la predisposición de los organismos a la deriva también está vinculada a su forma corporal hidrodinámica, la cual determina su habilidad para nadar. Esta capacidad se deriva de adaptaciones morfo-etológicas que favorecen la permanencia en el sustrato y se ajustan al microhábitat preferencial de cada especie, considerando la velocidad de corriente óptima dentro de cada unidad de hábitat (Rader, 1997).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente investigación es determinar el patrón temporal de deriva de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Salinas, así como su relación con algunas variables físicas y químicas del agua.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se ubicó al Sur Occidente de Colombia sobre la vertiente Occidental de la cordillera Central, siendo parte del Macizo Andino Sur Colombiano en el municipio de Sotará, microcuenca quebrada Salinas, con coordenadas 02018'04,9''N - 76036'36,6''W, a una altura de 2291 msnm, vereda La Catana (Fig. 1). En la microcuenca se identificó la presencia de bosques de galería de forma remanente y amplias plantaciones forestales (*Pinus sylvestris* y *Eucalyptus globulus*) en áreas de relevancia ecológica, con uso de suelo focalizado en actividades agrícolas, ganaderas, cría de especies menores y actividades forestales a gran escala pertenecientes a la empresa Smurfit Cartón de Colombia (Acueducto Rural El Saladito, 2015). La quebrada Salinas presenta alta transparencia, bosque secundario que proporciona aproximadamente 80% de sombra sobre la lámina de agua.

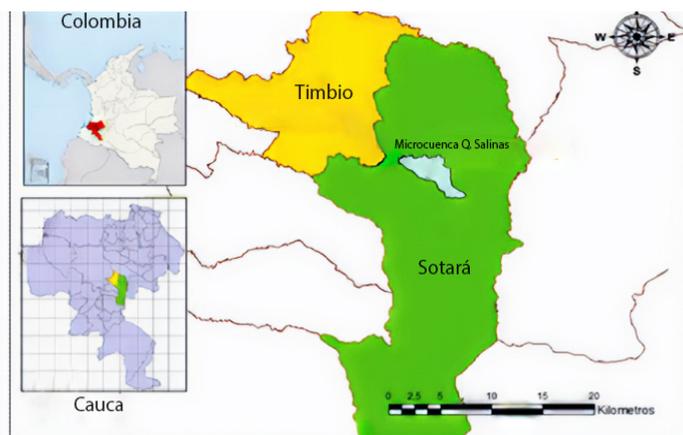


Fig. 1. Localización área de estudio de la microcuenca quebrada Salinas.

Fase de campo

Se realizaron cinco muestreos quincenales entre los meses de abril, mayo y junio de 2017, con una duración de 24 horas cada uno, sobre un tramo con condiciones conservadas de vegetación riparia y diversidad de microhábitats. Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos derivantes, se emplearon redes de deriva de 250 micras de apertura de malla (dimensiones: 90 cm de largo x 28 cm de alto x 100 cm de manga), situándolas de tal forma que abarcaran el mayor porcentaje posible del área de corriente; dicha red se cambió cada tres horas (ocho muestras, Tabla 1) teniendo en cuenta la metodología de Quiñónez et al. (1998). Posteriormente las muestras fueron rotuladas, depositadas en bolsas con cierre hermético de alto calibre y preservadas con alcohol al 70% (Universidad Nacional mayor de San Marcos-Museo de Historia Natural, 2014).

Tabla 1. Periodos de tiempo definidos (horas) para el seguimiento de la deriva de macroinvertebrados acuáticos.

Periodo de tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
Rango	8.00-11.00	11.00-14.00	14.00-17.00	17.00-20.00	20.00-23.00	23.00-2.00	2.00-5.00	5.00-8.00

Utilizando una sonda multiparamétrica Hach se registró la temperatura del agua y el oxígeno disuelto; el pH se midió con un pHmetro Hach y la turbidez con un espectrofotómetro; respecto a la velocidad de corriente, se midió en la boca de la red utilizando un molinete. Estos datos fueron registrados en cada recambio de muestra.

Para la determinación del caudal, se trabajó en una sección transversal, realizando el aforo correspondiente, siguiendo las recomendaciones de Elozegi y Sabater (2009).

Fase de laboratorio

La identificación de organismos derivantes colectados se realizó en el laboratorio de la Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, mediante observación bajo estereoscopio y con el uso de claves taxonómicas de Machado (1989), Roldán (1998), Cómbita-Heredia et al. (2003), Domínguez y Fernández (2009), Laython y Ospina (2017),

Análisis de datos

La densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos fue calculada de manera general y para cada taxón representativo mediante la fórmula propuesta por Smok (1996):

$$D = (Ab) / (T.V.A)$$

Donde:

D= densidad de macroinvertebrados derivantes (Ind/m³)

Ab= abundancia de taxones

T= tiempo de exposición de la red (segundos)

V= velocidad de la corriente en la boca de la red (m/s)

A= área sumergida de la red en m²

Mediante una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se analizó la existencia de diferencias significativas entre los periodos de muestreo y los meses de muestreo. Para determinar la correlación de la densidad de deriva total con las variables físicas y químicas, se utilizó el estimativo de Pearson y modelos de regresión lineal. Todos estos análisis se realizaron en el programa estadístico SPSS Statistics V22 y Stata/SE 12.0

Resultados y discusión

Composición de macroinvertebrados acuáticos derivantes

En las muestras de deriva se colectaron 1157 organismos correspondientes a cuatro clases y 13 órdenes, siendo Díptera quien presentó la mayor abundancia (759 individuos), representando el 65,60% del total de organismos derivantes, sobresaliendo la familia Chironomidae (subfamilia Orthocladiinae) y el género *Simulium* spp.; seguido de Coleóptera con el 14,69%, sobresaliendo la familia Scirtidae y el género *Heterelmis* spp. (Tabla 2).

Tabla 2. Composición de macroinvertebrados acuáticos derivantes. Muestreo 1 (M1), muestreo 2 (M2), Muestreo 3 (M3), muestreo 4 (M4), muestreo 5 (M5). No determinado (ND), número de individuos (N), abundancia relativa (%N).

Clase	Orden	Familia	Género	M1	M2	M3	M4	M5	N	%N	
Arachnida	ND	ND	Morfotipo 1					1	1	0,09	
	Oribatida	ND	Morfotipo 1	3	1	2	6	1	13	1,12	
		ND	Morfotipo 2	2					2	0,17	
		ND	Morfotipo 3		1		2	3	6	0,52	
		ND	Morfotipo 4					1	1	0,09	
	Trombidiforme	Anisitsiellidae	Morfotipo 1	1						1	0,09
		Anisitsiellidae	Morfotipo 2				1			1	0,09
		Hygrobatidae	cf. Hygrobates					1		1	0,09
		Hydryphantidae	<i>Neocalonyx</i> spp.	6	2		3	2	13	1,12	
		ND	Morfotipo 1	2						2	0,17
		ND	Morfotipo 2	1	1	1				3	0,26
		Rhynchohydracaridae	<i>Clathrosperchona</i> spp.		1		1	1		3	0,26
		Torrenticolidae	<i>Torrenticola</i> spp.	6	1	2	2	6	17	1,47	
	Hirudinea	Glossiphoniiforme	ND		1				1	0,09	
Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Brachinus</i> spp.					1	1	0,09	
		Chrysomelidae	Morfotipo 1		1				1	0,09	
			Morfotipo 2	1				2	3	0,26	
		Curculionidae	Morfotipo 1		2	1		2	5	0,43	
		Dryopidae	cf. Elmoparnus		1	2	1	1	5	0,43	
			<i>Pelonomus</i> spp.					1	1	0,09	
		Elmidae	<i>Cylloepus</i> spp.	1			2	3	6	0,52	
			<i>Heterelmis</i> spp.	10	11	9	6	9	45	3,89	
			<i>Hexacylloepus</i> spp.	6	1	1			8	0,69	
			<i>Neoelmis</i> spp.				1		1	0,09	
			<i>Phanocerus</i> spp.	2	1	1	1	4	9	0,78	
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i> spp.		4	4	6	1	15	1,3	
		Noteridae	<i>Hydrocanthus</i> spp.		1					1	0,09
Psephenidae	<i>Psephenops</i> spp.			2	2	2	6	0,52			
	<i>Anchytarsus</i>										

Deriva temporal de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Salinas, Sotará-Cauca (Colombia)

	Ptilodactylidae	spp.	1	2	1	6			10	0,86
	Scirtidae	<i>Elodes</i> spp.	1						1	0,09
		Morfotipo 1	5	3	12	21	2		43	3,72
	Staphylinidae	Morfotipo 1	1						1	0,09
		Subfamilia								
		Scydmaenidae					1		1	0,09
		Subfamilia								
		Tachyporinae					2	2	2	0,17
		Subfamilia								
Diptera	Chironomidae	Chironomiinae	2	3	7	34	14	60	5,19	
		Subfamilia							21	
		Orthoclaadiinae	17	13	24	73	90	7	18,76	
		Subfamilia								
		Tanyptodiinae		5	2	1	5	13	1,12	
	Culicidae	<i>Culex</i> spp.		2				3	5	0,43
	Dixidae	<i>Dixella</i> spp.	3	3	5	12	9	32	2,77	
	Dolichopodidae	Morfotipo 1	3	1	1				5	0,43
	Dixidae	<i>Dixella</i> spp.	3	3	5	12	9	32	2,77	
	Dolichopodidae	Morfotipo 1	3	1	1				5	0,43
		Morfotipo 2	1						1	0,09
		Morfotipo 3				1	1	2	0,17	
		Morfotipo 4				1		1	0,09	
	Empididae	<i>Chelifera</i> spp.	1	1					2	0,17
	ND	Morfotipo 1	1			1		2	0,17	
	ND	Morfotipo 2			1			1	0,09	
	ND	Morfotipo 3			1			1	0,09	
	ND	Morfotipo 4			1			1	0,09	
	ND	Morfotipo 5			1			1	0,09	
	ND	Morfotipo 6				1		1	0,09	
	Muscidae	Morfotipo 1	1						1	0,09
	Psychodidae	<i>Psychoda</i> spp.	5	1	3	1	1	11	0,95	
		<i>Maruina</i> spp.	1	1				2	0,17	
	Sciomyzidae	Morfotipo 1	1					1	0,09	
		Morfotipo 2					1	1	0,09	
								30		
	Simuliidae	<i>Simulium</i> spp.	29	47	39	92	98	5	26,36	
	Stratiomyidae	Morfotipo 1	14	4	21	10	2	51	4,41	
		Morfotipo 2	5	3	10	3	1	22	1,9	
		Morfotipo 3	1					1	0,09	

	Tipulidae	<i>Molophilus</i> spp.	1	1	6	8	0,69	
		<i>Tipula</i> spp.	2	5	1	2	10 0,86	
		Morfotipo 1	1			1	0,09	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> spp.	11	6	2	2	21 1,82	
	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i> spp.	1			1	0,09	
		<i>Leptohyphes</i> spp.	2		3	2	7 0,61	
Hemiptera	Gerridae	<i>Eurygerris</i> spp.	3			1	4 0,35	
		<i>Rheumatobates</i> spp.				1	1 0,09	
	Naucoridae	<i>Limnocoris</i> spp.		1		1	0,09	
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> spp.	1	1		1	3 0,26	
Lepidoptera	Arctiidae	Morfotipo 1				1	1 0,09	
		Subfamilia Schoenobiinae			1	2	3 0,26	
		<i>Xubida</i> spp.	1	4		1	13 19 1,64	
	cf. Noctuidae	Morfotipo 1		1		1	0,09	
Odonata	Coenagrionidae	Morfotipo 1	1			1	0,09	
		<i>Anacroneuria</i> spp.	1	2		1	4 0,35	
Plecoptera	Perlidae		1	2		1	4 0,35	
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i> spp.	1	3		1	3 8 0,69	
	Glossosomatidae	Morfotipo 1	3			3	0,26	
	Hydrobiosidae	<i>Smicridea</i> spp.			1	2	3 0,26	
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> spp.	1	1		2	0,17	
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> spp.	1	1		2	0,17	
	Leptoceridae	<i>Netopsyche</i> spp.	2			2	0,17	
		<i>Oecetis</i> spp.				1	1 0,09	
		<i>Triplectides</i> spp.	2	8	3	2	4 19 1,64	
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i> spp.		1		1	0,09	
	Rhyacophilidae	cf. <i>Rhyacophila</i>	1	2		3	0,26	
						5		
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> spp.	10	12	4	17	8 2 4,49

