



Elasmothermis, Camino Andakí (Huila-Caquetá). Foto: Iván González

Los macroinvertebrados acuáticos de la región andino-amazónica colombiana: Camino Andakí, departamento de Caquetá

Iván Gerardo González*¹; Marcela Núñez-Avellaneda¹; María del Carmen Zúñiga²

Resumen

Este estudio se realizó en la cuenca del río Pescado donde se ubica el llamado Camino Andakí, ruta ancestral utilizada por las poblaciones indígenas entre las zonas bajas del departamento de Caquetá y los Andes, en el marco de la Expedición Colombia-BIO a la Biodiversidad en la Transición Andino-Amazónica del Departamento de Caquetá. Un escenario de paz en el postconflicto. Una iniciativa de COLCIENCIAS y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI en la que se llevó a cabo, entre enero y febrero de 2017, una campaña de muestreo para macroinvertebrados acuáticos. Se establecieron 12 estaciones entre los 410 y 1468 m s. n. m. y se colectaron 6290 individuos, distribuidos en 109 géneros. El orden más diverso fue Coleoptera y el más abundante, Ephemeroptera. Odonata amplía la distribución de 11 géneros para el departamento de Caquetá (*Palaemnema*, *Heteragrion*, *Enallagma**, *Rhionaeshna**, *Archaeogomphus**, *Epigomphus**, *Gomphoides**, *Brachymesia*, *Elga* y *Elasmothermis**) y seis de ellos (*) son nuevas citas para la cuenca amazónica colombiana. El análisis de agrupamiento de similitud, estableció tres grupos de taxones que se correlacionaron con los rangos altitudinales de estaciones que se agruparon en parte alta, media alta y media baja. La estación en el río Pescado, vereda Los Ángeles (E-12), mostró la menor afinidad en su composición taxonómica frente al resto de las comunidades, aspecto influenciado por el ascenso

del rango altitudinal y el recambio de taxones. De los géneros encontrados en este sitio, diez no aparecieron en ninguna otra estación del muestreo. Es importante dar continuidad a estos estudios en zonas con poca información disponible, como la región Andino-Amazónica colombiana que presenta elementos biogeográficos y componentes importantes de la biodiversidad del país y del continente.

Palabras clave: Entomofauna acuática, Neotrópico, río Pescado, cuenca amazónica

Abstract

This study was carried out in the Pescado river basin where the so-called "Camino Andakí" is located, an ancestral route used by indigenous populations between the low areas of the Caquetá department and the Andes. Within the framework of the "ColombiaBio Expedition to biodiversity in the Andean-Amazon transition of the department of Caquetá", an initiative of COLCIENCIAS and the Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI, between January and February 2017, a sampling campaign was carried out for aquatic macroinvertebrates. Twelve stations were established between 410 and 1468 masl and 6290 individuals were collected, distributed in 109 genera. The most diverse order was Coleoptera and the most abundant was Ephemeroptera. Odonata expands the distribution of 11 genera for the department of Caquetá (*Palaemnema*, *Heteragrion*, *Enallagma**,

¹ Grupo Ecosistemas Acuáticos Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Avenida Vásquez Cobo entre calles 15 y 16 Leticia, Amazonas. igegog@gmail.com cel: 3142207186; mnunez@sinchi.org.co

² Grupo de Investigaciones Entomológicas. Universidad del Valle. Departamento de Biología. Ciudad Universitaria de Meléndez. Santiago de Cali; maczuniga@gmail.com

Rhionaeshna *, *Archaeogomphus* *, *Epigomphus* *, *Gomphoides* *, *Brachymesia*, *Elga* and *Elasmothermis**) and six of them (*) are new report for the Colombian Amazon basin. The similarity cluster analysis established three groups of taxa that were correlated with the altitude ranges of stations that were clustered in upper, upper middle, and lower middle. The station at Pescado river, Los Angeles village (E-12), showed the lowest affinity in its taxonomic composition compared to the rest of the assembly, an aspect influenced by

the rise in the altitudinal range and the replacement of taxa. Ten of the genera found this zone, did not appear in any other sampling station. It is important to continue these studies in areas with little available information, such as the Andean-Amazon region that presents biogeographic elements and important components of the country's and continent's biodiversity.

Key words: Aquatic entomofauna, Neotropics, Pescado River Amazon river basin

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se hizo en los Andes amazónicos, en una zona conocida como el Camino Andakí, camino ancestral usado por los andoques como corredor entre las zonas bajas del río Caquetá y los Andes. En esta región se pueden observar dos áreas: la cordillera y el piedemonte (Etter, 1992; Rudas, 2009). Para estos autores, la cordillera corresponde a las zonas más escarpadas con pendientes cercanas al 8 %-10 % en elevaciones superiores a 1000 m s. n. m., mientras que el piedemonte es la zona transicional entre la cordillera y la llanura amazónica, con elevaciones inferiores a 1000 y hasta 310-320 m s. n. m. De acuerdo con observaciones de campo, los ríos de montaña visitados pertenecen a las clases A y B de la clasificación de Rosgen (1994). En este estudio, a A pertenecen los ríos ubicados entre 759 y 1468 m s. n. m., con pendientes entre 4 % y 10 % y a B, el resto del perfil estudiado con pendientes entre 2 % y 4 %. En A los lechos son más estrechos, con cantos rodados, mientras que en el tipo B son ríos con menor pendiente y valle más ancho, con lecho de gravas; ambos grupos tienen aguas transparentes como ocurre en cuerpos de agua del piedemonte (Ricaurte *et al.*, 2015).

Los Andes tropicales se consideran el primer *hotspot* de biodiversidad en el planeta (Myers *et al.*, 2000). Con respecto a la biota acuática, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) señala un alto endemismo en los Andes tropicales de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia (Tognelli *et al.*, 2016) y servicios ecosistémicos invaluable (Herzog *et al.*, 2009; Lasso *et al.*, 2015). Pese a esto, la transición Andes-Amazonia es una de las zonas menos estudiadas del país (CEPAL y Patrimonio Natural, 2013) y concentra la mayor población de la región, presenta conflictos de uso del suelo y alta presión sobre los recursos, debido a que se constituyó como un frente de colonización y parte de la continua expansión de la frontera agrícola en los Andes (Gutiérrez *et al.*, 2004).

