



Conociendo los macroinvertebrados de la Cordillera Oriental, provincias de Márquez y de Lengupá

✉ ÁNGELA LICETH GONZÁLEZ TUTA^A
LUZ NIDIA GIL PADILLA^B

RESUMEN: Los macroinvertebrados son organismos de gran importancia para los sistemas acuáticos. Este grupo tiene gran relevancia, ya que de ellos depende la circulación de materia orgánica autóctona provenientes de algas y alóctona proveniente de la cuenca. A la vez, son utilizados en el biomonitoreo de ríos y lagos. Teniendo en cuenta el deterioro de los sistemas acuáticos y la importancia de hacer un seguimiento de su estado, en el presente estudio se tomaron diez muestras de agua en diferentes quebradas pertenecientes a las provincias de Márquez y de Lengupá ubicadas en la Cordillera Oriental, en el costado oriental, con el fin de dar a conocer a la comunidad en general los géneros y las familias más representativos de macroinvertebrados de la zona. A la vez, se busca saber su importancia a través de su historia de vida. También se tuvieron en cuenta algunos caracteres diagnósticos que ayudan a su identificación.

PALABRAS CLAVE: biomonitoreo, hemimetábolos, historia de vida, holometábolos

CÓMO CITAR

González, A. L., & Gil, luz N. (2021). Conociendo los macroinvertebrados de la Cordillera Oriental, provincias de Márquez y de Lengupá. *Revista Habitus: Semilleros De investigación*, 1(2), e12179. <https://doi.org/10.19053/22158391.12179>

RECIBIDO: 05/12/2020 • **EVALUADO:** 26/01/2021
APROBADO: 07/07/2021 • **PUBLICADO:** 27/10/2021



Autor para correspondencia.
angela.gonzalez05@uptc.edu.co

^A Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia).
<https://orcid.org/0000-0002-1018-9164>

^B <https://orcid.org/0000-0003-4664-2861>

HOW TO CITE

González, A. L., & Gil, Luz N. (2021). Understanding the macroinvertebrates of the Eastern Cordillera, in the Colombian provinces of Márquez and Lengupá. *Revista Habitus: Semilleros De investigación*, 1(2), e12179. <https://doi.org/10.19053/22158391.12179>

Understanding the macroinvertebrates of the Eastern Cordillera, in the Colombian provinces of Márquez and Lengupá

ABSTRACT: Macroinvertebrates are very important organisms in aquatic environments. They are responsible for the circulation of autochthonous organic matter from algae and non-native species in the basin and used in the biomonitoring of rivers and lakes. In order to determine the amount of deterioration in aquatic ecosystems and their importance in monitoring water quality, ten water samples were taken from different streams belonging to the provinces of Márquez and Lengupá located in the Eastern Cordillera of Colombia. This provided a very representative view of the community of different types of macroinvertebrates in the area. Additionally, the study was aimed at understanding their importance through their life cycle as well as taking into account various diagnostic characteristics to help identify issues.

KEYWORDS: biomonitoring, hemimetabolism, life history, holometabolism

Conhecendo os macroinvertebrados da cordilheira oriental, províncias de Márquez e de Lengupá

RESUMO: Os macroinvertebrados são organismos de grande importância para os sistemas aquáticos. Este grupo tem grande relevância, uma vez que depende da circulação de matéria orgânica autóctone de algas e alactone da bacia. Ao mesmo tempo, eles são usados no biomonitoramento de rios e lagos. Tendo em conta a deterioração dos sistemas aquáticos e a importância de monitorar seu estado, no presente estudo, dez amostras de água foram tomadas em diferentes ravinas pertencentes às províncias de Márquez e de Lengupá, localizadas no alcance da cordilheira oriental, no lado leste, a fim de tornar públicos os mais representativos gêneros e famílias de macroinvertebrados na área geralmente conhecidos. Ao mesmo tempo, procura saber sua importância através de sua história da vida. Alguns caracteres de diagnóstico que ajudam a identificá-los também foram levados em consideração.