El orden Díptera es un grupo de insectos que cuenta con alta diversidad en la zona neotropical, con 126 familias descritas, de las cuales 30 poseen representantes en ambientes acuáticos, y ha sido registrado con mayor abundancia, diversidad, amplio espectro ambiental y de elevación en los ecosistemas acuáticos (Alonso-Eguális et al., 2014), situación que también se ve reflejada en la quebrada Salinas. En cuanto a los chironomidos y simúlidos, su abundancia coincide con otros estudios de deriva en Colombia (Aguirre-Pabón et al., 2012; Tamariz-Turizo et al., 2013); el primer grupo constituye una parte importante de la biomasa de los cuerpos hídricos, dado que tienen un papel en los ciclos tróficos y procesamiento de detritus (Ospina et al., 1999; Paggi, 1999) y su primer estadio es considerado planctónico y responsable de la distribución poblacional; respecto al segundo posee una preferencia alimenticia que se limita a materia orgánica particulada fina en descomposición, con una amplia distribución altitudinal (Merritt and Wallace, 2009; Hanson et al., 2010;), además, sus larvas tienen preferencia de aguas claras y limpias (Domínguez y Fernández, 2009).

Referente a Coleoptera, al igual que Díptera, poseen una gran diversidad de especies con desarrollo en ambientes acuáticos (White y Roughley, 2008). El género *Heterelmis* spp. presenta alta distribución y frecuencia en la zona andina colombiana (González-Córdoba et al., 2015; González-Córdoba et al., 2016), con un rango altitudinal desde los 20 a 3500 msnm (Laython y Ospina, 2017). Por su parte, la familia Scirtidae es cosmopolita, aunque en el neotrópico se considera que es menos diversa (Lawrence, 2016; Ruta et al., 2017).

Densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos

Se obtuvo una densidad de deriva total de 13,077 ind/m³ en la quebrada Salinas, registrando la menor densidad de deriva en el muestreo 1 ($M_1 = 0,651$ ind/m³) y la mayor en el muestreo 5 ($M_5 = 5,744$ ind/m³) (Anexo 1). Para el caso de los periodos de tiempo de muestreo, el periodo ocho presentó la menor densidad ($P_8 = 0,693$ ind/m³) y el periodo uno ($P_1 = 3,060$ ind/m³) la mayor (Anexo 2). Al realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Tabla 3), se halló que no existen diferencias entre los periodos de tiempo de muestreo, pero sí entre los muestreos.

Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis para densidad de deriva entre los muestreos y los periodos de tiempo de muestreo.

Densidad de Deriva (Ind/m ³)		
Muestreo	Chi-cuadrado	26,65
	GI	4
	Sig. asintótica	0,00
Periodos	Chi-cuadrado	4,1
	GI	7
	Sig. asintótica	0,77

Los estudios sobre el funcionamiento de la deriva en ecosistemas lóticos tropicales han mostrado que los patrones de deriva día/noche sólo se presentan de manera fuerte en aquellos sistemas con presencia de consumidores de organismos derivadores, mientras que este patrón es débil o inexistente en aquellas corrientes con ausencia de peces nativos con alta movilidad en la columna del agua, o solo hay presencia de peces bentónicos (Turcotte y Harper, 1982; Flecker, 1992; Allan, 1995; Ramírez y Pringle, 1998; Jacobsen y Bojsen, 2002). Durante los cinco muestreos se logró la captura de tres ejemplares de peces de la familia Astroblepidae, los cuales son de hábito bentónico, lo que sustenta la no significancia estadística entre los periodos de muestreo, como respuesta de estímulo ante la predación. Además, no se observó un suceso que se enmarcara en deriva catastrófica, lo que sugiere, al igual que Quiñonez et al. (1998), que este proceso en la quebrada Salinas puede corresponder a una deriva de tipo conductual pasiva, como resultado de la actividad de los organismos (Britan y Eikeland, 1998).

En cuanto a los taxones derivantes, la densidad de deriva fue dominada por el género *Simulium* spp. con un valor total de 3,5086 ind/m³ durante los cinco muestreos, representando el 26,83% de la deriva total, seguido de las subfamilias Orthoclaadiinae y Chironomiinae con el 20,21% y 7,07% respectivamente (Anexo 1). La dominancia de estos tres grupos puede estar relacionada con el mecanismo de reubicación y recolonización que utilizan para áreas perturbadas (Mackay, 1992). Además, en estudios realizados en Nueva Zelanda, Costa Rica, Brasil, Argentina y Colombia, se encontraron datos similares (Ramírez y Pringle, 2001; Boyero y Bosch, 2002; Shearer et al., 2002; Grzybokowska et al., 2004; Callisto and Goulart, 2005; Rodríguez-Barrios et al., 2007; Aguirre-Pabón et al., 2012; Tamariz-Turizo et al., 2013). Sin embargo, los reportes de Ramírez y Pringle (2001) y Rodríguez-Barrios et al. (2007), identificaron una alta abundancia de Ephemeropteros, que al comparar con los resultados de la investigación, sus valores son muy bajos, asociados a los géneros Baetodes spp. (0,160 ind/m³), Thraulodes spp. (0,003 ind/m³) y Leptohyhes spp. (0,119 ind/m³).

El orden Trichoptera ha sido reportado como componente representativo en la deriva por Quiñones et al. (1998) y Tamariz-Turizo et al. (2013) en Medellín y Santa Marta, respectivamente, sin embargo, en el presente estudio solo aportó el 3,30% de la deriva total. Se puede considerar que una de las razones de un valor de deriva tan bajo se debe a que estos organismos, en su mayoría, construyen estuches de piedra, aumentando su peso y disminuyendo la posibilidad de entrar en la deriva (Elliott, 1967; Gualdoni y Corigliano, 1999). En la composición de deriva también se encontraron otros grupos, como los odonatos e hirudíneos; aunque fueron escasos en las muestras colectadas, estos resultados coinciden con lo reportado por Bass (2004) y por Bello-González et al., (2015), en cuanto a sus bajas abundancias.

Densidad de deriva de macroinvertebrados acuáticos y física y química del agua

De acuerdo con la Tabla 4, la densidad de deriva total presentó una correlación negativa con el %OD y el caudal, siendo significativo en los modelos de regresión lineal.

Tabla 4. Valores obtenidos de correlación de Pearson y regresión lineal entre las variables físicas y químicas y la densidad de deriva total

Variable	Estadístico	Temperatura	%OD	pH	Turbidez	Caudal
Densidad de deriva total	Pearson	0,15	-0,53	0,21	0,15	-0,56
	R ²	0,02	0,28	0,05	0,02	0,31
	Sig.	0,34	0	0,19	0,34	0

Estos resultados coinciden con diferentes trabajos en literatura. Tal es el caso del caudal, donde Tamariz-Turizo et al. (2013) encontraron que las mayores densidades de deriva se presentaron durante los muestreos que correspondieron a la época de caudales más bajos, y disminuyó con el incremento de ellos. De igual manera, los trabajos de Matzinger y Bass (1995) en el río Oklahoma – Estados Unidos, Shannon et al. (1996) en quebradas desérticas de Estados Unidos, Quiñones et al. (1998) en el río Medellín en Colombia, Ramírez y Pringle (2001) en Costa Rica, indican un comportamiento similar. Esta tendencia es explicada por Petts (1984), quien afirma que las caídas en la descarga pueden causar una reacción de sequía, donde la reducción del hábitat alienta la entrada a la deriva de diferentes organismos, lo cual puede estar influenciado por eventos hidrológicos (Ríos, 2008) e hidráulicos (Wilcox et al., 2008), como la velocidad de corriente.

Respecto al %OD este puede tener relación con algunos taxones derivantes, como *Simulium* spp. o la subfamilia Orthocladiinae, los cuales presentan una respiración cutánea, es decir que pueden absorber el oxígeno directamente del agua mediante las partes permeables de su cutícula (Hanson et al., 2010). Teniendo en cuenta esta característica respiratoria, el trabajo de Connolly (2004), demuestra cómo este proceso de deriva de macroinvertebrados acuáticos puede estar supeditado al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, encontrando que en porcentajes menores a diez se observó una mayor respuesta de organismos derivantes, sustentando de esta manera la relación inversa que presenta la densidad de deriva total con una mayor proporción en los dos taxones mencionados en la presente investigación.

Conclusiones

El orden Diptera presentó la mayor abundancia en cuanto a la composición de macroinvertebrados acuáticos; de igual manera, dominó en densidad de deriva, asociado principalmente a la subfamilia Orthocladiinae y el género

Simulium spp., siendo estos taxones muy frecuentes en ecosistemas lóticos tropicales.

Respecto a las variables físicas y químicas, la densidad de deriva total se correlacionó negativamente con el caudal y el %OD, con significancia estadística en los modelos de regresión lineal; además, el tipo de deriva es de carácter conductual pasivo y no una respuesta a la predación o a efectos de deriva catastrófica.

Agradecimientos

Al laboratorio de Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, por el préstamo de equipos y materiales para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

Acueducto rural El Saladito. 2015. Programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) periodo de vigencia 2015-2020. Timbío-Cauca: Acueducto Rural el Saladito.

Aguirre-Pabón, J., Barrios, J. R. y Ospina-Torres, R. 2012. Deriva de macroinvertebrados acuáticos en dos sitios con diferente grado de perturbación, río Gaira, Santa Marta-Colombia. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 7(1): 9-19.

Allan, J. D. 1978. Trout predation and the size composition of stream drift. *Limnology and Oceanography*, 23: 1231-1237.

Alonso-Eguális, P., Mora, J. M., Campbell, B. y Springer, M. (Eds). 2014. *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jitepec. 444 pp.

Bass, D. 2004. Diurnal stream drift of benthic macroinvertebrates on the small oceanic island of Dominica, West Indies. *Caribbean Journal of Science*, 40(2): 245-252.

Bello-González, O. C., Curbelo, G. E., Fontenla, Y., Botello, F. D., Castillo, I., Santalla, M. y Benítez, R. 2015. Deriva de macroinvertebrados acuáticos en un afluente del río Bayate, Sierra del Rosario, Cuba. *Poeyana*, 501: 1-7.

Britan, J. E. y Eikeland, T. J. 2009. Modifying living space: an experimental study of the influences of vegetation on aquatic invertebrate community structure. *Hydrobiologia*, 618: 161-173.

Boyero, L. y Bosch J. 2002. Spatial and Temporal Variation of Macroinvertebrate Drift in Two Neotropical Streams. *Biotropica*, 34(4): 567-574.

Callisto, M. and Goulart, M. 2005. Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipo National Park, Brazil. *Hydrobiologia*, 539: 47-56.