Son pocos los trabajos enfocados en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos de la zona. Uno de los primeros, fue la síntesis elaborada por Serrato-Hurtado y Duque (2008) de los trabajos hechos en 75 sitios entre los 200 y 1785 m de altitud en Caquetá, Putumayo y la llamada Bota Caucana. Posteriormente, López-Erazo *et al.* (2010) evaluaron la calidad del agua a partir

de macroinvertebrados acuáticos en el río Hacha en 11 de sus tributarios, dentro de los cuales están las quebradas: La Ruidosa (2100 m s. n. m.), La Tarquí (1341 m s. n. m.), Sucre (890 m s. n. m.), Paraíso (625 m s. n. m.), El Caraño (570 m s. n. m.) y San Luis (375 m s. n. m.). En este mismo río, Gutiérrez *et al.* (2016) muestrearon diferentes estaciones para establecer los macroinvertebrados hallados en el contenido estomacal de peces. Mosquera-Guerra (2015) analizó la estructura y composición de macroinvertebrados en la parte alta del río Caquetá y, en ese año, Cortés *et al.* (2016) caracterizaron los macroinvertebrados en la quebrada La Yuca.

Las condiciones de ausencia de información o incompleta sobre la composición y diversidad de la biota acuática en la región, auspiciaron la puesta en marcha en 2017 de la Expedición Colombia-BIO a la Biodiversidad en la Transición Andino-Amazónica del Departamento de Caquetá. Un escenario de paz en el postconflicto, por COLCIENCIAS y el Instituto SINCHI con el fin de documentar la diversidad biológica, en este caso de macroinvertebrados acuáticos, y aportar al entendimiento de su diversidad, distribución y composición taxonómica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca del río Pescado forma parte del macizo metamórfico de Garzón de edad paleozoica-jurásica (Kroonenberg, 1983), que es parte de los Andes; tiene una geología antigua y, por tanto, genera unas condiciones particulares en las aguas que por allí drenan, como la baja mineralización (CORPOAMAZONÍA, 2009).

La estructura del paisaje se divide en relieves quebrados y/o escarpados, con pendientes entre 7 %-12 %-25 % y laderas alargadas en los sectores bajos de la cordillera, donde hay fuertes procesos de remoción de masa (IGAC, 1993). Además, el paisaje de vigas y filas debido a su relieve presenta restricciones para implementar actividades agrícolas y pecuarias. Por otro lado, aparecen vallecitos intramontanos con un relieve menor al 7 %. Las áreas con cobertura boscosa típica en casi toda su extensión, reducen la vulnerabilidad a los fenómenos de remoción en masa y erosión (IGAC, 1993).

Metodología de muestreo

Para la colecta de los macroinvertebrados acuáticos se establecieron 12 estaciones de muestreo a lo largo del Camino Andakí, entre los 410 y 1468 m s. n. m. (figura 1 y tabla 1).

Se hicieron colectas en las estaciones de muestreo en transectos de aproximadamente 100 metros, mediante el empleo de una red triangular de 30 cm de base. Se efectuaron 10 barrios de 1 m de longitud en cada sitio (figura 2), los cuales se

repartieron de acuerdo con el número de sustratos encontrados al momento de la colecta y teniendo la precaución de mantener las sub-muestras por separado en cada sitio de colecta. Además, se realizó una limpieza previa en campo (figura 2) para obtener la mayoría de los organismos en las mejores condiciones posibles. Posteriormente, se fijaron con formalina (4 %) y se etiquetaron, precisando los datos necesarios del protocolo de muestreo.

Tabla 1. Datos asociados a las estaciones de muestreo

Estación	Altitud msnm	Fecha de colecta	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
E1	1468	2/2/2017	1° 42' 04,10" N	75° 53' 55,40" W
E2	1398	2/2/2017	1° 41' 41,69" N	75° 53' 49,06" W
E3	1165	1/31/2017	1° 40' 27,80" N	75° 54' 07,70" W
E4	1071	1/30/2017	1° 40' 25,40" N	75° 54' 06,80" W
E5	1149	1/30/2017	1° 40' 25,70" N	75° 54' 07,30" W
E6	1120	1/29/2017	1° 40' 12,20" N	75° 54' 05,30" W
E7	1124	1/27/2017	1° 40' 04,90" N	75° 54' 09,90" W
E8	759	1/26/2017	1° 37' 51,47" N	75° 54' 11,23" W
E9	789	1/26/2017	1° 37' 47,00" N	75° 54' 23,08" W
E10	476	1/24/2017	1° 37' 52,22" N	75° 54' 13,16" W
E11	486	1/23/2017	1° 35' 44,76" N	75° 52' 40,41" W
E12	410	1/22/2017	1° 32' 33,36" N	75° 51' 58,75" W

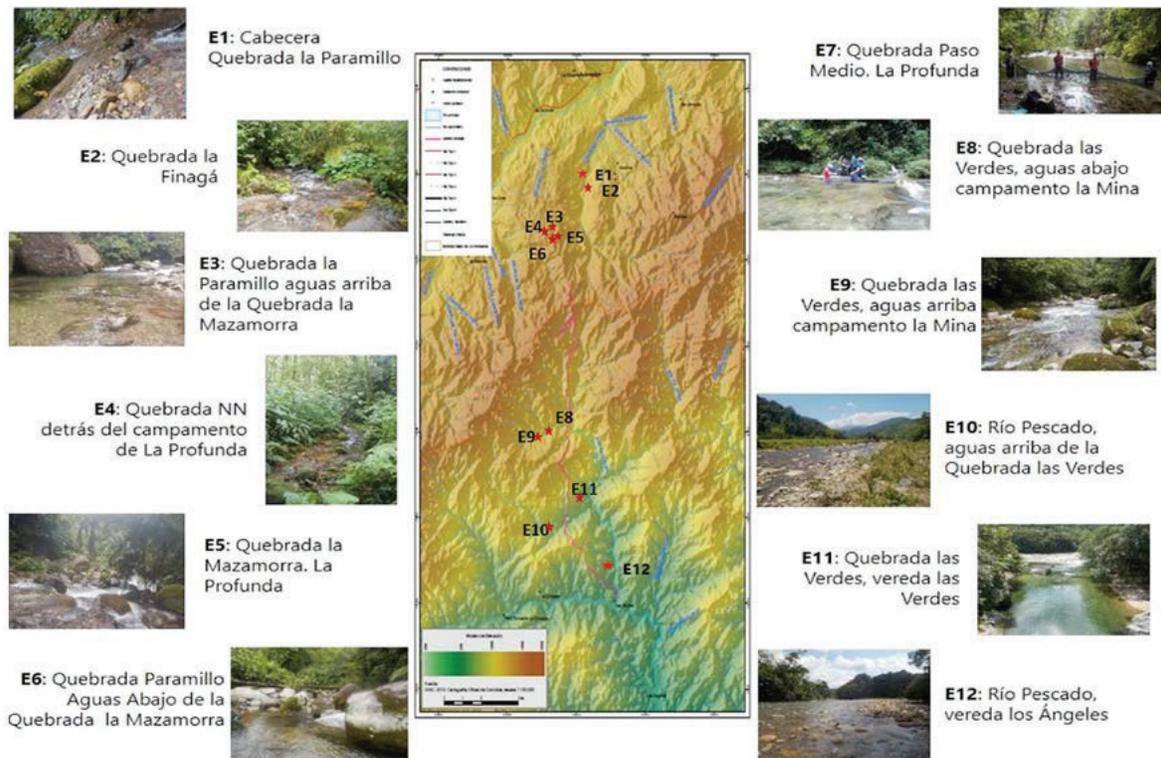


Figura 1. Estaciones muestreadas para el estudio de macroinvertebrados acuáticos.