PALAVRAS-CHAVE: biomonitoring, hemimetabolismo, história de vida, holometábolos

Los macroinvertebrados son organismos que viven en sistemas acuáticos. Se les conoce con este nombre por ser visibles, ya que su tamaño oscila entre 0.05 y 50 mm (Roldán-Pérez, 2016; Zamora & Zamora, 2017). Los macroinvertebrados están representados en su mayoría por el phylum *Arthropoda*. También hacen parte de este: *Mollusca*, *Annelida*, *Platyhelminthes*, *Nematoda* y *Nematomorpha* (Zamora & Zamora, 2017). Los macroinvertebrados son de vital importancia en los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos, ya que de ellos depende el movimiento de la materia orgánica proveniente de algas, del material autóctono de las profundidades o del material alóctono del exterior (Hanson *et al.*, 2010). Para llevar a cabo la circulación de la energía, existen diferentes grupos funcionales como: los carnívoros, que pueden comer otros invertebrados de menor tamaño y, en algunos casos, larvas pequeñas de peces y renacuajos; los herbívoros, que se alimentan de algas y fitoperifiton; y los detritívoros, que se alimentan de materia orgánica en descomposición (Collier *et al.*, 2016; Hanson *et al.*, 2010). Otra de las características importantes de estos organismos es su desarrollo, ya que puede ser *hemimetábolo* que significa una metamorfosis incompleta en la cual las ninfas son muy similares a los adultos, y *holometábolos* con transformaciones bruscas en las que las larvas son diferentes a los adultos (Bellés, 2009).

Los macroinvertebrados que residen en las corrientes de agua proporcionan una visión integradora de los efectos provocados por el ser humano. A la vez, muestran una gran variedad de señales que ayudan a detectar las causas de la degradación en ríos y lagos (Karr, 2006; Roldán-Pérez, 2016). Estos organismos son capaces de responder a eventos de contaminación breves y crónicos de la corriente ocasionados por actividades como la urbanización, la extracción de agua y los represamientos (Flores & Araujo, 2017; Karr, 1991). Para conservar la calidad de estas fuentes hídricas y sus procesos hidrológicos de los cuales depende el abastecimiento humano y la mayoría de servicios ecosistémicos, el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2010), lanzó la *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Colombia*. Para lograr que esta sea efectiva, se requiere de un monitoreo frecuente a comunidades, como los macroinvertebrados presentes en estos sistemas acuáticos. Por este motivo, se presenta a continuación un breve resumen de los géneros más representativos de las provincias de Márquez y de Lengupá.

Metodología

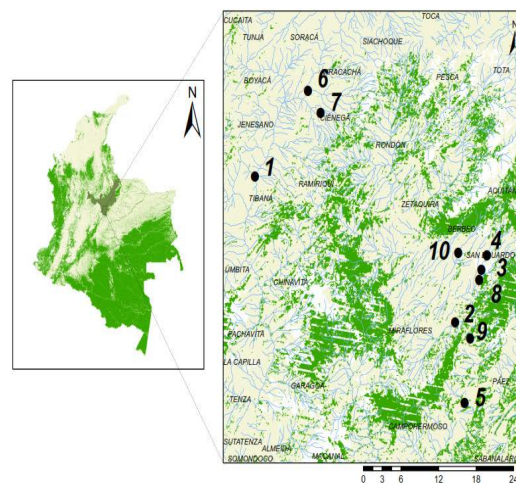
Área de estudio



Las provincias de Márquez y de Lengupá se ubican en el departamento de Boyacá, en la Cordillera Oriental colombiana. Presentan una conformación geomorfológica predominantemente montañosa. Limitan con el piedemonte llanero. Las temperaturas varían entre 15 y 32 °C. La precipitación es bimodal, con temporadas de lluvias durante abril y agosto. Se seleccionaron diez puntos de muestreo en el costado oriental de la cordillera, que hace parte de la macrocuenca del Orinoco. Los puntos están distribuidos en las quebradas Guamalera, La Sucia, Los Negros, Arrayán, El Ramo, La Encenilla y Piedecuesta, pertenecientes a la provincia de Lengupá; y en el río Jenesano y las quebradas La Única y Agua Blanca, de la provincia de Márquez (figura 1).