- Cómbita-Heredia, J., Ospina, R. y Flórez, E. 2013. Ácaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia [Tesis de Maestría], Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Connolly, N. M., Crossland, M. R., y Pearson, R. G. 2004. Effect of low dissolved oxygen on survival, emergence, and drift of tropical stream macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(2): 251-270.
- Cuellar Torres, B. M. y García López, H. 2010. Composición de macroinvertebrados derivantes en dos quebradas de montaña Andino Amazónica, Caquetá-Colombia [investigación de pregrado] Universidad de la Amazonía, Florencia.
- Domínguez, E. y Fernández, H. R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo: Tucuman, Argentina. 654 pp.
- Elliott, J. M. 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. *Arch. Hydrobiol.*, 63(2): 202-237.
- Elosegui, A. y Sabater, S. (Eds.). 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA, España. 437 pp.
- Flecker, A. S. 1992. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. *Ecology*, 73(2): 438-448.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. C. y Manzo, V. 2015. Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 16: 51-74.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. C. y Manzo, V. 2016. Elmidae (Insecta: Byrrhoidea) de Colombia. Pp. 117. *Macrolatinos*, Red Latinoamericana de Macroinvertebrados de Agua Dulce, Santa Marta, Colombia.
- Grzybokowska, M., Dukowska, M., Figiel, K., Szczerkowska, E. y Tsydel, M. 2004. Dynamics of macroinvertebrate drift in a lowland river. *Zoologica Poloniae*, 49(1-4): 111-127.
- Gualdoni, C. M., y Corigliano, M. D. C. 1999. Deriva de insectos y su relación estructural con el bentos. *Idesia*, 17, 57-71.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Pp. 3-37. En: Springer, M., Hanson, P. y Ramírez, A. (Eds). *Macroinvertebrados de Agua Dulce de Costa Rica I*. Revista de Biología Tropical, 58(4): 3-198. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/issue/view/1938>
- Jacobsen, D. y Bojsen, B. 2002. Macroinvertebrate drift in Amazon streams in relation to riparian forest cover and fish fauna. *Arch. Hydrobiol.*, 155: 177-197. Disponible en: <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/155/2002/177>
- Krueger, C. C. y Cook, E. F. 1981. Life cycles, drift and standing stocks of some stoneflies (Insecta: Plecoptera) from streams in Minnesota, USA. *Hydrobiologia*, 83: 85-92.
- Laython, M. y Ospina, R. 2017. Los coleopteros acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, Distribución y Taxonomía. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Lawrence, J. F. 2016. Scirtidae Fleming, 1821. Pp 215-225. In: Beutel, R. G. and Leschen R. A. B. (Eds.). *Coleoptera, Beetles, Morphology and Systematics*, 2nd Edition. Walter de Gruyter GmbH and Co KG.
- Machado, T. A. 1989. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Medellín, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia.
- Mackay, R. J. 1992. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic sciences*, 49: 617-628.
- Matzinger, M. H. y Bass, D. 1995. Downstream drift of aquatic insects in the Blue river of South-Central Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 75: 13-19.

Merritt, R. W. y Wallace, J. B. 2009. Aquatic habitats. Pp. 38-48. In: Resh, V. H. and Cardé, R. T. (Eds). *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, New York.

Ospina, T. R., Riss, W. y Ruiz, J. L. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthoclaudiinae) de la Sabana de Bogotá. Pp. 363-384. En: Amat, G. Andrade, M. G. y Fernández, F. (Eds.). *Insectos de Colombia*, Vol. 11. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, colección Jorge Álvarez Lleras, No. 13. Bogotá.

Otto, C. 1976. Factors affecting the drift of *Potamophylax cingulatus* (Trichoptera) larvae. *Oikos*, 27: 292-301.

Paggi, A. C. 1999. Los Chironomidae como indicadores de calidad de ambientes dulceacuícolas. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58: 202-207.

Petts, G. E. 1984. *Impounded Rivers: Perspectives for Ecological Management*. Environmental Monographs and Symposia. John Wiley and Sons, Chichester, UK.

Quiñonez, M. L., Ramírez, J. J. y Díaz, A. 1998. Estructura numérica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos derivadores en la zona de ritral del río Medellín. *Actualidades Biológicas*, 20(69): 75-86.

Rader, R. B. 1997. A functional classification of the drift: traits that influence invertebrate availability to salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1211-1234.

Ramírez, A. y Pringle, C. 2001. Spatial and temporal patterns of invertebrate drift in streams draining a Neotropical landscape. *Freshwater Biology*, 46: 47-62. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2001.00636.x>

Ríos, B. 2008. Comunidades de macroinvertebrados en un río altoandino: Importancia del hábitat, dinámica de la deriva, papel de la materia orgánica y relevancia de la ovoposición. Tesis Doctoral, Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Ríos-Touma, B., Prat, N. y Encalada, A. C. 2012. Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. *Aquatic Biology*, 14: 233-246. Disponible en: <http://doi.org/10.3354/aboo399>

Rodríguez, J., Ospina, R. Berrío, M., Cepeda, B., Castellanos, G. y Valencia, M. 2006. Variación diaria de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica en la cabecera de un río tropical de montaña en el departamento de Nariño, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11: 47-53.

Rodríguez-Barríos, J., Ospina-Torres, R. Gutiérrez, J. D. y Ovalle, H. 2007. Densidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos derivantes en una quebrada tropical de montaña (Bogotá, Colombia). *Caldasia*, 29(2): 397-412.

Roldán, G. A. 1988. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Ed. Presencia Ltda, Santa Fe de Bogotá. 216 pp.

Ruta, R., Klausnitzer, B. y Prokin, A. 2017. South American Terrestrial Larva of Scirtidae (Coleoptera: Scirtoidea): the adaptation of Scirtidae Larvae to Saproxyllic Habitat is more common than expected: Terrestrial Scirtidae larvae. *Austral Entomology*, 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aen.12270>

Shannon, J. P., Blinn, D. W., Benenati, P. L. y Wilson, K. P. 1996. Organic drift in a regulated desert river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 1260-1369.

Smok, L. 1996. Macroinvertebrate movents: Drift, Colonization, and Emergence. Pp. 371-390. In: Hauer, F. R. and Lamberti, G. A. (eds). *Methods in Stream Ecology*. Academy Press. 674 pp.

Tamaris-Turizo, C., Rodríguez-Barríos, J. y Ospina-Torres, R. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia. *Caldasia*, 35(1): 149-163.

Turcotte, P. and Harper, P. P. 1982. Drift patterns in a high Andean stream. *Hydrobiology*, 89: 141-151.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural. 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales de Perú. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio de Medio Ambiente.

Ward, D., Holmes, N. y José, P. 1995. *The New Rivers and Wildlife Handbook*. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, Bedfordshire. 462 pp.

Waters, T. F. 1961. Standing crop and drift of stream bottom organisms. *Ecology*, 42(3), 532-537. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1932239>

Wilcox, A. C., Peckarsky, B. L., Taylor, B. W. y Encalada, A. C. 2008. Hydraulic and geomorphic effects on mayfly drift in high-gradient streams at moderate discharges. *Ecohydrology: Ecosystems, Land and Water Process Interactions, Ecohydrogeomorphology*, 1(2), 176-186.

White, D. S. y Roughley, R. E. 2008. Aquatic Coleoptera. Pp. 571-671. In: Merritt, R. W., Cummins, K. W. And Berg, M. B. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, Fourth Edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.

Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la zona de autodepuración en un sistema lótico andino colombiano

Aquatic Macroinvertebrates as Indicators of Autodepuration Zones in the Colombian Andean Lotic System

Jhonatan Gutiérrez-Garaviz*
Hildier Zamora-González²
Néstor Mauricio Agredo Jiménez³

¹Universidade Federal de São Carlos, Laboratório de Ecologia e Biologia Evolutiva, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Email: jggaraviz@estudante.ufscar.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6843-146X>

²Investigador Independiente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9255-6131>

³Fundación para el manejo integral del agua (PROAGUA).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4417-2480>

Abstract

The self-purification process in a water system involves the ability to stabilize the presence of external agents in the water column through physical, chemical, and biological processes. This study aims to identify this self-purification zone in a Colombian Andean lotic system, using the community of aquatic macroinvertebrates (AM) as a biological indicator, supported by physical and chemical variables as additional information. To do so, the water quality prior to anthropogenic impact was established as a reference point, recording parameters such as pH, dissolved oxygen, and conductivity. Subsequently, data were collected after the perturbing event until values comparable to the initial point were reached, thus determining the potential recovery zone. Analyses were conducted at four sampling stations, where AM were collected, and physical and chemical parameters were recorded. Organisms were predominantly identified at the genus level, using taxonomic keys and visual guides. The sampling period spanned six months, from December 2009 to May 2010. When comparing the density of certain AM genera in stations before and after anthropogenic impact, it was observed that the self-purification zone is located at the fourth station, situated 2.2 km away from the disturbance point. In this area, the number of individuals is similar in some taxa compared to the reference station, with variations in their density. The results obtained are supported by the biological water quality (BMWP/Col index) and the majority of the analyzed physical and chemical variables.

Historia del artículo

Fecha de recepción:

20-10-2023

Fecha de aceptación: 12-12-2023

DOI:

Keyword: BMWPC/col, density, pollution, Physics and Chemistry.

Resumen

El proceso de autodepuración en un sistema hídrico implica la capacidad de estabilizar la presencia de agentes externos en la columna de agua mediante procesos físicos, químicos y biológicos. Este estudio tiene como objetivo identificar esta zona de autodepuración en un sistema lotico andino colombiano, empleando la comunidad de macroinvertebrados acuáticos - MA como indicador biológico, respaldado por variables físicas y químicas como información adicional. Para ello, se estableció como punto de referencia la calidad del agua previa al impacto antrópico, registrando parámetros como pH, oxígeno disuelto y conductividad. Posteriormente, se recolectaron datos después del evento perturbador hasta alcanzar valores comparables a los del punto inicial, determinando así la posible zona de recuperación. Se llevaron a cabo análisis en cuatro estaciones de muestreo, donde se colectaron MA y se registraron parámetros físicos y químicos. La identificación de los organismos se realizó mayormente a nivel de género, utilizando claves taxonómicas y guías visuales. El periodo de muestreo abarcó seis meses, desde diciembre de 2009 hasta mayo de 2010. Al comparar la densidad de algunos géneros de MA en las estaciones previas y posteriores al impacto antrópico, se observó que en la cuarta estación, ubicada a 2,2 km de distancia del punto de perturbación, se encuentra la zona de autodepuración. En esta área, la cantidad de individuos es similar en algunos taxones con respecto a la estación de referencia, con variaciones en su densidad. Los resultados obtenidos son respaldados por la calidad biológica del agua (índice BMWP/Col) y la mayoría de las variables físicas y químicas analizadas.

Palabras claves: BWMP/col, densidad, contaminación, física y química.

Introducción

En entornos acuáticos cercanos a asentamientos humanos, se depositan constantemente residuos contaminantes provenientes de diversas fuentes como animales, aguas domésticas, aguas industriales y lixiviados agrícolas. Estos elementos afectan la capacidad de resiliencia y reciclaje del cuerpo de agua. Hynes (1970) subraya que es difícil hallar un curso de agua no influenciado por la actividad humana. A pesar de ello, el sistema hídrico cuenta con la capacidad innata de mitigar estas perturbaciones a través del proceso de autodepuración (Tortorelli y Hernández, 1995). No obstante, en la actualidad, los niveles de contaminación se han acumulado gradualmente en diversos ecosistemas, lo que motiva la búsqueda de procesos que agilicen o complementen la fase de degradación.

La autodepuración, en términos generales, constituye un proceso de estabilidad que engloba diversos factores

como la dilución, gravedad, turbulencia, luz y degradación. Estos elementos actúan sobre los compuestos extraños presentes en ríos y lagos, promoviendo su depuración o eliminación en el momento y lugar en que se generan los desechos, en un tiempo y espacio determinados. En el caso de los sistemas lóticos, especialmente los ríos andinos, se destaca una notable capacidad de autodepuración gracias al proceso de aireación que surge de la turbulencia del flujo de agua, lo que facilita la incorporación de oxígeno. Además, es importante tener en cuenta que cada contaminante posee una concentración umbral específica sobre el cuerpo hídrico afectado, y al superar ese valor, se observan efectos de desequilibrio, lo que define la capacidad de estabilidad del cuerpo léntico o lótico en estudio (Cairns et al., 1968).