Figura 2. Colecta de macroinvertebrados y separación previa en campo

Identificación de organismos y análisis de datos

El material previamente separado por orden o familia, fue identificado con claves taxonómicas para llevarlos a nivel de género y, cuando fue posible, a morfotipo. Se emplearon los trabajos compilatorios de Lopretto y Tell (1995), Fernández y Domínguez (2001), Thorp y Covich (2001), Domínguez y Fernández (2009), Springer *et al.* (2010) y Hamada *et al.* (2014). También se utilizaron otros trabajos específicos para cada tipo de fauna, que incluyeron claves o descripciones de taxones en particular. El material biológico se ingresó a la Colección de Macroinvertebrados Acuáticos de la Amazonia Colombiana (COMAC).

Para el examen de la distribución altitudinal, se efectuó un análisis de agrupamiento o clúster mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1948) con los datos de abundancia de los taxones, en Past program versión 2.17c (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Se registraron 6290 individuos que representan 109 géneros o morfotipos, 68 familias y 20 órdenes (anexo 1).

Los diez órdenes registrados de la clase Insecta acumularon 6204 individuos y las mayores abundancias relativas dentro de la clase la presentaron Ephemeroptera (24.45 %), Trichoptera (22.11 %), Coleoptera (18.79 %), Diptera (17.74 %), Hemiptera (6.6 %), Plecoptera (4.91 %) y Odonata (2.73 %). Megaloptera, Lepidoptera y Blattodea, órdenes minoritarios en la muestra con valores inferiores a 1 % (figura 3).

Ephemeroptera estuvo constituido por 6 familias y 29 géneros o morfotipos (figura 4). La familia Baetidae presentó la mayor riqueza de géneros (14), seguida de Leptophlebiidae (8) y Leptohyphidae (4); las otras dos familias (Euthyplociidae y Oligoneuriidae) estuvieron representadas por un solo género. Los géneros más abundantes corresponden a *Thraulodes* y *Leptohyphes*, que en conjunto representaron el 48.8 % de la colecta del orden.

Trichoptera se encontró conformado por diez familias y 17 géneros, que catalogan al grupo como uno de los más abundantes y diversos en el Camino Andakí (figura 4). Las familias de mayor abundancia relativa en la zona pertenecen a Hydropsychidae y Leptoceridae. Sin embargo, aunque Hydropsychidae es la familia más abundante solo incluyó dos géneros (*Smicridea*

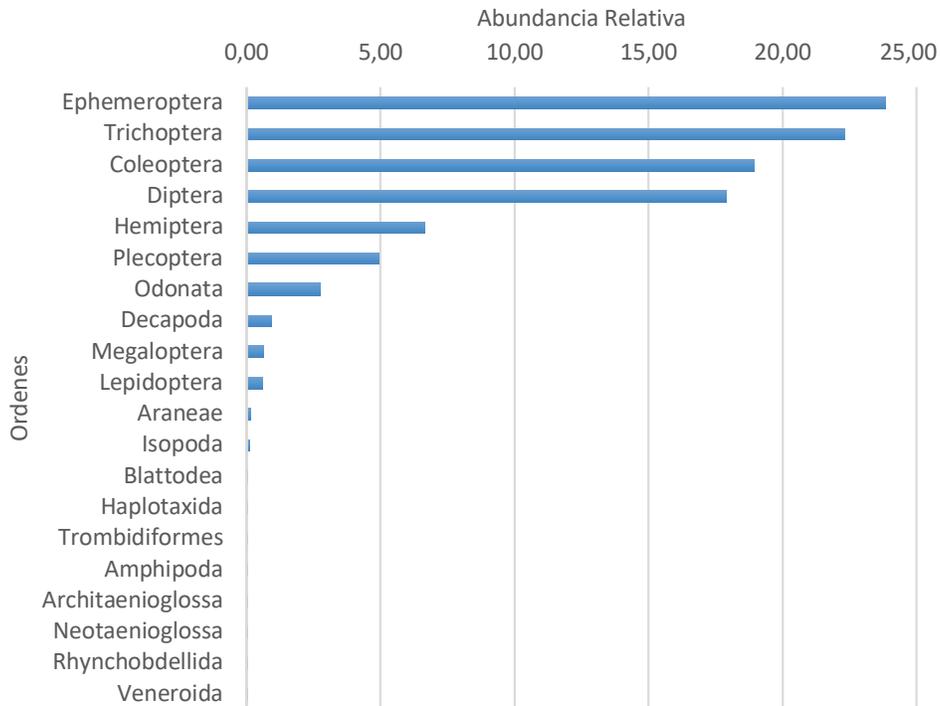


Figura 3. Abundancia relativa por Órdenes

y *Macronema*), mientras que Leptoceridae presentó cuatro (*Atanotolica*, *Grumichella*, *Nectopsyche* y *Triaenodes*).

Smicridea fue el género dominante dentro de los tricópteros, ya que conformó el 32.3 % del orden y junto a *Nectopsyche* y *Phylloicus* sumó el 67.4 % de la abundancia total de organismos

del orden; ocho géneros con abundancias intermedias y nueve con menos de diez ejemplares.

Coleoptera fue el orden más diverso en la zona de estudio, con 13 familias y 41 géneros o morfotipos (figura 4). Las familias y sus géneros predominantes en las quebradas evaluadas fueron Elmidae

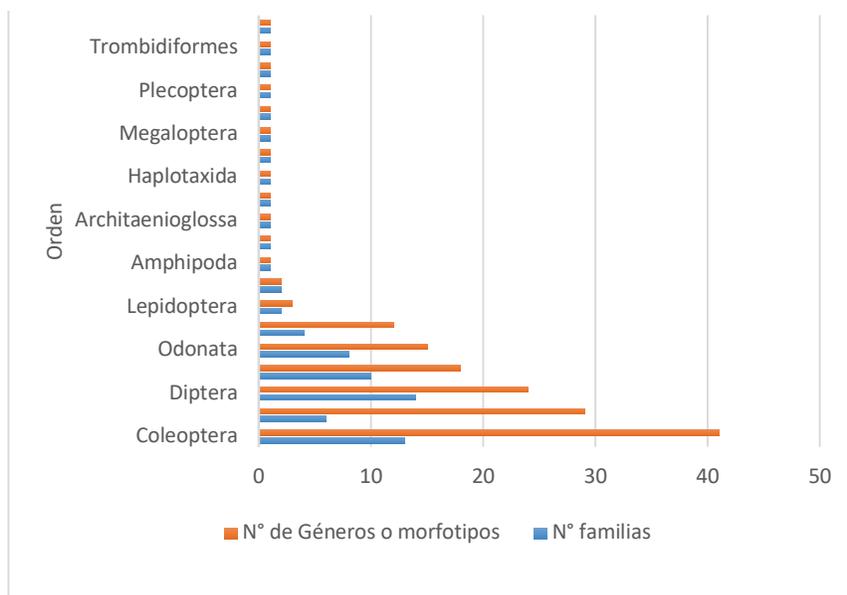


Figura 4. Riqueza taxonómica por Orden.