Figura 1

Estaciones de muestreo



Nota. (2) Guamalera, (3) La Sucia, (4) Los Negros, (5) Arrayán, (8) El Ramo, (9) La Encenilla y (10) Piedecuesta, pertenecientes a la provincia de Lengupá. (1) Río Jenesano, (6) La Única y (7) Agua Blanca, pertenecientes a la provincia de Márquez.

Fases de campo y laboratorio

Se realizaron muestreos semicuantitativos durante 2011 y 2012 en las épocas de precipitaciones altas y bajas con una red de pantalla de 500 μ y un metro longitudinal a lo ancho de cada una de las quebradas, con un esfuerzo de 1 minuto/hombre. En las estaciones se tomaron dos submuestras que se depositaron en recipientes de boca ancha con capacidad de 500 ml debidamente etiquetados. El material se fijó en alcohol etílico al 96 %. Luego, se llevó al laboratorio para separarlo e identificarlo con el uso de las claves especializadas de Roldán (1985), Merritt y Cummins (1996), Domínguez y Fernández (2009), Springer *et al.* (2010), Bagatini *et al.* (2010) y Gutiérrez, *et al.* (2015), para confirmar cada grupo en Colombia. Los organismos se identificaron al menor nivel taxonómico posible, según el grupo. Por último,

se almacenaron en alcohol etílico al 70 %, con el fin de hacerles curaduría periódica.

Resultados

Orden Diptera

- Familia: *Chironomidae*
- Subfamilia: *Orthocladinae*
- Abundancia: 527 individuos

Las larvas de *Chironomidae* son holometábolos. Están ampliamente distribuidas y son las más abundantes en aguas continentales. Juegan un papel importante en los ecosistemas, ya que consumen materia orgánica particulada, algas, hongos, fragmentos, fibras de hojas, madera, polen, otros invertebrados acuáticos y restos de animales. Las larvas de *Orthocladinae* suelen ser de diminutas a grandes 16 mm los más grandes. Pueden presentar un color blanco, amarillo, amarillento o verdoso raramente rojizas. La cabeza presenta únicamente una mancha ocular. Es la segunda subfamilia mejor representada del neotrópico y se encuentra principalmente en ríos y quebradas (Andersen *et al.*, 2013).

Orden Diptera

- Familia: *Chironomidae*
- Subfamilia: *Chironominae*
- Abundancia: 109 individuos

Las larvas de *Chironominae* tienen variado tamaño y suelen ser rojizas. Pocas veces presentan otro color. Las manchas oculares son siempre dobles y se encuentran superpuestas. Prefieren aguas con poca velocidad o estancadas. Son detritívoros y suelen ser también fitófagos. Las formas predatoras son poco comunes. Uno de sus hábitos es construir tubos fijos sobre cualquier tipo de contacto. Excepcionalmente estos tubos son transportables. La subfamilia posee una distribución mundial, excepto en la región Antártica (Ruiz-Moreno, Ospina & Riss, 2000).