Algunos trabajos realizados sobre el tema de autodepuración están relacionados con variables químicas como el oxígeno disuelto (OD), demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y sólidos suspendidos (Dresnack and Dobbins, 1968; Streeter and Phelps, 1958), estableciendo de manera general un esquema del balance de oxígeno en los sistemas acuáticos. También se cuenta con trabajos donde los organismos que viven en los medios acuáticos continentales, como el fitoplancton, zooplancton, bacterias y fauna bentónica, pueden indicar este proceso de autodepuración a partir de los cambios en la dinámica de la comunidad (Barbosa et al., 1999; Clements et al., 2009; Prat et al. 1999; Smock, 1983).

En la presente investigación se identificó el proceso de autodepuración a partir de los cambios en algunas densidades de taxones de macroinvertebrados acuáticos - MA, complementando esta información biológica con variables físicas, químicas y valores de calidad biológica del agua.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se definieron cuatro estaciones de muestreo sobre la microcuenca del río Cofre (Fig. 1), con un rango altitudinal entre los 2622 msnm hasta los 2420 msnm, dentro del municipio de Totoró-Cauca, con coordenadas especificadas en la Tabla 1. La temperatura media ambiental registrada fue de 14°C, con una precipitación promedio mensual de 187,45 mm, clasificando el área de estudio dentro de la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Holdridge, 1967).

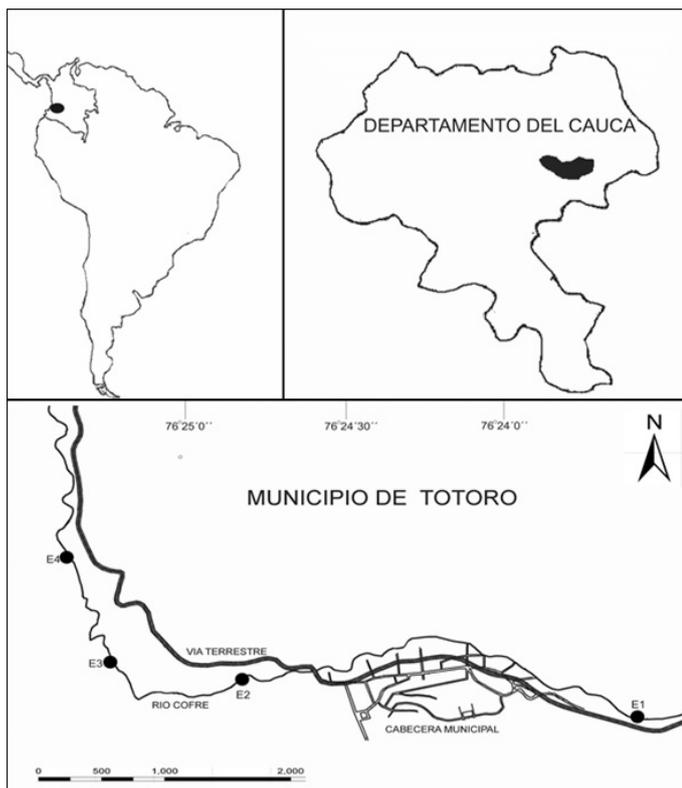


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo. Estación 1 (E1), Estación 2 (E2), Estación 3 (E3), Estación 4 (E4). Fuente: autores.

Tabla 1. Información geográfica de los puntos de muestreo. Fuente: autores.

Estación	Coord. X	Coord. Y	Altura (msnm)
E1	076°23'28,5''	02°30'32,2''	2622
E2	076°24'33,1''	02°30'33,1''	2517
E3	076°23'56,1''	02°30'40,2''	2494
E4	076°25'08,7''	02°31'28,6''	2410

La recolección de muestras biológicas y el registro de parámetros físicos y químicos se llevaron a cabo de diciembre de 2009 a mayo de 2010, con una jornada de campo mensual. La primera estación se situó previa a la cabecera municipal, y a raíz de las variaciones en los valores de pH y conductividad, se establecieron las tres estaciones restantes después del área urbana.

La comunidad biológica fue recolectada utilizando una red de malla suberiana de 0,25 m2 con una apertura de 250 μm. Esta recolección abarcó una diversidad de sustratos, incluyendo tanto las orillas como el centro del área de estudio. Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas y preservadas en alcohol al 75%. En el laboratorio de Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, se llevó a cabo el conteo utilizando un estereoscopio

AMSCOPE Modelo SM-ITZ-PL, y la identificación se realizó utilizando literatura especializada (Domínguez et al., 2006; Domínguez y Fernández, 2009; Epler, 2001; Elliott y McCafferty, 2006; Roldán, 1996; Springer et al., 2010).

Respecto a las variables físicas y químicas, los valores de pH, conductividad (Cond), temperatura (Temp) y oxígeno disuelto (OD), se registraron utilizando una sonda multiparamétrica YSI modelo 556 MPS. Mediante espectrofotometría (MERCK SQ118), se establecieron las concentraciones de nutrientes (nitritos (NO₂-) y amonio (NH₄+)); el dióxido de carbono (CO₂) se calculó con un kit de titulación Aquamerck, y la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) a partir del método estándar de cinco días indicado en Baird (2005).

Análisis de datos

Con el software estadístico R Project v 3.0.2, librería “vegan”, se aplicó un análisis de correspondencia canónica (CCA), asociando las variables abióticas, la comunidad biológica y las estaciones. Este análisis permitió identificar los géneros más representativos cuyas abundancias se graficaron en Excel para detallar su comportamiento. Igualmente, se graficó el comportamiento de las variables físicas y químicas, resaltando que sus valores se llevaron a una escala de logaritmo natural (Ln). Teniendo en cuenta a Zamora-González (2007) se calculó el BMWP/Col en cada estación de estudio de muestreo, promediando los valores, teniendo en cuenta la temporalidad y los microambientes.

Resultados

Composición taxonómica, autodepuración y calidad biológica del agua

Se identificaron 49 géneros pertenecientes a 35 familias, quince órdenes, ocho clases y cinco phyla, con un total de 5827 organismos (Tabla 2); Los insectos fueron el grupo más representativo dentro de la comunidad de estudio.

Los resultados del Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) arrojaron un porcentaje de agrupación del 55,6% para el primer eje, y 37,8% para el segundo (Fig. 2). Con el primer eje se correlacionan los géneros *Mortoniella* spp., *Physa* spp., *Tubifex* spp., la familias lombriculidae y Chironomidae (subfamilias, Chironominae, Orthocladiinae y Tanipodinae), la estación E2 y las variables físico-químicas dióxido de carbono (CO₂), demanda biológica de oxígeno (DBO₅), conductividad (Cond) y amonio (NH₄+). Con este mismo eje también se asociaron los géneros *Anchytarsus* spp., *Contulma* spp., *Cylloepus* spp., *Baetodes* spp., *Leptohyphes* spp., *Limonicola* spp., *Heterelmis* spp., *Hexanchorus* spp., *Tipula* spp., las estaciones E1 y E4, y el oxígenos disuelto (OD) y pH. Los géneros *Ochrotrichia* spp., *Lymnessia* spp., *Elodes* spp., y *Maruina* spp., son exclusivos de la estación E1.

Tabla 2. Clasificación taxonómica y densidad (ind/m²) de macroinvertebrados acuáticos (MA). Estación 1 (E1), Estación 2 (E2), Estación 3 (E3), Estación 4 (E4). Acari no confirmado (ANC), Lombriculidae no confirmado (LNC), Chordodidae no confirmado (NNC), no determinado (N.D). En asterisco (*) se relacionan subfamilias del orden Díptera.

Fuente: autores.

Clase	Orden	Familia	Género ^(Código)	E1	E2	E3	E4	
Crustacea	Amphipoda	Hyalloelidae	<i>Hyallela</i> spp. ^(Hya)	133	37	37	46	
Arachnoidea	Acari	Lymnessiidae	<i>Lymnessia</i> spp. ^(Lym)	8	0	0	0	
		ANC	N.D. ^(ANC)	3	0	0	0	
Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> spp. ^(Atop)	177	32	35	33	
		Anomalopsychidae	<i>Contulma</i> spp. ^(Cont)	66	0	0	13	
		Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> spp. ^(Smi)	40	64	196	216	
		Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> spp. ^(Hely)	14	9	5	10	
		Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i> spp. ^(Mor)	59	289	127	81	
		Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i> spp. ^(Och)	14	0	0	0	
		Leptoceridae	<i>Atanotica</i> spp. ^(Ata)	1	0	5	11	
		Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i> spp. ^(Mac)	111	21	16	25
				<i>Microcylloepus</i> spp. ^(Mic)	67	22	16	19
	<i>Cylloepus</i> spp. ^(Cyl)			98	13	16	23	
	<i>Heterelmis</i> spp. ^(Het)			70	13	33	32	
	<i>Hexanchorus</i> spp. ^(ENC)			54	13	27	32	
	<i>Phanocerus</i> spp. ^(Pha)			6	0	1	2	
	<i>Anchytarsus</i> spp. ^(Anc)			74	14	46	46	
	Diptera	Scirtidae	Elodes spp. ^(Elo)	23	0	0	0	
			Chironomidae	*Tanipodinae ^(Tan)	39	96	45	23
				*Orthocladinae ^(Ort)	6	51	25	3
		*Chironominae ^(Chi)		8	63	27	10	
		Tipulidae	<i>Molophilus</i> spp. ^(Mol)	12	5	0	0	
<i>Tipula</i> spp. ^(Tip)			9	0	5	12		
Blephariceridae		<i>Limnicola</i> spp. ^(Lim)	64	0	0	23		
		<i>Paltostoma</i> spp. ^(Pal)	1	0	0	0		

		Simulidae	<i>Simulium</i> spp. ^(Sim)	2	0	0	0
		Muscidae	<i>Limnophora</i> spp. ^(Limn)	0	3	2	7
		Tabanidae	<i>Tabanus</i> spp. ^(Tab)	8	10	10	14
		Empididae	<i>Chelifera</i> spp. ^(Che)	8	5	0	0
		Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i> spp. ^(Allu)	2	3	1	1
		Psycodidae	<i>Maruina</i> spp. ^(Mar)	10	0	0	0
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i> spp. ^(Bae)	95	33	99	96
			<i>Camelobaetidium</i> spp. ^(Cam)	14	6	2	5
			<i>Andesiops</i> spp. ^(And)	133	45	0	0
			<i>Moribaetis</i> spp. ^(Mor)	4	0	0	0
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> spp. ^(Lep)	27	4	8	15
			<i>Tricorythodes</i> spp. ^(Tri)	8	2	0	0
			<i>Haplohyphes</i> spp. ^(Hap)	2	0	0	0
	Lepidoptera	Nymphulinae	<i>Parapoynx</i> spp. ^(Para)	3	3	2	3
		Noctuidae	<i>Bellura</i> spp. ^(Belu)	0	1	0	0
	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> spp. ^(Heta)	0	0	24	37
Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Physa</i> spp. ^(Phys)	33	422	99	75
		Planorbiidae	<i>Acroibis</i> spp. ^(Acr)	0	3	1	0
Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> spp. ^(Pis)	6	1	5	12
Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	<i>Tubifex</i> spp. ^(Tub)	51	291	81	58
	Lombriculida	Lombriculidae	LNC ^(LNC)	20	278	55	47
	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> spp. ^(Hel)	1	3	2	2
Turbellaria	Tricladia	Planariidae	<i>Dugesia</i> spp. ^(Dug)	78	76	78	77
	Gordioidea	Chordodidae	NNC ^(NNC)	1	0	1	1