(*Heterelmis*) y Ptilodactylidae; adicionalmente, se registraron cinco familias con frecuencias entre 1 % y 5 % (Staphylinidae, Gyrinidae, Dryopidae, Psephenidae y Lutrochidae) y seis familias (Curculionidae, Dytiscidae, Lampyridae, Georyssidae, Hydrophilidae y Sirtidae) por debajo del 1 % de la abundancia total del orden.

Dentro de las familias con mayor riqueza de géneros están Elmidae (17), Dryopidae (4), Gyrinidae e Hidrophilidae (3). *Heterelmis* y Ptilodactylidae compete a los taxones más numerosos y frecuentes de Coleoptera, representaron el 35.8 % de la abundancia total del orden y se recolectaron en 11 de los 12 sitios muestreados.

Diptera constituyó un orden dominante en las quebradas evaluadas con 17.14 % de la entomofauna acuática total. Dentro del orden, la familia Chironomidae representó 79.3 % de la abundancia. Este orden estuvo en todas quebradas, con abundancias muy variables. El elevado número de Chironomidae recolectados (885 ejemplares) y las dificultades que representa su identificación taxonómica, hacen que solo se disponga de resolución taxonómica a nivel de subfamilia para este estudio.

Además de Chironomidae, en las quebradas se encontraron otras 12 familias; para 10 de ellas solo se alcanzó el nivel de familia por falta de información que permitiera una identificación confiable a nivel de género, lo cual sumado a la baja resolución taxonómica de Chironomidae, impide hacer una evaluación objetiva de la riqueza total de géneros en el ensamblaje de Diptera.

En las quebradas estudiadas, la fauna de Hemiptera estuvo constituida por 4 familias y 10 géneros o morfotipos (figura 4). El orden estuvo en todos los sitios y la composición de familias y géneros fue variable. Naucoridae y Veliidae conformaron el 94.5 % del orden con mayor abundancia. Para las dos familias de mayor presencia, los géneros *Limnocoris* y *Rhagovelia* fueron los más abundantes y aportaron el 74 % de la colecta total del orden. Los ocho géneros restantes incluyeron pocos individuos

e hicieron presencia en pocas quebradas del Camino Andakí, con excepción de *Cryphocrycos* (Naucoridae) que apareció en 8 de las 12 quebradas evaluadas.

El orden Plecoptera se presentó en todas las estaciones evaluadas, representado por un solo género (*Anacroneria*: Perlidae), contabilizando 309 ninfas; la estación donde menos organismos se colectaron fue la E12 (río Pescado, Vereda Los Ángeles) y su mayor abundancia fue en la E5 (quebrada La Mazamorra, La Profunda).

Odonata se encontró en todas las quebradas muestreadas con ocho familias y 14 géneros. *Polythore* (Polythoridae) fue el género mejor representado, con el 34.3 % de la abundancia total del orden, además fue hallado en 8 de las 12 quebradas evaluadas. Gomphidae fue la familia que exhibió la mayor riqueza de géneros (4) con predominancia del género *Epigomphus*.

Distribución altitudinal

El análisis de agrupamiento o clúster (figura 5) que utiliza el índice de similitud de Bray-Curtis ($r: 0.87$) estableció tres grupos principales, asociando 10 estaciones y dejando 2 de ellas como grupos poco afines. El primer grupo lo forman las estaciones (E1 y E2) de la parte más alta del rango altitudinal, estas comparten el 64 % de los taxones identificados en el estudio. El segundo grupo lo integran las estaciones (E3, E5, E6 y E7), que constituyen la parte media-alta del tramo altitudinal y tienen influencia de la quebrada Paramillo, antes de su desembocadura en la quebrada Las Verdes y comparten el 59 % de los géneros. El tercer grupo (parte media-baja) lo conforman estaciones (E8, E9, E10, y E11), con influencia de la quebrada Las Verdes y el río Pescado, estas comparten 50.67 % de los géneros. Las estaciones E4 y E12 que no aparecen dentro de los grupos, comparten el 42.67 % y el 32 % de los géneros identificados.

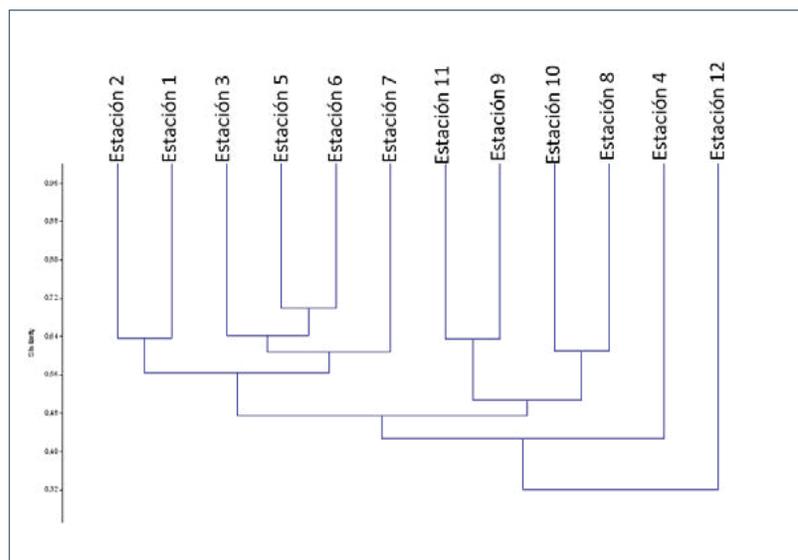


Figura 5. Dendrograma de afinidad basado en el índice de Bray-Curtis.

DISCUSIÓN

A continuación, se hace una breve descripción de los ensamblajes correspondientes a los principales órdenes de macroinvertebrados acuáticos registrados en las quebradas del Camino Andakí.