Orden Diptera

- Familia: *Chironomidae*
- Subfamilia: *Tanypodinae*
- Abundancia: 178 individuos



El tamaño de las larvas varía de 0.5 a 6.0 mm. El color puede ser rojizo, amarillento o blanco. Tienen una cápsula cefálica con una notoria forma alargada que la diferencia de las otras subfamilias de chironomidos. Los ojos están constituidos generalmente por una sola mancha ocular a cada lado de la cabeza, con forma alargada o de riñón. Las larvas suelen ser carnívoras y sus piezas bucales están adaptadas para la depredación de pequeños invertebrados, incluidas otras larvas de quironómidos y oligoquetos. Sin embargo, las larvas de primer y segundo estadio se alimentan de algas. *Tanypodinae* se encuentra en estanques, lagos, corrientes y ríos. Se caracteriza por no construir casas, pero algunas veces se hallan en casas de otros chironomidos y se pueden mover libremente a través del sustrato (Ruiz-Moreno, Ospina, Riss & Gómez, 2000).

Orden Diptera

- Familia: *Simuliidae*
- Género: *Simulium*
- Abundancia: 56 individuos

Las larvas de *Simuliidae* presentan forma delgada y algunas veces cilíndrica. Su longitud es variable, de 5.0 a 15.0 mm. Presentan una cabeza diferenciada y son de color castaño amarillento, con tonos que van desde el verde-gris-blancuzco al castaño, el cual presenta mayor intensidad en el dorso. El abdomen presenta los segmentos torácicos anteriores delgados y hacia su parte terminal es más ensanchado, con la presencia característica de un anillo de hileras de ganchos en la parte terminal del cuerpo. El género *Simulium* se distribuye en todas las regiones zoogeográficas. Para su identificación se revisa que los dientes de la mandíbula sean de tamaño similar (Moncada *et al.*, 2017).

Orden Ephemeroptera

- Familia: *Leptophlebiidae*
- Género: *Thraulodes*
- Abundancia: 165 individuos

El orden presenta una característica única entre los insectos, la de poseer un estadio terrestre volador el *subimago* previo al del adulto sexualmente maduro. Las hembras adultas ponen los huevos directamente en el agua, ya sea en la superficie o debajo. Presentan mayor abundancia y diversidad en ríos y arroyos de fondos rocosos. Son hemimetábolos. Generalmente son raspadores o recolectores. Se alimentan de una variedad de algas y detritus.

La familia se caracteriza por tener clípeo fusionado a la frente y una cabeza usualmente prognata. Las branquias abdominales son variables,

generalmente compuestas de una lámina ventral y una dorsal. Los fémures anteriores no presentan setas alargadas (Flowers & Rosa, 2010; Salinas *et al.*, 2012).

Orden Ephemeroptera

- Familia: *Baetidae*
- Género: *Baetodes*
- Abundancia: 86 individuos

Baetidae es una familia diversa y abundante. Se caracteriza por estar en sustratos específicos y por tener gran sensibilidad a los procesos de degradación e impacto antropogénico (Flowers & Rosa, 2010). Estas especies colonizan una mayor diversidad de hábitats y son mayormente tolerantes al impacto humano (Forero-Céspedes *et al.*, 2016).

Un número importante de organismos de la familia *Baetidae* prefiere hábitats en el flujo rápido de la corriente y caudales de moderados a rápidos, ambientes con altas concentraciones de oxígeno disuelto y ricos en nutrientes que facilitan el establecimiento de una fauna béntica diversa. El género *Baetodes* se caracteriza por tener branquias que van en los segmentos I-V (Flowers & Rosa, 2010; Forero-Céspedes *et al.*, 2016; Salinas *et al.*, 2012).

Orden Ephemeroptera

- Familia: *Leptoxyphidae*
- Género: *Leptohyphes*
- Abundancia: 60 individuos

Es un grupo exclusivo de América. Presenta una longitud de 2 mm a 10 mm. Las ninfas son pequeñas y robustas, con el segundo par de branquias operculadas. Este par es grande y oval o triangular, y no se junta en la mitad del cuerpo (Flores & Araújo, 2017).

Las ninfas se encuentran en todo tipo de ríos y quebradas. El género *Leptohyphes* es extremadamente abundante. Miles de subimago pueden venir a la luz en una sola noche. Las ninfas viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes. Se caracterizan por tener dimorfismo sexual en los ojos y branquia opercular con espina ventral (Flowers & Rosa, 2010; Salinas *et al.*, 2012).