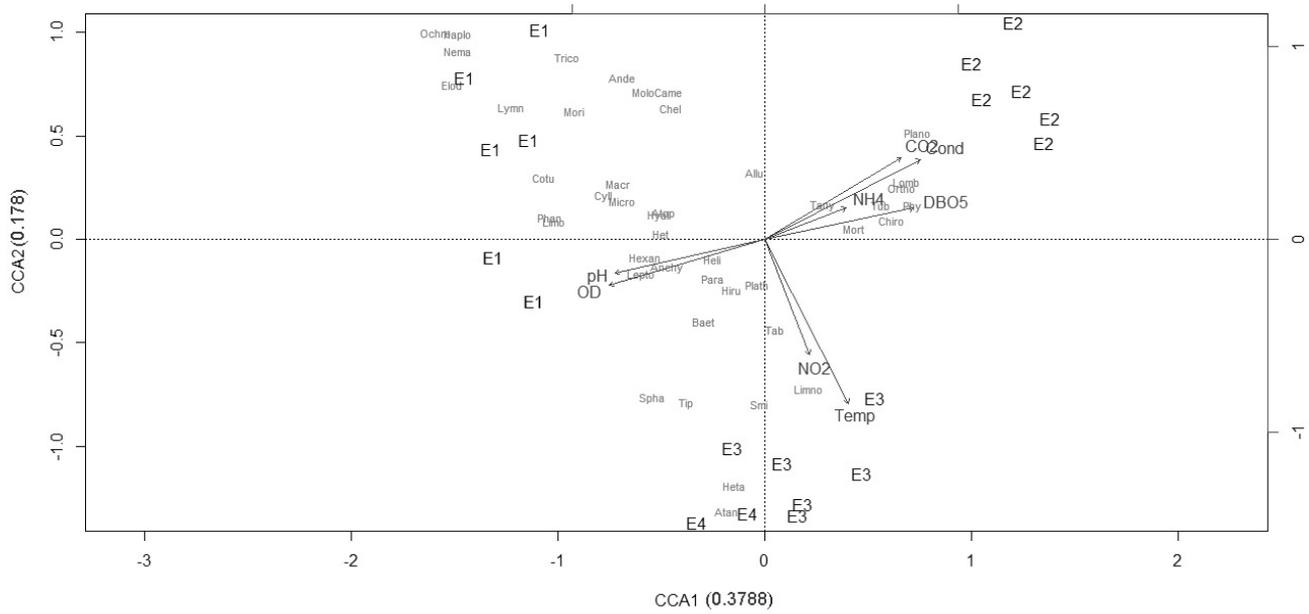


Figura 2. Análisis de correspondencia canónica. Los códigos asociados a los macroinvertebrados acuáticos se relacionan en la Tabla 2. Fuente: autores.

Al graficar el comportamiento de cada uno de los taxones asociados a los dos grandes grupos, dentro del análisis de multivariado, el primero se identificó como organismos favorecidos por el tensor antrópico (Fig. 3), y el segundo, como aquellos organismos que se ven afectados por este (Fig. 4).

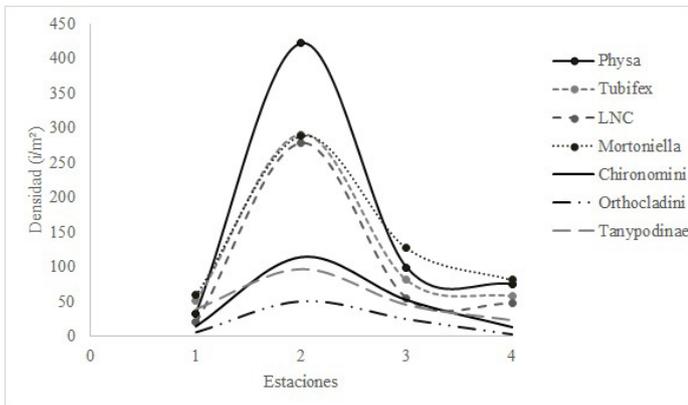


Figura 3. Taxones de macroinvertebrados acuáticos favorecidos por el tensor antrópico. Lombriculidae no confirmado (LNC). Fuente: autores.

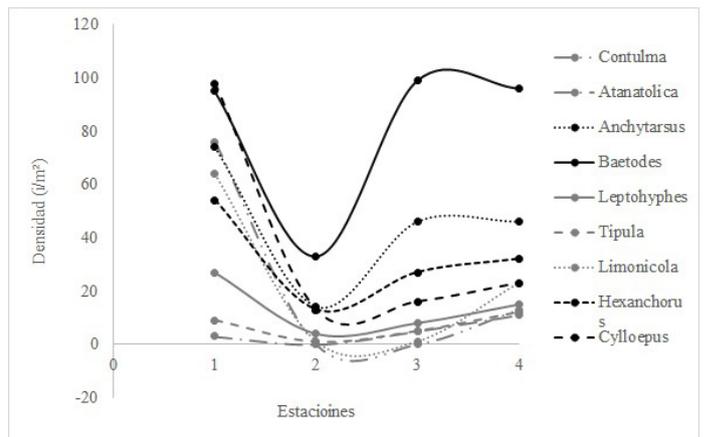


Figura 4. Taxones de macroinvertebrados acuáticos afectados por el tensor antrópico. Fuente: autores.

En la Figura 5 se muestran los resultados obtenidos al calcular los valores promedio de calidad del agua (BMWP/Col) para cada estación de muestreo. Se observa una disminución del valor BMWP/Col en la estación E2 y una tendencia de estabilidad y recuperación en la estaciones E3 y E4.

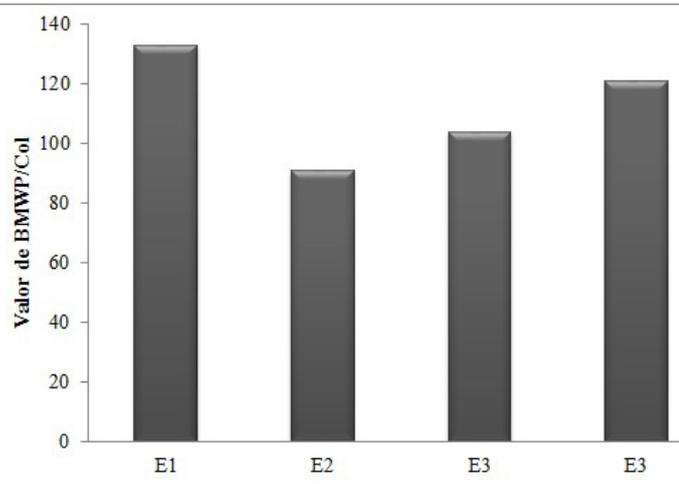


Figura 5. Comportamiento de los valores BMWP/Col calculados. Estación 1 (E1), Estación 2 (E2), Estación 3 (E3), Estación 4 (E4). Fuente: autores.

Parámetros físicos, químicos y autodepuración

Identificando la tendencia de las variables físico-químicas respecto a las estaciones de muestreo, en la Figura 6 se grafica su comportamiento, detallando en la estación E2 el aumento o disminución de sus valores, a excepción de los nitritos y la temperatura que aumentan a lo largo del gradiente altitudinal; posteriormente se observa una recuperación en la estación E4, respecto a los valores iniciales registrados antes de la cabecera municipal (Estación 1).

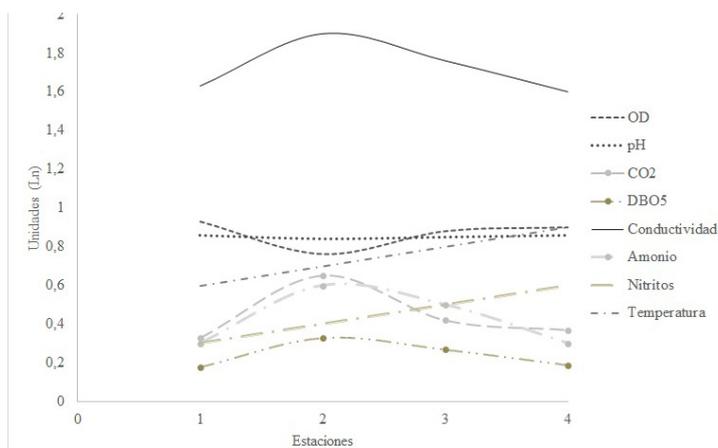


Figura 6. Comportamiento de variables físicas y químicas. Fuente: autores.

Discusión

Composición taxonómica, autodepuración y calidad biológica del agua

La predominancia de insectos en la composición taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos en el río Cofre es un hallazgo recurrente en diferentes investigaciones realizadas en Colombia (Longo et al., 2010; Moreno et al., 2010; Walteros-Rodríguez y Paiba-Alzate, 2010). Lo cual evidencia que este grupo exhibe una notable diversidad en una amplia gama de ecosistemas lóticos en el país.

Los macroinvertebrados acuáticos - MA, principalmente los insectos acuáticos, proporcionan indicios del proceso de autodepuración a una distancia de 2,2 km desde la estación E2. Sin embargo, no todos reaccionan de la misma manera ante este fenómeno natural, dada la amplia variedad de respuestas sensibles o adaptativas que pueden surgir en una comunidad, tal como lo señalan Bonada et al. (2005) y Resh (2008). Además, las condiciones presentes en cada estación, tanto en relación a las variables físicas y químicas como a la presencia de contaminación antropogénica, tienen un papel crucial en la dinámica de la comunidad (Caicedo y Palacio, 1998; Giller y Malmqvist, 1998; Oscoz et al., 2006; Posada et al., 2000; Ramírez y Roldán, 1989).

Los taxones predominantes en la estación E2 señalan un nivel de contaminación y están vinculados al consumo de materia orgánica en descomposición (Escobar, 2017; Muñoz y Prat, 1996; Roldán, 1996; Zúñiga, 1985), lo que sugiere un crecimiento saludable de sus poblaciones, reflejado en sus valores de densidad. El género *Mortoniella* spp., que normalmente actúa como indicador de buena calidad del agua (Roldán, 1996) y suele encontrarse asociado a superficies rocosas, se halla en este estudio en condiciones de contaminación moderada. Esto plantea la necesidad de revisar la interpretación dada a su papel indicador.

Los taxones que se ven perjudicados mayormente por el impacto antropogénico son, en su mayoría, indicadores de alta calidad de agua (Roldán, 1996; Zamora-Muñoz y Alba-Tercedor, 2006; Escobar, 2017). La densidad de sus poblaciones en la estación E2 se ve afectada debido a la influencia de las aguas residuales domésticas provenientes de la cabecera municipal de Totoró. Estos organismos, en términos generales, no toleran niveles bajos de oxígeno ni altos contenidos de materia orgánica en descomposición (Roldán, 1996; Posada et al., 2000; Roldán y Ramírez, 2008), los cuales se podrían clasificar como taxones estenotípicos con una tolerancia limitada.

Los géneros encontrados en la estación E1 están vinculados a aguas de excelente calidad (Roldán et al.,

2001). Su ausencia en las demás estaciones analizadas posiblemente refleja el nivel de sensibilidad que poseen frente a la contaminación. Aunque estos organismos no sirven como indicadores del proceso de autodepuración, pueden resultar valiosos para llevar a cabo evaluaciones de contaminantes a través de bioensayos.

Los valores de calidad del agua, evaluados a través del cálculo del índice BMWP/Col, reflejan de manera efectiva el proceso de autodepuración. Esto subraya la relevancia de estos indicadores biológicos al determinar el estado ecológico de un río que ha experimentado alteraciones debido a la intervención humana. Las fluctuaciones en los valores del índice BMWP/Col a lo largo del tiempo y entre las zonas de margen y centro pueden estar estrechamente relacionadas con la diversidad de sustratos y las dinámicas fluviales en cada estación y periodo de muestreo, factores que influyen en los procesos de colonización por parte de la comunidad.