Ephemeroptera

La predominancia de las familias de Ephemeroptera encontradas en la zona de estudio (Baetidae, Leptohyphidae y Leptophlebiidae) y sus géneros representativos, en términos generales, concuerdan con la fauna del orden que se citan en cuerpos de agua corriente a nivel neotropical y nacional. Los géneros registrados son taxones de amplia distribución en diferentes regiones naturales, con énfasis particular en la parte andina y en diferentes rangos de altura (Roldán, 1985; Muñoz y Ospina, 1999; Gutiérrez y Reinoso, 2010; Casas *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 2009; Domínguez *et al.*, 2006; Springer *et al.*, 2010; Zúñiga *et al.*, 2013). Estos datos indican que las quebradas estudiadas albergan 66.7 % de las familias y 46.2 % de los géneros de Ephemeroptera conocidos en Colombia (Ephemeroptera da América Do Sul, 2020). En el ensamble a nivel genérico no se evidenciaron registros con distribución preferencial en la región Amazónica, lo que puede ser por la información deficiente que presenta esta región en Colombia. Futuros trabajos que permitan avanzar en la identificación taxonómica a nivel de especie, facilitarán una aproximación más objetiva a la conformación del ensamble de Ephemeroptera y el intercambio que ocurre entre la zona Andina y la Amazónica.

Trichoptera

Los resultados del estudio indican que la fauna de Trichoptera del Camino Andakí equivale al 76.9 % de las familias y 31.5 % de los géneros conocidos en Colombia (Muñoz-Quesada, 2000, 2004; Correa *et al.*, 1981; Ballesteros *et al.*, 1997; Posada *et al.*, 2000; Guevara-Cardona *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009; Vásquez-Ramos *et al.*, 2010; Oliveros-Villanueva *et al.*, 2020), lo cual constituye un aporte valioso al conocimiento de la diversidad local y regional del orden. Las familias predominantes del orden y sus géneros representativos en la zona de estudio, igual que en el caso de Ephemeroptera, corresponden a taxones de amplia distribución geográfica y altitudinal en cuerpos de agua corriente. Identificaciones a nivel específico son indispensables para conocer mejor la distribución e intercambio de taxones propios de las regiones Andina y Amazónica.

Coleoptera

Las quebradas estudiadas albergan una significativa porción de la diversidad del orden Coleoptera a nivel sudamericano. Con 27 géneros registrados, representa el 17.5 % de la fauna conocida en el país (Laython, 2017; Archangelsky *et al.*, 2009).

La dominancia de Elmidae y Ptilodactylidae es una situación común en cuerpos de agua corriente de diferente tipo, lo que concuerda, en parte, con la distribución general del orden a nivel sudamericano y nacional (Manzo, 2005; Mosquera *et al.*, 2002; Caupaz-Flórez *et al.*, 2006; Arias-Díaz *et al.*, 2007; Cardona *et al.*, 2009; Archangelsky *et al.*, 2009; González-Córdoba *et al.*, 2015a,b, 2016a,b).

Los 17 géneros de Elmidae reportados aquí igualan la riqueza de departamentos como Antioquia, Valle del Cauca y Chocó y representan el 65.4 % de la riqueza genérica del país (González-Córdoba *et al.*, 2015 b, 2016 b). Es importante citar a *Gyrelmis* y *Stegoelmis*, los taxones más relacionados con la zona oriental del país (Amazonia y Orinoquia) (González-Córdoba *et al.*, 2020). Su presencia en la transición andino-amazónica del departamento de Caquetá complementa registros recientes en el de Putumayo (González-Córdoba *et al.*, 2019, 2020). Otro registro por destacar en esta zona es el de *Pseudodisersus*, cuyos registros en Colombia están de manera preferencial en la región Andina y Pacífica (Spangler y Santiago, 1987; González-Córdoba *et al.*, 2016b), aunque el género se conoce en la cuenca amazónica del Ecuador (río Napo) (Spangler y Santiago, 1987). De esta manera, las quebradas evaluadas exhiben componentes de varias regiones biogeográficas, coinvirtiéndose en una especie de refugio de fauna con diferentes orígenes.

Diptera

En condiciones ambientales y rangos altitudinales similares, algunas quebradas del suroccidente colombiano también han evidenciado predominancia de este orden, representado principalmente por la familia Chironomidae (Chará *et al.*, 2007, 2009, 2011; Giraldo *et al.*, 2011) y es el componente de mayor presencia entre los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos y lénticos. En diferentes microhábitats, la información disponible aún es deficiente a nivel regional (Ospina-Torres *et al.*, 1999; Ruíz-Moreno *et al.*, 2000). Las dificultades en la identificación taxonómica y su bajo nivel de resolución en este estudio no permiten un análisis objetivo de la conformación del ensamble del orden, así como su distribución e intercambio en la región Andino-Amazónica.

Hemiptera

Los datos asociados a la composición de este orden en las quebradas estudiadas, concuerdan con la mayor riqueza de Naucoridae y Veliidae referidas para Sudamérica y a nivel regional (Aristizábal, 2002; Posso y González, 2008; Molano *et al.*, 2005; Parra-Trujillo *et al.*, 2008; Mazzucconi *et al.*, 2009).

La mayoría de los géneros encontrados pertenecen a Nepomorpha, considerados los verdaderos representantes de Hemiptera en la comunidad bentónica de ambientes acuáticos. Las familias Gerridae y Veliidae, en conjunto con sus cinco géneros asociados, forman parte de los Gerromorpha o Hemiptera de la

película superficial (Aristizábal, 2002; Roldán, 2003; Posso y González, 2008; Mazzucconi *et al.*, 2009). Características particulares del microhábitat, como presencia mayoritaria de macrófitas en el lecho del cauce y predominio de corrientes lentas en algunas de estas pequeñas quebradas, favorecen la existencia de un grupo de géneros, entre ellos *Cryphocricos* y *Limnocosis*, cuya aparición se relaciona mejor con ambientes lénticos que con cuerpos de agua corriente de diferente magnitud y caudal (Álvarez y Roldán, 1983; Mazzucconi *et al.*, 2009).

Los géneros de la familia Gerridae que se encontraron en este estudio, son típicos de quebradas con buena velocidad de corriente y con abundancia de rocas. *Limnogonus* y *Potamobates* se distribuyen entre la zona Amazónica y Andina; mientras que las especies de *Charmatometra* están asociadas a la Orinoquia (Polhemus y Polhemus, 1995; Molano-Rendón *et al.*, 2008), lo que demarca la presunta unión de biota de diferentes zonas biogeográficas en los cuerpos de agua del Camino Andakí.

La dominancia del género *Anacroneuria* en los ecosistemas muestreados corrobora la información reportada por Stark *et al.* (2009) a nivel neotropical. En general, este grupo de insectos se encuentran en corrientes rápidas, con altos niveles de saturación de oxígeno, altos porcentajes de sustratos gruesos en el lecho y presencia de hojarasca (Zúñiga, 2010; Zúñiga *et al.*, 1993; Tamaris-Turizo *et al.*, 2007). En Colombia el género es de amplia distribución geográfica y altitudinal en diferentes regiones naturales y tipos de ecosistemas acuáticos, con mayor relación con la zona Andina que con tierras bajas amazónicas (Zúñiga, 2010).