Orden Trichoptera

- Familia: *Hydropsychidae*
- Género: *Leptonema*
- Abundancia: 91 individuos



La *Trichoptera* es un orden de insectos holometábolos que pueden medir de 2 mm a 3 cm. Presenta piezas bucales masticadoras y pronoto siempre esclerotizado. En la mayoría de las especies el abdomen es membranoso y de aspecto hinchado (Chang *et al.*, 2014). Las larvas son importantes en la transferencia de energía y en la dinámica de los nutrientes, ya que explotan una variedad de recursos y son fuente de alimentos para peces, aves y otros vertebrados.

Leptonema es uno de los géneros más abundantes y más ampliamente distribuidos en Latinoamérica. Presenta cuerpo robusto, redondeado y cubierto densamente por setas de tamaño regular, oscuras, delgadas y tubulares, semejantes a un pelo. En general, las partes esclerosadas son de color pardo oscuro (Mosquera-Murillo, 2019).

Orden Trichoptera

- Familia: *Leptoceridae*
- Subfamilia: *Grumichella*
- Abundancia: 60 individuos

Las larvas de *Leptoceridae* se distinguen de todas las demás familias portadoras de casitas, por sus antenas relativamente largas y bien visibles, con excepción del género *Atanotlica*. Las patas posteriores suelen ser alargadas. Los fémures están divididos. La tibia y/o tarso pueden estar divididos y el abdomen presenta branquias simples (Mosquera-Murillo, 2019).

Las larvas de *Leptoceridae* viven en una gran variedad de hábitats tanto lénticos como lóticos, donde se alimentan sobre todo de materia orgánica, aunque muchas son omnívoras. También hay especies que son raspadoras de algas, por ejemplo *Atanotlica*, o depredadoras *Oecetis*. La familia es de distribución cosmopolita y cuenta con doce géneros en el neotrópico (Oliveros-Villanueva & Tamaris-Turizo, 2020).

Orden Trichoptera

- Familia: *Polycentropodidae*
- Género: *Polycentropus*
- Abundancia: 18 individuos

Larvas con cabeza más o menos alargada, pronoto esclerotizado y con constricción antes del extremo posterior. Esta parte es más angostada que la anterior. El cuerpo tiene forma de coma. No tiene branquias. Es uno de los géneros únicamente reportados en la Cordillera Oriental. Las larvas se hallan en ríos de tamaño mediano a pequeño, poco caudalosos, con baja velocidad de corriente, de fondos arenosos y aguas frías y claras. El

género *Polycentropus* tiene hábitos alimenticios *engulfer*, colector filtrador y desmenuzador herbívoro (Oliveros-Villanueva & Tamaris-Turizo, 2020).

Orden Plecoptera

- Familia: *Perlidae*
- Género: *Anacroneuria*
- Abundancia: 108 individuos

Son insectos hemimetábolos sensibles a la contaminación orgánica y a la degradación del hábitat. Poseen potencial como bioindicadores de calidad de agua y a la vez cumplen un rol ecológico en la descomposición y recirculación de nutrientes. Además son el alimento de otros insectos y vertebrados (Zúñiga *et al.*, 2013). Las hembras ovopositan en el agua. Expulsan en forma de masa los huevos maduros del abdomen. Se caracterizan por sus requerimientos ambientales, que los hacen sensibles a cambios en su hábitat, y por tener ojos compuestos y antenas largas. Además, presentan vellosidades o tubérculos en sus patas (Hamid *et al.*, 2016; Zúñiga *et al.*, 2013).