Parámetros físicos, químicos y autodepuración

La demanda biológica de oxígeno (DBO₅), la conductividad, la concentración de amonio (NH₄⁺), y el dióxido de carbono (CO₂) son indicadores de contaminación causada por la introducción de materia orgánica externa. Esto se refleja también en la disminución del oxígeno disuelto (OD) y el cambio en el pH. En la estación E2, se identificaron vertidos de aguas residuales provenientes de fuentes domésticas, alcantarillado, hospitales y mataderos, lo que afecta la carga orgánica y se evidencia en la acumulación de lodo en los diferentes sustratos del lecho del río. Según Tank et al. (2010), esta acumulación tiene un impacto directo en las comunidades bentónicas, determinando la presencia o ausencia de organismos (Reice, 2006) y sus hábitats (Prat et al., 2009). En relación al oxígeno y al pH, Voulgaropoulos et al. (1987) señalan que son indicadores fiables de la calidad del agua, al igual que la conductividad, amonio y nitritos (Marín, 2006), que reflejan un deterioro ambiental.

A partir de la estación E3, se observa una recuperación gradual de los valores registrados inicialmente en la estación E1. Este proceso se atribuye a factores como la dilución y la turbulencia. En la estación E4, situada a 2,2 km de distancia de la estación E2, se identifica una zona de autodepuración, como ya se demostró con los valores de densidad de macroinvertebrados acuáticos. De acuerdo con Branco (1984), la dilución desempeña una función ecológica al dispersar y disminuir la concentración de compuestos perjudiciales, lo que conlleva a una reducción en la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y a un aumento en la concentración de oxígeno disuelto (OD), tal como se observa en este estudio. Branco (1984) también subraya la relevancia de la turbulencia, definida como la agitación del agua provocada por la velocidad, influencia de los vientos y ciertos rasgos del terreno, ya que facilita un proceso de

oxigenación al mezclar la película saturada de oxígeno con la masa de agua circundante.

Según Tchobanoglous (1991), la presencia de nitritos está vinculada a la contaminación por materia orgánica fecal. El incremento en sus niveles, puede relacionarse con la influencia de aguas residuales y a una mayor presencia de ganadería aguas abajo del punto de la estación E2. Es importante destacar que esta variable no proporciona indicios del proceso de autodepuración y, de acuerdo con Marín (1995), concentraciones inferiores a 0,1 mg/l no suponen una alteración significativa en las condiciones normales del agua. En cuanto al aumento de la temperatura del agua, puede estar correlacionado con la altitud (Machado y Roldán, 1981), cuyos cambios ejercen un papel determinante en la estructura y el funcionamiento de un ecosistema acuático.

De esta manera, el ecosistema lótico evaluado demuestra una notable capacidad de recuperación de sus condiciones naturales, lo cual puede estar ligado a la dinámica fluvial, como lo argumenta Nadal et al. (2014), permitiendo que la carga orgánica contaminante al ingresar a la columna de agua, no supere los umbrales de estabilidad del río, facilitando el proceso de autodepuración.

Conclusiones

Los macroinvertebrados acuáticos indicaron el proceso de autodepuración en el río Cofre, a través de la bioindicación, o identificando algunos organismos afectados o favorecidos por la incidencia de la actividad humana presente en la cabecera municipal de Totoró (estación E2), pero recuperan sus valores de densidad, con una tendencia de similitud a la estación de referencia (estación E1) a 2,2 km del punto de impacto antrópico.

De igual manera, la mayoría de las variables físicas y químicas ilustran el proceso de autodepuración, cuyo comportamiento le da mayor sustento a la zona de recuperación identificada, teniendo en cuenta el tensor que se está evaluando, que en este caso corresponde principalmente a aguas residuales domésticas.

Agradecimientos

A la Universidad del Cauca y al Grupo de Estudio en Recursos Hidrobiológicos Continentales (GERHC), por su apoyo en el préstamo de equipos e instalaciones.

Referencias

- Baird, R. B. 2005. Biochemical Oxygen Demand (BOD). Pp 5000, 5-2 to 5-7. In: Eaton, D. A., Clesceri, L. S., Rice, E. W. and Greenberg, A. E. (Ed.). Standard methods for the examination of water y wastewater, 21 ed. American Public Health Association.
- Barbosa, F. A. R., Padišák, J., Espíndola, E. L. G., Borics, G. y Rocha, O. 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. *Theoretical Reservoir Ecology and Its Applications*, 425-437. Disponible en: <http://real.mtak.hu/3269/1/1014328.pdf>
- Branco, S. 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Monografía No. 28. The General Secretariat of the Organization of American State, São Paulo State, Brazil. 115 pp.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H. y Statzner, B. 2005. Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annual Review of Entomology*, 51: 425-493. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Caicedo, O. y Palacio, J. 1998. Los macroinvertebrados bénticos y la contaminación orgánica en la quebrada La Mosca (Guarne, Antioquia, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 20(69): 61-73.
- Cairns, J., Albaugh, D. W. y Chanay, M. D. 1968. The Sequential Comparison Index: A Simplified Method for Non-Biologists to Estimate Relative Differences in Biological Diversity in Stream Pollution Studies. *Journal WPCF*, 40(9): 1607-1613.
- Clements, W. H., Cherry, D. S. y Cairns Jr., J. 2009. Impact of Heavy Metals on Insect Communities in Streams: A Comparison of Observational and Experimental Results. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45(11): 2017-2025. Disponible en: <https://doi.org/10.1139/f88-235>
- Domínguez, E. y Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 654 pp.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., Hubbard, M. y Nieto, C. 2006. Ephemeroptera of South America. In *Aquatic Biodiversity in Latin America*. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow. 640 pp.
- Dresnack, R. y Dobbins, W. E. 1968. Numerical analysis of BOD and DO profiles. *Journa of the Sanitary Engineering Division. J. Sanit. Engng Div., Am. Soc. Cir. Engrs*, 94(SA5): 789-807. Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JSEDAI.0000891>
- Escobar Nieves, A. 2017. Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas*, 18(65): 45-60. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329878>
- Elliott, J. M. y McCafferty, W. P. 2006. *Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and their Relatives*. The Journal of Animal Ecology, 51(3): 1019-1020. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/4023>
- Epler, J. 2001. *Identification Manual for the larval Chironomidae (Díptera) of North and South Carolina. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida*. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Tallahassee. 53 pp.
- Giller, P. S. and Malmqvist, B. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, Oxford. 43 pp.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. 140 pp.
- Hynes, H. B. 1970. *The ecology of running waters*. University of Toronto Press, Toronto. 555 pp.
- Longo, M., Zarnora, H., Guisande, C. y Ramírez, J. J. 2010. Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia) respuesta a los cambios estacionales de caudal. *Limnetica*, 29(2): 0195-210.

Machado, T. y Roldán, G. 1981. Estudio de las características físico-químicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. *Actualid Biol.*, 10 (35): 3-19.

Marín, R. 1995. *Análisis de aguas y ensayos de tratamiento: principios y aplicaciones*. GPE S.A, Barcelona, España. 719 pp.

Marín, R. 2006. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad del agua*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España. 418 pp.

Merrit, R. W., Cummins, K.W. y Berg, M. B. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*, 4 ed. Kendall, Hunt Publishing Company, Dubuque. 1158 pp.

Tchobanoglous, G. 1991. *Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse*. McGraw-Hill series in civil and environmental engineering. 1848 pp.

Moreno, Y. M., Ramírez, N. A., Caicedo, O. y Palacio, J. 2010. Dinámica multianual de los macroinvertebrados acuáticos bentónicos en la Quebrada Vegas de la Clara. *Revista de Investigaciones*, 29(2): 201-210.

Muñoz, I. y Prat, N. 1996. Effects of water abstraction and pollution on macroinvertebrate community in a Mediterranean river. *Limnetica*, 12(1): 9-16. Disponible en: <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-12-1-p-9.pdf>

Nadal, A., Cossavella, A. y Larrosa, N. 2014. Determinación de la tasa de reaireación y modelación hidrodinámica de un tramo del río Tercero (Ctalamochita). *Revista de La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 1(1): 49-50.

Oscóz, J., Campos, F. y Escala, M. C. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25(3): 683-692.

Posada G., J. A., Roldán P., G. y Ramírez R., J. J. 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48(1): 59-70. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/18151/18386/>

Prat, N., Toja, J., Solá, C., Burgos, M. D., Plans, M. y Rieradevall, M. 1999. Effect of dumping and cleaning activities on the aquatic ecosystems of the Guadiamar River following a toxic flood. *Science of the Total Environment*, 242 (1-3): 231-248. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00393-9](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00393-9)

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. y Rieradevall, M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. Pp 631-651. En: Domínguez, E., Fernández, H. R. (Ed). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 654 pp.

Ramírez R., J. y Roldán P., G. 1989. Contribución al conocimiento limnológico y de los macroinvertebrados acuáticos de algunos ríos de la región del Urabá antioqueño. *Actualidades Biológicas*, 18(66): 113-121.

Reice, S. R. 2006. The Role of Substratum in Benthic Macroinvertebrate Microdistribution and Litter Decomposition in a Woodland Stream. *Ecology*, 61(3): 580-590. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1937424>

Resh, V. H. 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138 (1-3): 131-138. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9749-4>

Roldán Pérez, G. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo FEN, Bogotá, Colombia. 226 pp.

Roldán G., Posada, J. y Gutiérrez, J. 2001. *Estudio limnológico de los recursos hídricos del Parque de Piedras Blancas*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, Colombia. 81 pp.

Roldán, G. y Ramírez, J. 2008. *Fundamentos de lignología neotropical*, 2 ed. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 421 pp.

Smock, L. A. 1983. The influence of feeding habits on whole-body metal concentrations in aquatic insects. *Freshwater Biology*, 13(4): 301-311. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1983.tb00682.x>

Springer, M., Hanson, P. y Ramírez, A. 2010. Macroinvertebrados de Agua Dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical*, 58(4): 3-198. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/issue/view/1938>

Streeter, H. W. y Phelps, E. B. 1958. *A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River*. United States Public Health Service, Washington, D.C. 61 pp.

Tank, L. J., Rosi-Marshall, E. J., Griffiths, N. A., Entekyn, S. A. y Stephen, M. L. 2010. A review of allochthonous organic matters dynamics and metabolism in stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 29(1): 118-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1899/08-170.1>

Tortorelli, M. C. y Hernández, D. A. 1995. Calidad de agua de un ambiente acuático sometido a efluentes contaminantes. Pp 217-230. En: Lopretto E. y Tell, G. (Ed). *Ecosistemas de aguas continentales, metodología para su estudio*, Tomo I. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. 526 pp.

Voulgaropoulos, A., Fytianos, K., Apostolopoulou, A., y Gounaridou, X. 1987. Correlation of some organic pollution factors in water systems in Northern Greece. *Water Research*, 21(3): 253-256. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(87\)90202-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(87)90202-8)

Walteros-Rodríguez, J. M. y Paiba-Alzate, J. E. 2010. Estudio preliminar de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la reserva forestal Torre Cuatro. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14(1): 137-149.

Zamora-Muñoz, C. y Alba-Tercedor, J. 2006. Bioassessment of Organically Polluted Spanish Rivers, Using a Biotic Index and Multivariate Methods. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(3): 332-352. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1467281>

Zamora González, H. 2007. El Índice BMWP y la Evaluación Biológicas de la Calidad del Agua en los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales Naturales de Colombia. *Revista Unicauca Ciencia*, 4: 47-60.

Úñiga de, C. M. C. 1985. Estudio de la ecología del río Cali con énfasis en su fauna bentónica como indicador biológico de calidad. *Rev AINSA*, 8: 63-85.