Odonata

En general, Odonata no es un componente abundante de la entomofauna en ambientes lóticos y cuerpos de agua de primer, segundo o tercer orden (Arango y Roldán, 1983; Zúñiga *et al.*, 1993 y 1994; Cardona *et al.*, 2009; García *et al.*, 2009; Meza *et al.*, 2012). Pese a esto, aquí se registra el 57 % de las familias y un poco más del 10 % de los géneros conocidos para la vertiente amazónica en Colombia. Así mismo, se citan por primera vez 10 géneros para el departamento de Caquetá: (*Palaemnema*, *Heteragrion*, *Enallagma**, *Rhionaeshna**, *Archaeogomphus**, *Epigomphus**, *Gomphoides**, *Brachymesia*, *Elga* y *Elasmothermis**); de los cuales seis (*) son nuevos registros para la cuenca amazónica colombiana (Bota-Sierra *et al.*, 2015; Bota-Sierra *et al.*, 2018). Estos taxones son conocidos en la parte amazónica de Perú, Brasil y Ecuador (Hoffman, 2009; Mauffray y Tennesen, 2019; Koroiva *et al.*, 2020).

Los nuevos reportes para la región y el departamento tienen distribuciones y aspectos biogeográficos interesantes: por ejemplo, *Rhionaeshna* es un género que no está muy bien distribuido en la Amazonia y parece tener más una relación con la zona Andina-Pacífica (Von Ellenrieder, 2003). Por otro lado, los géneros *Archaeogomphus*, *Epigomphus* y *Elasmothermis* están bien distribuidos en el país y el continente (Von Ellenrieder y

Garrison, 2009; Tobias-Loaiza y Tamaris-Turizo, 2019; Amaya-Perilla y Palacino-Rodríguez, 2012; Cuéllar-Cardoso *et al.*, 2018), lo que puede estar reflejando la falta de información en la zona estudiada (Bota-Sierra *et al.*, 2015; Bota-Sierra *et al.*, 2018). Estos datos corroboran que en la región confluyen identidades taxonómicas de provincias biogeográficas distintas, convirtiéndose en una zona importante para la conservación de la fauna y la flora del recurso hídrico.

Distribución altitudinal

El índice de similitud de Bray Curtis muestra un cambio gradual en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados, en parte como consecuencia del reemplazo que se da entre los diferentes taxones de las comunidades, la variedad de microhábitat y, en general, la estructura de los cuerpos de agua entre los diferentes niveles altitudinales estudiados.

En la zona se conformaron tres grupos con similitudes importantes entre ellos, los cuales se asociaron de manera clara con los rangos altitudinales de las estaciones que allí se agruparon en la parte alta, la media alta, con influencia de la quebrada Paramillo, antes de su desembocadura en la quebrada Las Verdes, y la media baja. Estos tramos comparten entre el 64 % y el 50.67 % de los taxones encontrados en el ensamble de macroinvertebrados. Con respecto a la Estación 12, se podría decir que es el sitio que tiene el ensamblaje de macroinvertebrados con menos componentes comunes, frente a las demás estaciones, teniendo en cuenta que 10 de los taxones allí encontrados no aparecen en otra estación de muestreo (*Pomacea*, *Laccobiini*, *Forcipomyia*, *Aturbina*, *Potammobates sumaco*, *Stridulivelia cinctipes*, *Enallagma*, *Archaeogomphus*, *Oxyethira* y *Sphaeriidae*). Esto indica el recambio de taxones, condición influenciada por el ascenso del rango altitudinal, al menos para esta cuenca, ya que este es un factor que incide en la riqueza y composición de especies, en especial, para invertebrados (Huston, 1994; Rahbek, 1995; Nogués-Bravo *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

En conjunto, la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos registrados en la transición andino-amazónica del departamento de Caquetá (Camino Andakí) fue de 109 géneros, con lo que se amplía considerablemente el conocimiento de la riqueza, composición y distribución de esta comunidad en el flanco oriental de la cordillera Oriental en Colombia. De igual forma, en este trabajo se amplía la distribución de 10 géneros de Odonata para el departamento de Caquetá y seis para la cuenca amazónica colombiana.

La transición andino-amazónica donde queda el Camino Andakí, actúa como lugar de encuentro de fauna de varios orígenes biogeográficos, además, de funcionar como corredor biológico de varios grupos y albergar un importantísimo acervo

de la diversidad del país y del continente. Se destaca la presencia de los géneros *Rhionaeshna* (Odonata) y *Charmatometra* (Hemiptera), así como la de *Gyrelmis*, *Stegoelmis* y *Pseudodisersus* (Coleoptera:Elmidae), todos ellos con distribuciones en regiones naturales diferentes: Andina, Pacífica, Orinoquia y Amazonia, aunque poco conocidos en la Amazonia colombiana.

La ubicación de las estaciones respecto a la altitud tuvo un efecto en la estructura de las comunidades; evidencia de esto fue la conformación de tres grupos con similitudes importantes entre sí, que claramente se correlacionaron con los rangos altitudinales de las estaciones que allí se agruparon. Además, “restringió” la distribución de los taxones: *Pomacea*, *Laccobiini*, *Forcipomyia*, *Aturbina*, *Potammobates sumaco*, *Stridulivelia cinctipes*, *Enallagma*, *Archaeogomphus*, *Oxyethira* y *Sphaeriidae* a la estación en la parte más baja del área de estudio (E-12: río Pescado, vereda Los Ángeles).

Es necesario dar continuidad a estos estudios en zonas con poca información disponible. Mejorar la resolución e identificación taxonómica a nivel de especie, será un valioso aporte para avanzar en el conocimiento del inventario nacional de los macroinvertebrados acuáticos y para conocer e interpretar mejor los aspectos relacionados con la riqueza y distribución de las especies, así como su interrelación entre diferentes regiones naturales tanto en Colombia como en el Neotrópico.

