

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).

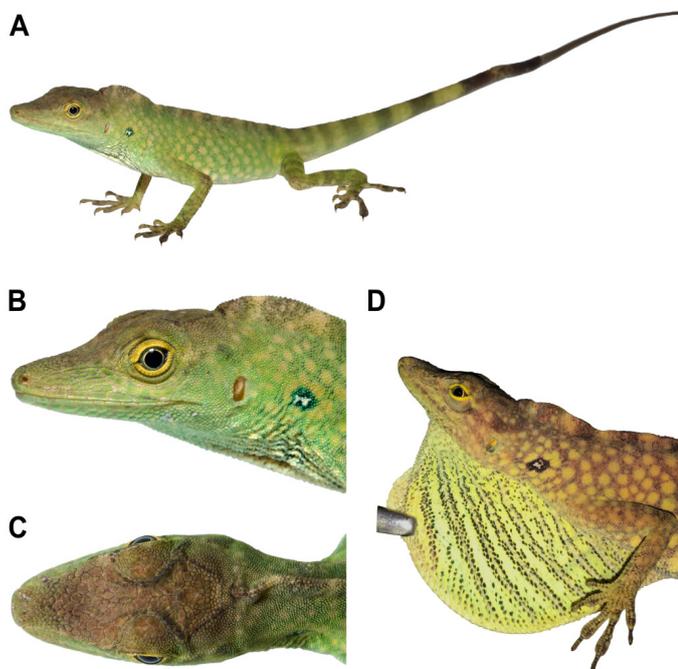


Fig. 1. *Anolis huilae* de la localidad de Guanacas en el municipio de Inzá-Cauca (MHNUC-He-Sa 225). A. Vista dorso-lateral. B. Vista lateral de la cabeza. C. Vista dorsal de la cabeza. D. Vista lateral del pliegue gular.

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).

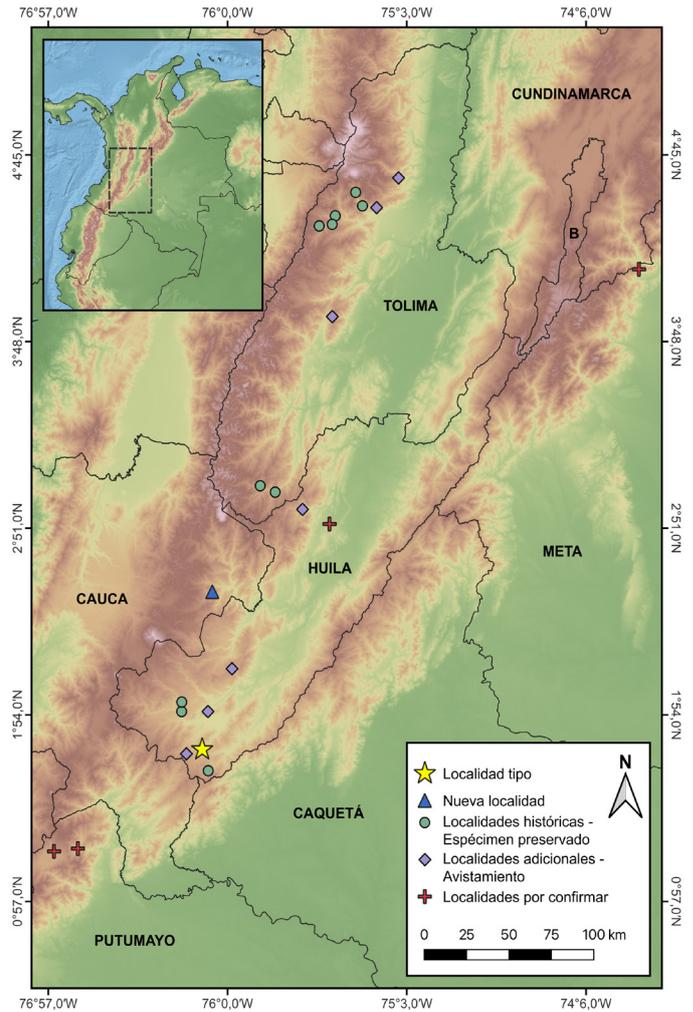


Fig. 2. Mapa de distribución geográfica de *Anolis huilae*.

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.

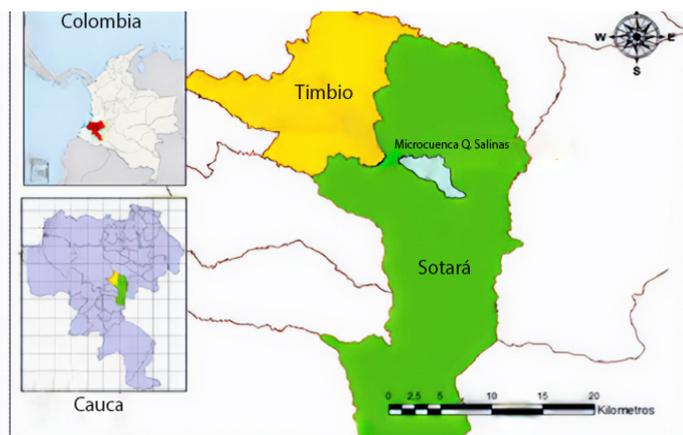


Fig. 1. Localización área de estudio de la microcuenca quebrada Salinas.

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 |
| | Crambidae | 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 |
| Plecoptera | Perlidae | <i>Anacroneuria</i> spp. | 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 |
| Malacostraca | Amphipoda | | | | | 5 | |
| | 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 Orthocladiinae 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: Orthoclaadiinae) 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.