Distribución de especies de la familia Molossidae (Chiroptera) en el departamento del Cauca - Colombia

Distribution of species of the family Molossidae (Chiroptera) in the department of Cauca - Colombia

Yesyca Andrea Lopez Bolaños ^{1*}

Lina Maria Velázquez Caviche¹

Cesar Camilo Castillo Bravo¹

Jhonier Apraéz Bravo¹

María del Pilar Rivas Pava^{2*}

¹ *Grupo de Estudios en Manejo de Vida Silvestre y Conservación GEMAVIC. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.*

Email: jyalopez216@uniacauca.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2485-1862>

² *Grupo de Estudios en Manejo de Vida Silvestre y Conservación GEMAVIC. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca.*

Email: mariaprivas@unicauca.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3831-5089>

Abstract

The Molossidae family has a large number of species distributed in the Neotropics, ranging from Mexico to southern Argentina, including several Caribbean islands (Simmons, 2005). To confirm the information on the records of the family in the department of Cauca - Colombia, a review of the occurrence data reported in the Colombian Biodiversity Information System (SiB) was carried out. Also, the specimens deposited in the Mastozoological Collection of the Museum of Natural History of the University of Cauca (MHN UC) were reviewed. The determination of three species was corroborated, including the incorporation of two individuals of *Molossus currentium*, one of *Molossus bondae* and a new report for Cauca of *Eumops perotis*. Based on the data collected, a distribution map for the department of Cauca was drawn up.

Key Words: collections, mammals, bats, list and review of species.

Historia del artículo

Fecha de recepción:

19-10-2023

Fecha de aceptación: 15-12-2023

DOI: 10.47374/novcol.2023.v18.2368

Resumen

La familia Molossidae presenta un gran número de especies distribuidas en el ámbito Neotropical, que va desde México hasta el sur de Argentina, incluyendo varias islas del Caribe (Simmons, 2005). Para confirmar la información de los registros de la familia en el departamento del Cauca – Colombia, se realizó una revisión de los datos de ocurrencia reportados en el Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia (SiB). Asimismo, se revisaron los especímenes depositados en la Colección Mastozoológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHN UC). Se corroboró la determinación de tres especies, incluyendo la incorporación de dos individuos de *Molossus currentium*, uno de *Molossus bondae* y un nuevo reporte para el Cauca de *Eumops perotis*. A partir de los datos recolectados se elaboró un mapa de distribución para el departamento del Cauca.

Palabras clave: colecciones, mamíferos, murciélagos, lista y revisión de especies

Introducción

Los murciélagos son el segundo grupo más diverso de mamíferos, después de los roedores, y su número de especies incrementa constantemente. Actualmente, se reconocen más de 1400 especies en todo el mundo (Simmons y Cirranello, 2020). En Sudamérica existen más de 300 (Díaz et al., 2021) y Colombia cuenta con aproximadamente 217 especies (Ramírez-Chaves et al., 2021a). La variedad de biomas continentales presentes en el departamento del Cauca incluye las tierras bajas inundables del Pacífico y el Piedemonte de la cordillera Occidental, así como el Piedemonte Amazónico, las tierras bajas secas del valle interior de la depresión Patía y las tres cordilleras con extensos páramos y picos nevados (Ruíz y Ardila, 1994). El número de especies registradas de mamíferos en el departamento del Cauca es de 220, este dato representa aproximadamente el 45% del total de mamíferos registrados y de presencia probable en Colombia, de estos, hasta el año 2021 se han registrado 103 especies de quirópteros (Ramírez-Chaves et al., 2010^a; 2021b) y algunos de ellos con registros de colonias en zonas urbanas (Universidad del Cauca, 2022). Aunque el departamento del Cauca ha sido frecuentemente visitado por naturalistas e investigadores a lo largo de su historia, y siendo este uno de los departamentos más biodiversos, ubicado a su vez en uno de los países más biodiversos del mundo, lamentablemente, los trabajos relacionados con mamíferos en esta región son aún escasos (Ramírez-Chaves et al., 2010b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Esta ausencia puede verse reflejada en la plataforma SiB, en donde los datos disponibles sobre mamíferos son pocos.

Los murciélagos desempeñan un papel primordial en la dinámica de los ecosistemas tropicales, al incluir especies

en todos los niveles tróficos y al establecer relaciones muy estrechas con especies vegetales importantes, tanto en la economía del hombre como en el mantenimiento de los ecosistemas. (Burneo et al., 2015). En el orden Chiroptera se encuentra la familia Molossidae que pertenecen al gremio de los insectívoros que incluyen principalmente dípteros, lepidópteros, coleópteros, homópteros, hemípteros y tricópteros (Burneo et al., 2015). Los molósidos son conocidos comúnmente como murciélagos de cola de ratón por su cola envainada característica, que sobresale notablemente de la membrana interfemoral o uropatagio, con excepción de algunas especies, como *Tomopeas rarus*, endémica del Perú (Romero, 2022). Esta familia de quirópteros incluye 19 géneros y aproximadamente 122 especies (Burgin et al., 2018).

Este trabajo contribuye con información sobre este grupo de mamíferos mediante revisión de la distribución de la familia Molossidae en el departamento del Cauca, con la colección Mastozoológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC) y el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB), para visualizarla posteriormente a través de un mapa, el cual permite la identificación de posibles áreas prioritarias para la conservación de estas especies en el departamento.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo una revisión de todos los registros pertenecientes a la familia Molossidae depositados en la base de datos del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). En este proceso, se excluyeron datos que carecían de coordenadas o que estaban georreferenciados de manera incorrecta. Además, se eliminaron datos duplicados o sin coordenadas y se descartaron registros que no coincidían con el área específica de esta investigación. Paralelamente, se realizó la inspección minuciosa de la colección Mastozoológica de referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), incluyendo los ejemplares de exhibición (MHNUC-E). Durante esta revisión, se verificó la determinación a nivel de especie de cada individuo, considerando, no solo las características morfológicas externas, sino también craneales. La identificación taxonómica de los murciélagos se basó en la consulta de artículos descriptivos correspondientes a varias especies (*Tadarida brasiliensis*, Kenneth et al., 1989; *Eumops perotis*, Best et al., 1996; *Eumops glaucinus*, Best et al., 1997; *Molossus pretiosus*, Jason et al., 2000; *Molossus bondae*, Burnett et al., 2001; *Eumops auripendulus*, Best et al., 2002) y se utilizó la Clave de Identificación de Murciélagos Neotropicales de Díaz et al., 2021, como referencia. Posteriormente, se elaboró el mapa donde se ubican los puntos de distribución de la familia Molossidae en el departamento del Cauca (Fig. 1). Este mapa fue realizado mediante el software para información geográfica ArcGIS versión 10.8, destacando la geografía y la distribución

de esta familia de murciélagos en la región, tanto en el departamento como del municipio de Popayán.

Resultados y discusión

El Sistema de Información sobre Biodiversidad (SiB) reporta para el departamento del Cauca un total de 307 especímenes, mientras que en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC) se tiene el reporte de 106. El mayor número de ejemplares pertenecen al género *Molossus*, entre ellos, la especie *Molossus molossus* encabezando la lista, seguida por la especie *Molossus pretiosus*, con un total de 201 y 179 individuos respectivamente (Tabla 1). Estas dos especies se caracterizan por una preferencia a utilizar diversas construcciones humanas como refugios, aprovechando la estructura urbana para establecerse. Su alimentación, centrada principalmente en insectos, se beneficia de la abundancia de estos invertebrados en entornos urbanos, como señalan Sampedro y Martínez (2009). Según las investigaciones de Kunz et al., (2011), una sola colonia de murciélagos de la especie *M. molossus* puede llegar a consumir hasta 1,3 millones de insectos por noche. Todo esto señala la importancia ecológica de estos murciélagos en el control de insectos, ofreciendo un servicio ambiental invaluable para las poblaciones que comparten su entorno con estas especies.

Se ha observado que la vida de los murciélagos en espacios urbanos puede llegar a ser complicada. Según lo expuesto por Espinal e Ibarra (2022), la contaminación por ruido en los entornos urbanos provoca una distorsión de la señal auditiva que detectan los murciélagos, debido a que el ruido urbano se sobrepone con el sonido que emiten los insectos al volar o del sonido que emiten otros murciélagos durante las llamadas sociales. Por otra parte, la luz urbana puede influir en la actividad de los murciélagos, ya que aumenta su visibilidad y detectabilidad por depredadores como los búhos, lechuzas o los gatos domésticos, sin embargo puede contribuir en la atracción de insectos para su alimentación. Estas razones contribuyen a explicar por qué esta especie es la más frecuentemente recolectada.

La minuciosa comparación craneal permitió identificar una irregularidad en la catalogación de tres especímenes que, en un principio, habían sido clasificados erróneamente como *M. molossus* en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC). Posteriormente, tras la aplicación de claves taxonómicas se determinó que estos especímenes corresponden en realidad a las especies *M. currentium* y *M. bondae*, incrementando su número dentro de la colección. Adicionalmente, esta revisión reveló un dato relevante para el departamento del Cauca: la presencia de un nuevo registro que amplía la distribución de *Eumops perotis*. Este hallazgo constituye una valiosa contribución al conocimiento de la distribución geográfica

de la especie y enfatiza la necesidad de seguir explorando y documentando la diversidad biológica presente en la zona.

La información obtenida del SiB y la colección MHNUC permitió el acceso a datos de ubicación (coordenadas), los cuales fueron procesados utilizando el software ArcGIS 10.8, generando un mapa en el cual se observa todos los puntos de registro, o el lugar de colecta de los especímenes de la familia Molossidae en el departamento del Cauca (Fig. 1). Asimismo, se generaron mapas para los municipios con mayor número de frecuencias reportadas (Fig. 2). Cabe aclarar que muchos de los individuos registrados tienen una ubicación compartida, por ello solo se presentan unos cuantos puntos sectorizados en gran parte sobre la meseta de Popayán, la Cordillera Central y el Valle del Patía. Esto puede indicar que: son datos agregados mucho después a los registrados el SiB, o no se tomó la ubicación exacta y sólo se dieron coordenadas aproximadas, o simplemente se tomaron de la cabecera municipal donde fueron recolectados los especímenes.

En los registros se observa un bajo nivel de muestreo en municipios alejados de la capital o de las zonas centrales del departamento, siendo ocho municipios en total de los que se tiene registro en las bases de datos, de los cuales, El Tambo, el Patía, y en especial Popayán presentan la mayoría de registros (Fig. 2).

Dentro de los datos reportados en el SiB, se evidencia un vacío de información, pues los registros datan desde el año 1800 hasta el 2001, y a pesar de que se menciona una revisión entre los años de 2016 y 2021, después de la fecha no se presentan nuevos registros para el departamento. Esto puede indicar que esta base de datos está desactualizada, por lo que se recomienda reportar los nuevos datos de biodiversidad de esta familia en las páginas, plataformas y colecciones biológicas que se encuentran dentro del marco de acción del SiB Colombia, y así contribuir a una información más precisa.