AGRADECIMIENTOS

El estudio fue financiado por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación- COLCIENCIAS, a través del proyecto COLOMBIA BIO. Al biólogo Dairon Cárdenas por ser el gestor y líder del proyecto, a Gilma Virgüez y Erasmo González de la Fundación Tierra Viva por su apoyo y acompañamiento, a los pobladores locales Jhon W. Calderón Tapiero, Ferney Perilla Ríos, Luis E. Perilla Ríos, Diego Caicedo, Fabián Ramos, Liver Ramos Gómez, Efraín Mora Plazas y Ernesto Rojas, por el apoyo en las extenuantes jornadas de campo y a John Jairo Potosí, auxiliar de laboratorio en Leticia, y a William Castro Pulido, de la sede de Mitú del Instituto SINCHI, por la colaboración con el mapa.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, L.F. & Roldán, G. (1983). Estudio del orden Hemiptera (Heteroptera) en el departamento de Antioquia a diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 12 (44), 31-45.
- Amaya-Perilla, C. & Palacino-Rodríguez, F. (2012). An Updated List of the Dragonflies (Odonata) of Meta Department, Colombia, with Forty-six New Department Records. *Bulletin of American Odonatology*, 11(2), 29-38.
- Arango, M.C. & Roldán, G. (1983). Odonatos inmaduros del departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 12(46), 91-105.
- Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M.C. & Torres, P.L.M. (2009). Coleoptera. En E. Domínguez y H. Fernández (eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología* (pp. 411-468). Primera edición. Fundación Miguel Lillo.
- Arias-Díaz, D.M., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G. & Villa-Navarro, F.A. (2007). Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia*, 29(1), 177-194.
- Aristizábal, H. (2002). *Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia Parte I. Familia Gerridae*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editores Guadalupe Ltda.
- Ballesteros, Y.V., Zúñiga, M. del C. & Rojas, A.M. (1997). Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationships to water quality. *Proceeding of the 8th International Symposium on Trichoptera* (pp.19-23), Ohio Biological Survey.
- Bota-Sierra, C.A., Moreno-Arias, C. & Faasen, T. (2015). Trichoptera; Preliminary list of Odonata from the Colombian Amazon, with descriptions of *Inpabasis nigradorsum* sp. nov. & *Diaphlebia richteri* sp. nov. (Coenagrionidae & Gomphidae). *International Journal of Odonatology*, 18(3), 249-268.
- Bota-Sierra, C.A., Sánchez-Herrera, M. & Palacino-Rodríguez, F. (2018). Odonata from protected areas in Colombia with new records and description of *Cora verapax* sp. nov. (Zygoptera: Polythoridae). *Zootaxa*, 4462(1), 115-131.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. (1948). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 326-349.
- Cardona, W., Cultid, C., Zúñiga, M. del C., Chará, J., Chará-Serna, A.M. & Giraldo, L.P. (2009). Diversidad de géneros de Ephemeroptera, Coleoptera y Trichoptera en la cuenca media-alta del río Otún, Risaralda, Colombia. *Resúmenes XXXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología* (p. 166).
- Casas, L., Córdoba-Aragón, K.E., Asprilla-Murillo, S. & Mosquera, Z. (2006). Composición y distribución del orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendó y Catugadó, Quibdó-Chocó (Colombia). *Asociación Colombiana de Limnología-Neolimnos*, 1, 92-97.
- Caupaz-Flórez, F., Reinoso, G., Guevara, G. & Villa, F.A. (2006). Diversidad y distribución de la familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) en la cuenca del río Prado (Tolima, Colombia). *Asociación Colombiana de Limnología-Neolimnos*, 1, 106-116.
- Chará, J., Pedraza, G., Giraldo, L.P. & Hincapié, D. (2007). Efecto de corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Revista Agroforestería de las Américas*, 45, Artículo 8.
- Chará, J., Giraldo, L.P., Zúñiga, M. del C., Chará-Serna, A.M. & Pedraza, G.X. (2011). Cambios en el ambiente acuático asociado a la restauración del corredor ribereño en una quebrada afectada por ganadería en la cuenca del río La Vieja, Colombia. En O. Vargas-Ríos, S.P. Reyes (eds.). *La restauración ecológica en la práctica: Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica* (pp. 564-572). Universidad Nacional de Colombia.

- Chará, J., Zúñiga, M. del C., Giraldo, L.P., Pedraza, G., Astudillo, M., Ramírez, L. & Posso, C.E. (2009). Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la cuenca del río La Vieja, Colombia. (pp. 129-142). En J.M. Rodríguez, J.C. Camargo, J. Niño, A.M. Pineda, L.M. Arias, M.A. Echeverry & L.C. Miranda (eds.), *Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del Eje Cafetero*. CIEBREG. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Patrimonio Natural. (2013). *Amazonia posible y sostenible*. Editorial CEPAL, Patrimonio Natural.
- Correa, M., Machado, T. & Roldán, G. (1981). Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el departamento de Antioquia a diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 10(36), 35-48.
- Cortés, Y.Y., Hernández, L.C. & Peláez, M. (2016). Calidad del agua de la quebrada la Yuca en el campus social de la Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá) Colombia, *Mom. Cien.*, 13(1), 51-57.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. (2009). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de la Quebrada la Resaca (Belén de los Andaquíes), Departamento de Caquetá. Disponible en línea en: https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Ordenamiento/POMCA/POM_RESACA.pdf
- Cuéllar-Cardoso, J., Jaramillo, M. & Castro-Rebolledo, M. (2018). Los Odonatos del bosque seco tropical de Colombia. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14 (1), 44-58.
- Días, L.G., Zúñiga, M. del C. & Bacca, T. (2009). Estado actual del conocimiento de Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. *Memorias XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología* (pp. 236-253).
- Domínguez, E. & Fernández, H.R. (eds). (2009). *Macroinvertebrados bentónicos suramericanos. Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D. & Nieto, C. (2006). Ephemeroptera of South America. En J. Adis, J.R. Arias, G. Rueda-Delgado & K.M. Wantzen (eds.). *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*, Vol. 2. Pensoft.
- Ephemeroptera Da América Do Sul. (2020). Disponible en: <http://ephemeroptera.com.br/pais/colombia/> Consultado el 23 de mayo de 2020.
- Etter, A. (1992). Caracterización ecológica general y de la intervención humana en la Amazonia colombiana. En G. Andrade, A. Hurtado & R. Torres, *Amazonia colombiana: diversidad y conflicto* (pp.27-67). Comisión Nacional de Investigaciones Amazónicas CONIA, Colciencias, Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas-CEGA-.
- Fernández, H.R. & Domínguez, E. (eds.). (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos suramericanos*. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.
- García, J.F., Cantera, J., Zúñiga, M. del C. & Montoya, J. (2009). Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (Andén pacífico vallecaucano, Colombia). *Revista de Ciencias de la Universidad del Valle*, 13, 27-48.
- Giraldo, L.P., Chará, J., Zúñiga, M. del C., Pedraza, G.X. & Chará-Serna, A.M. (2011). Efectos de los corredores ribereños sobre características bióticas y abióticas de quebradas ganaderas en la cuenca del río La Vieja, Colombia. En O. Vargas-Ríos, S.P. Reyes (eds.), *La restauración ecológica en la práctica: Memorias I Congreso Colombiana de Restauración ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica* (pp. 583-591). Universidad Nacional de Colombia.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., Torres-Zambrano, N.N. & Manzo, V. (2015a). Primer registro de las especies *Neolimnius palpalis* HINTON Y *Pilielmis apama* Hinton (Coleoptera: Elmidae) para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 16(1), 27-33.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C. & Manzo, V. (2015b). Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento de Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 16(2), 50-74.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., Manzo, V., Giraldo, L.P. & Chará, J. (2016a). *Notelmis* Hinton y *Onychelmis* Hinton (Coleoptera: Elmidae: Elminae) de Colombia: Claves taxonómicas ilustradas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 16(2), 1-17.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., Mosquera-Murillo, Z. & Sánchez-Vásquez, S. (2016b). Riqueza y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera: Byrrhoidea) en el departamento de Chocó, Colombia. *Revista Intropica*, 11, 85-95.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C., Manzo, V., Granados-Martínez, C. & Panche, J. (2019). Nuevos registros y datos de distribución de diez especies y cuatro géneros de élmidos (Coleoptera: Elmidae) para Colombia. *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, 23(1), 247-266.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C. & Manzo, V. (2020). La familia Elmidae (Insecta: Coleoptera:Byrrhoidea) en Colombia: riqueza taxonómica y distribución. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171), 522-553.
- Guevara-Cardona, G., López-Delgado, E.O., Reinoso-Flórez, G. & Villanar, F. (2007). Structure and distribution of the Trichoptera fauna in a Colombian Andean river basin (Prado, Tolima) and their relationship to water quality. En J. Bueno Soria, R. Barba-Álvarez & B. Armitage (eds.), *Proceeding of the XII International Symposium on Trichoptera* (pp. 129-134). The Caddis Press.
- Gutiérrez, C. & Reinoso-Flórez, G. (2010). Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento de Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana*, 11(1y 2), 23-32.
- Gutiérrez, G., Peláez, J., Rodríguez, M. & Ovalle-Serrano, H. (2016). Macroinvertebrados acuáticos presentes en dietas de peces de la cuenca del río Hacha (Caquetá-Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 420-432.
- Gutiérrez, R.F., Acosta, L.E. & Salazar, C.A. (2004). *Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana, un enfoque para el desarrollo sostenible*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI-Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-Colciencias.
- Hamada, N., Nessimian, J.L. & Barbosa, R. (eds). (2014). *Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: Taxonomia, Biología e Ecología*. INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia).
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Paul, D.R. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.