Orden Coleoptera

- Familia: *Elmidae*
- Género: *Macrelmis*
- Abundancia: 31 individuos

Los élmidos son una familia de escarabajos presentes principalmente en ambientes lóticos. Su alimentación se basa en algas, detritus y material orgánico de origen vegetal, por lo que cumplen importantes funciones en las cadenas tróficas de los ecosistemas acuáticos (González-Córdoba & Manzo, 2000). Tanto sus larvas como la mayoría de los adultos son acuáticos y habitan, principalmente, aguas corrientes con alto contenido de oxígeno disuelto, razón por la cual son utilizados como indicadores de la calidad del agua. Los adultos son pequeños 1.0-15.0 mm y de color generalmente oscuro. No son nadadores, pero se desplazan sobre el substrato caminando lentamente. Se alimentan de algas. Su ciclo de desarrollo es lento y puede durar varios años. *Macrelmis* se caracteriza por tener un cuerpo generalmente aplanado con sutura pleural hasta el séptimo segmento abdominal. Es uno de los géneros de mayor talla —más de 5 mm— (González-Córdoba & Manzo, 2000; Jacobsen & Encalada, 2016).

Orden Anfipoda

- Familia: *Hyallelidae*
- Subfamilia: *Hyallela*



- Abundancia: 183 individuos

Son abundantes en sistemas acuáticos. Juegan un papel fundamental como productores secundarios y como fuente alimenticia para otros invertebrados, anfibios y aves. Pueden habitar aguas superficiales. Tienen diferentes roles tróficos: herbívoros, carnívoros, detritívoros u omnívoros. Su tamaño corporal es pequeño. Sus ciclos de vida son cortos. Son de fácil cultivo en laboratorio. *Hyallela* es un género ubicuo. Las características ambientales de cada microhábitat acuático son importantes para el establecimiento y persistencia de sus poblaciones. Por ejemplo, el pH influye en la densidad de estos (Colla & César, 2019).

Hyallela mide desde el extremo de la cabeza hasta el extremo del telson aproximadamente entre 2.5 a 20 mm. Los caracteres exclusivos del género comprenden la morfología del telson que es entero y las mandíbulas sin palpo. Cada pereómero o segmento del tórax lleva un par de apéndices (Vega *et al.*, 2010).

Conclusión

La Cordillera Oriental tiene una gran diversidad de macroinvertebrados. La familia *Chironomidae* es una de las más representativas, con mayor abundancia en las subfamilias *Orthocladinae* y *Tanypodinae*. Los órdenes *Tricoptera* y *Ephemeroptera* también tuvieron un importante número de representantes. Estos grupos se encuentran en quebradas con un buen estado ecológico, lo que nos hace pensar que esta es la condición de los cuerpos acuáticos evaluados. El estudio y conocimiento de la fauna bentónica de Colombia, en especial en dicho sector de la formación montañosa colombiana, es de gran importancia por ser esta una de las regiones biológicamente diversas del mundo. La determinación de los procesos de flujos de materia y energía, así como de la distribución de las especies y su papel, es crucial para conocer el funcionamiento de estos sistemas y elaborar planes de manejo y conservación de las cuencas.

Referencias

- Andersen, T., Sæther, O., Cranston, P., & Epler, J. (2013). The larvae of Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region – Keys and diagnoses. En T. Andersen, P. Cranston, & J. Epler (Eds.), *Insect systematics & Evolution*, 66, 189-386.
- Bagatini, Y., Benedito, E. & Higuti, J. (2010). Effect of the environmental factors on the caloric content of benthic and phytophilous invertebrates in neotropical reservoirs in the Paraná State. *International Review of Hydrobiology*, 95(3), 246-259.