Tabla 1. Datos de individuos de la familia Molossidae en el departamento del Cauca

	SiB	MHNUC		
Taxón	N°	N°	No. Colección MHNUC	Tipo de ejemplar
<i>Eumops</i>				
<i>Eumops auripendulus</i> (Shaw, 1800)	1			
<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)		1	M02001	Piel + cráneo
<i>Eumops perotis</i> (Schinz, 1821)		1	M02221	Piel + cráneo
<i>Molossus</i>				
<i>Molossus bondae</i> (Thomas, 1091)	11	1	M02204	Piel + cráneo
<i>Molossus currentium</i> (Thomas, 1901)	5	2	M01669; M01690	Piel + cráneo
<i>Molossus pretiosus</i> (Miller, 1902)	175	4	M00712; M00713; M00714; M00715	Piel + cráneo
<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)	111	90	M00459; M00460; M00709; M00710; M00711; M10674; M01415; M01667; M01668; M01670; M01672; M01673; M01689; M01690; M01717; M01718; M01719; M00751; M01763; M01768; M01769; M01770; M01771; M01772; M02000; M02151; M02246; M02247; M02248; *	Piel + cráneo
			M01727; M01728; M01729; M01730; M01731; M01732; M01733; M01734; M01735; M01736; M01737; M01738; M01739; M01740; M01741; M01742; M01743; M01744; M01745; M01746; M01747; M01748; M01749; M01750;	Líquido

M01751; M01752; M01753; M01754;
M01755; M01756; M01757; M01758;
M01759; M01760; M01761; M01762,
M01764, M01765; M01766; M01767;
M01774; M01775; M01776; M01777;
M01778; M01779; M01780; M01781;
M01782; M01783; M01784; M01785;
M01788

Promops

Promops centralis
(Thomas, 1915)

3

M01675; M01405; *

Piel + cráneo

Tadarida

Tadarida brasiliensis
(I. Geoffroy, 1824)

7

4

M00030; M01560; M01526; M01558;
M01559; M01418; M02006;
M01597; M01598

Piel + cráneo

Líquido

Total

307

106

*Indica que faltan individuos por catalogar en la colección del MHNUC.

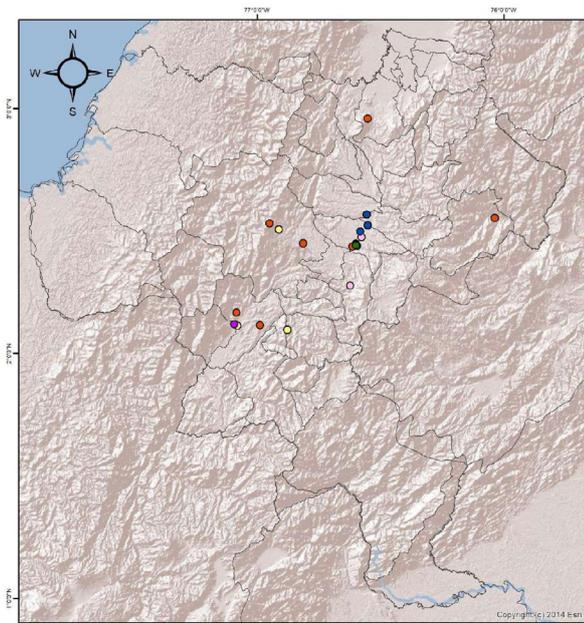


Figura 1. Localización geográfica de los registros de la Familia Molossidae en el departamento del Cauca, Colombia.

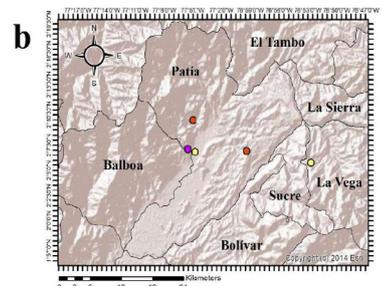
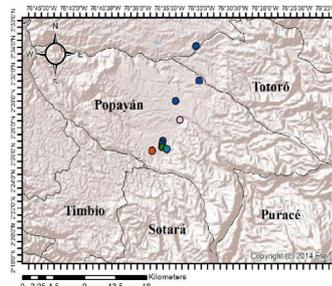
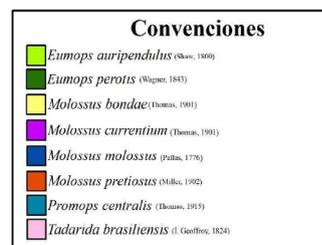


Figura 2. Localización geográfica de los registros de la Familia Molossidae en los municipios con mayor esfuerzo de muestreo; a) El Tambo, b) Patía, c) Popayán.

Conclusiones

Este trabajo permite evidenciar pocos reportes de datos de presencia con respecto a los registros de especies y, en general, a la familia Molossidae para el departamento del Cauca. Además, los datos presentados en el SiB son incompletos, ejemplo de ello son las fechas de registro que no están actualizadas desde el 2001, lo que lleva al desconocimiento de los nuevos reportes o de especies colectadas, que pueda ofrecer información detallada de la distribución de la familia Molossidae en el departamento del Cauca.

En los mapas obtenidos se observa una mayor toma de datos en áreas urbanas y de proximidad a las carreteras principales, en contraste con zonas alejadas al centro del departamento, cuyo acceso dificulta la toma de registros de esta familia. Por ello, es necesario ampliar la cobertura de recopilación de datos a estas zonas, permitiendo así una comprensión más completa de la distribución geográfica y de las especies presentes en el departamento del Cauca.

Estos trabajos se vuelven esenciales para ajustar y corregir posibles errores en la determinación, catalogación e identificación taxonómica de los especímenes. Este enfoque meticuloso contribuye al robustecimiento de la información en las colecciones, permitiendo avances en el campo de la taxonomía y la conservación.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC) por la autorización para acceder a sus instalaciones y colecciones. En este entorno propicio se llevó a cabo la determinación de los ejemplares, fortaleciendo así la calidad y precisión de los resultados obtenidos en el estudio.

Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento y gratitud a los integrantes del Semillero de Estudios en Zoología y Conservación, perteneciente al Departamento de Biología. Su colaboración activa ha sido fundamental para el desarrollo exitoso de esta investigación, demostrando un alto compromiso aportando al avance del conocimiento científico y a la conservación de la biodiversidad.

Los cuatro primeros autores hacemos un agradecimiento especial a la autora María del Pilar Rivas Pava quien tomó la decisión de jubilarse de la universidad y expresamos un profundo agradecimiento a nuestra profesora y directora del Grupo de Investigación Grupo de Estudios en Manejo de Vida Silvestre y Conservación GEMAVIC y mentora del Semillero de Estudios en Zoología y Conservación. Sus valiosas enseñanzas y dedicación incansable, hicieron posible este trabajo. Su guía experta no solo ha marcado el camino para el desarrollo de esta investigación, sino que también ha dejado una huella perdurable en nuestra

formación académica y profesional. Agradecemos sinceramente su compromiso inquebrantable con la excelencia educativa, que fundamental para el logro de los objetivos planteados en este trabajo.

Referencias

- ArcGIS [software GIS]. Versión 10.8. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2019.
- Bejarano, D., Yate, A. y Bernal, M. 2007. Diversidad y distribución de la fauna Chiroptera en un transecto altitudinal en el departamento del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 29 (2): 297-308. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/281444746>
- tL., T., Kiser, W. M. y Freeman, P. W. 27 December 1996. *Eumops perotis*, *Mammalian Species*, Issue 534, 1-8. Disponible en <https://doi.org/10.2307/3504077>
- Best L., T., Kiser, W. M., Rainey, J. C. 9 May 1997. *Eumops glaucinus*, *Mammalian Species*, Issue 551, 1-6. Disponible en <https://doi.org/10.2307/3504261>
- Best L., T., Hunt, J. L., McWilliams, L. A., Smith, K. G. 26 December 2002. *Eumops auripendulus*, *Mammalian Species*, Issue 708, 1-5. Disponible en <https://doi.org/10.1644/0.708.1>
- Burgin, C., Colella, J. P., Kahn, P. L. y Upham, N. S. 2018. How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1): 1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>
- Burneo, S. F., Proaño M. D. y Tirira, D. G. (eds.). 2015. Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador. Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309459149_Plan_de_accion_para_la_conservacion_de_los_murcielagos_del_Ecuador_Accion_plan_for_conservation_of_bats_of_Ecuador.
- Burnett, S. E., Jennings, J. B., Rainey, J. C. y Best, T. L. 2001. *Molossus bondae*. *Mammalian Species*, 668, 1-3. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3504341>
- Díaz, M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L. y Barquez, R. 2021. Clave de identificación de los murciélagos neotropicales / Chave de identificação dos morcegos neotropicais.
- Espinal, R. y Ibarra, C. N. 2022. Siluetas en el cielo: murciélagos en mi ciudad. *Therya ixmana*, 1(2): 42-44. Disponible en https://doi.org/10.12933/therya_ixmana-22-203
- Greenhall, A. 1965. La importancia de los murciélagos y de su control en la salud pública con especial referencia en Trinidad.

Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. 58(4): 294-302. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/pah-33844>

Jason B., J., Best L., T., Rainey C., J. y Burnett E., S. 12 May 2000. *Molossus pretiosus*, Mammalian Species, Issue 635, 1-3. Disponible en <https://doi.org/10.2307/0.635.1>

Kenneth T. Wilkins, *Tadarida brasiliensis*, Mammalian Species, Issue 331, 12 May 1989, 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3504148>

Kunz, T., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobo, T. y Fleming, T. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1). Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So366-52322

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2020. Rescatando la biodiversidad colombiana: Nuestra Fauna como escenario del Bicentenario de la Campaña Libertadora, 114 -123. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/RESCATANDO-LA-BIODIVERSIDAD.-FAUNA-Nov.-84.pdf>

Ramírez-Chaves, H. E., Mejía, O. y Zambrano, G. 2008. Anotaciones sobre dieta, estado reproductivo, actividad y tamaño de colonia del murciélago mastín común (*Molossus molossus*: Molossidae) en la zona urbana de Popayán, departamento del Cauca, Colombia. *Chiroptera Neotropical*, 14(2): 384-390.

Ramírez-Chaves, H. E. y Pérez, W. 2010a. Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Cauca, Colombia. *Revista Biota Colombiana*, 11(1 y 2): 139-169. Disponible en <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/237>

Ramírez-Chaves, H. E. y Pérez, W. 2010b. Breve reseña histórica de la investigación mastozoológica en el departamento del Cauca, Colombia. *Novedades Colombianas* 10(1): 71-76. Disponible en <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/novedades/article/view/1178/971>

Ramírez-Chaves, H. E., Suárez, A. F., Morales, D. M., Rodríguez, M. E., Zurc, D., Concha, D., Trujillo, A., Noguera, E. A., Pantoja, G., González, J. F., Pérez, J., Mantilla, H., López, C., Velásquez, A y, Zárrate, D. 2021a. Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozología. Dataset/Checklist. Disponible en <https://doi.org/10.15472/klwths>

Ramírez-Chaves, H. E., Folleco, A. y Cardona, A. 2021b. Registro de la pulga *Hectopsylla pulex* (Haller, 1880) (Siphonaptera: Tungidae) en el murciélago mastín común *Molossus molossus* (Pallas, 1766) (Chiroptera: Molossidae) en el departamento del Cauca, Colombia. *Revista Novedades Colombianas*, 16(1): 67-75. Disponible en <https://doi.org/10.47374/novcol.2021.v16.1894>

Romero, V. 2022. *Molossus fentoni* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Molossus%20fento>

Ruíz, P. y Ardila, M.C. 1994. Fauna amphibia del departamento del Cauca. *Novedades Colombianas*:

Nueva Época 6(1): 46 - 68. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/novedades/article/view/2080>

Sampedro, M. A., y Martínez, C. 2009. Recomendaciones para disminuir la convivencia del murciélago casero (*Molossus molossus* Pallas, 1776) con la población humana en la ciudad de Sincelejo, departamento de Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 1(1): 65-70. Disponible en <https://doi.org/10.24188/recia.v1.n1.2009.411>

Simmons N. B. 2005. Orden Chiroptera. Especies de mamíferos del mundo: una referencia taxonómica y geográfica (Wilson, E. y Reeder D., eds.). 3a ed., vol. 1, 2, The Johns Hopkins University Press, Baltimore: 312-529.

Simmons, N. B. y Cirranello, A. L. 2020. Bats of the World: A Taxonomic and Geographic database. Disponible en <https://batnames.org/home.html>

Universidad del Cauca. 2022. Software desarrollado por profesores de Unicauca y Universidad Antonio Nariño obtiene certificado de la Dirección Nacional de Derechos de Autor. Noticias y actualidad.