- Bellés, X. (2009). Origen y evolución de la metamorfosis de los insectos. En H. Dopazo, & A. Navarro (Eds.). *Evolución y adaptación: 150 años después del Origen de las Especies* (pp. 192-195). Obrapropia.
- Chang, F., Lawrence, J., Rios-Touma, B., & Resh, V. (2014). Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: Assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(4), 2135-2149. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3523-6>
- Colla, M., & César, I. (2019). Ecological aspects of natural populations of Hyalella pampeana (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) from the Natural Reserve Island of Martín García (Río de La Plata, Argentina). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920170928>.
- Collier, K., Probert, P., & Jeffries, M. (2016). Conservation of aquatic invertebrates: concerns, challenges and conundrums. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 817-837. <https://doi.org/10.1002/aqc.2710>
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Flores, D., & Araujo, A. (2017). Desarrollo de una herramienta de vigilancia ambiental ciudadana basada en macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Jequetepeque (Cajamarca, Perú). *Ecología Aplicada*, 16(2), 2-11. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1014>
- Flowers, R., & Rosa de la, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58, 63-93. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800004&lng=en&tlng=es
- Forero-Céspedes, A., Gutiérrez, C., & Reinoso, G. (2016). Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana. *Hidrobiológica*, 26(3), 459-474.
- González-Córdoba, M., & Manzo, M. (2000). Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 1, 208-216.
- Gutiérrez, Y., & Días, L. (2015). Ephemeroptera (insecta) de Caldas-Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Papéis Avulsos de Zoología*, 55(2), 13-46.
- Hamid, S., Mohd, M., Hashim, N. (2016). Role of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) functional feeding groups in leaf decomposition in Tropical River. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 9(1), 204-2013.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Biología Tropical*, 58, 3-37. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001
- Jacobsen, D., & Encalada, A. (2016). The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. *Fundamental and Applied Limnology*, 142(1), 53-70. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/142/1998/53>
- Karr, J. (1991). Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecological Applications*, 1(1), 66-84. <https://doi.org/10.2307/1941848>
- Karr. (2006). Seven foundations of biological monitoring and assessment. *Biologia Ambientale*, 20(2), 7-18.
- Merritt, R.W. & Cummins K.W. (1996). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America (3a ed.)*. Kendall Hunt Publishing.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia. (2010). *Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico*.
- Moncada, L., Cuadrado, L., & Pinilla, A. (2017). Biodiversidad de simúlidos (Diptera: Simuliidae) de Colombia: estado del conocimiento. *Biota*, 18(2), 164-179.
- Mosquera-Murillo, Z. (2019). Riqueza y distribución de tricópteros inmaduros del departamento del Chocó, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167), 219-226.
- Oliveros-Villanueva, J., & Tamaris-Turizo, C. (2020). Larvas de Trichoptera en un gradiente altitudinal en un río neotropical. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 493-506.
- Roldán, G. (1985). Contribución al conocimiento de las ninfas de efemerópteros en el Departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 14(51): 3-13



- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Ruiz-Moreno, J., Ospina, R., & Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II subfamilia Chirominae. *Caldasia*, 22(1), 15-33.
- Ruiz-Moreno, J., Ospina, R., Riss, W., & Gómez, H. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae. *Caldasia*, 22(1), 34-60.
- Salinas, L., Díaz, L., & Bacca, T. (2012). Primeros registros de ephemeroptera (insecta) para el departamento de Putumayo, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 16(2), 198-208.
- Springer, M., Ramírez, A. & Hanson, P. (2010). Macroinvertebrados de Agua dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4).
- Vega, M., Ríos de los, P., & Mansilla, A. (2010). Distribución del género *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda) en el sur de la Patagonia y Tierra del Fuego. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 38(1), 141-143. <https://doi.org/10.4067/s0718-686x2010000100010>
- Zamora, H., & Zamora, M. (2017). Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en ecosistemas lóticos del valle del Patía. Revisión de literatura científica 1991-2015. *Revista Novedades Colombianas*, 12(1), 65-86.
- Zúñiga, M., Stark, B., Posso, C., & Garzón, E. (2013). Especies de Anacroneuria (Insecta: Plecoptera: Perlidae) de Colombia, depositadas en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (Cali, Colombia). *Biota Colombiana*, 14(suplemento especial), 5-12.