- Palaeontologia Electronica*, vol. 4, issue 1, art. 4, 9 pp., 178kb. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Herzog, S.K., Jørgensen, P.M., Martínez, R., Güingla, C., Martius, E.P., Anderson, D.G., Hole, T.H. & Hoffmann, J. (2009). Summary catalogue of the Odonata of Peru. *IDF-Report*, 16, 1-115.
- Hoffmann, J. (2009). Summary catalogue of the Odonata of Peru: kommentiertes Faksimile des Manuskripts von J. Cowley, Cambridge, 20.05.1933 und aktuelle Liste der Odonaten Perus mit Fundortangaben sowie Historie zu Sammlern und Odonatologen in Peru. *IDF-Report: Newsletter of the International Dragonfly Fund*, (16).
- Huston, M.A. (1994). *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC. (1993). *Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento de Caquetá*. Primera edición. Tercer mundo editores.
- Koroiva, R., Neiss, U.G., Fleck, G. & Hamada, N. (2020). Checklist of dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) of the Amazonian state, Brazil. *Biota Neotropica*, 20(1).
- Kroonenberg, S. (1983). Litología, metamorfismo y origen de las granulitas del macizo de Garzon, cordillera Oriental (Colombia). *Geología Norandina*, 39-46.
- Lasso, C.A., Blanco-Libreros, J.F. & Sánchez-Duarte, P. (eds.). (2015). *XII cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Laython, M.A. (2017). *Los coleópteros acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, distribución y taxonomía*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de Biología.
- López-Erazo, I.S., Gaspar, S. & Peláez-Rodríguez, M. (2012). Aplicación de índices bióticos para la evaluación de la calidad del agua de un río Andino- Amazónico. *Momentos de Ciencia*, 9(2), 106-112.
- Lopretto, E.C. & Tell, G. (eds.). (1995). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur, tomo III.
- Manzo, V. (2005). Key to the South American genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40(3), 201-208.
- Mauffray, W.F. & Tennessen, K.J. (2019). A Catalogue and Historical Study of the Odonata of Ecuador. *Zootaxa*, 4628(1), 1-265.
- Mazzucconi, S.A., López, R.M. & Bachmann, A.O. (2009). Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. En E. Domínguez y H. Fernández (eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología* (pp. 168-231). Primera edición. Fundación Miguel Lillo.
- Meza, A.M., Rubio, J., Días, L. & Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443- 456.
- Molano, F., Cardona, A., García, A.L., Castro, A.F., Rivera, C., Parra, D., Suárez, H., Rodríguez, I., Valencia, J. & Restrepo, M. (2005). Contribución al conocimiento de chinches acuáticos y semiacuáticos de la Reserva Montaña del Ocaso, Quimbaya, Quindío. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 17, 210- 18.
- Molano-Rendón, F., Morales-Castaño, I.T. & Serrato-Hurtado, C. (2008). Clasificación y hábitats de Gerridae (Heteroptera-Gerromorpha) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 13(2), 41- 60.
- Mosquera, S., Zúñiga, M. del C. & Guevara, G. (2002). Diversidad y distribución de coleópteros acuáticos y semiacuáticos con énfasis en la familia Elmidae en el suroccidente colombiano. En *Resúmenes V Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de Limnología del alto Amazonas*.
- Mosquera-Guerra, F. (2015). Estructura y composición de macroinvertebrados del río Caquetá. *Momentos de Ciencia*, 12(1), 25-38.
- Muñoz, D., Ospina, R. (1999). Guía para la identificación genérica de los Ephemeroptera de la sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos. *Actualidades Biológicas*, 21(70), 47-60.
- Muñoz-Quesada, F. (2000). Especies del orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. *Biota Colombiana*, 1, 267-288.
- Muñoz-Quesada, F. (2004). El orden Trichoptera (Insecta) en Colombia: II inmaduros y adultos, consideraciones generales. En F. Fernández, M.G. Andrade y G. Amat (eds.). *Insectos de Colombia* (pp. 319-349), vol. 3. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Fonseca, G. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Nogués-Bravo, D., Araujo, M.B., Romdal, T. & Rahbek, C. (2008). Scale effects and human impact in the elevational species richness gradients. *Nature*, 453, 216-220.
- Oliveros-Villanueva, J.D., Tamaris-Turizo, C.E. & Serna-Macias, D.J. (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.
- Ospina-Torres, R., Riss, W. & Ruíz, J.L. (1999). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) de la sabana de Bogotá. En G. Amat, M.G. Andrade y F. Fernández. (eds.), *Insectos de Colombia*, vol. 2. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras nro. 13. .
- Parra-Trujillo, Y.T., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G. & Gutiérrez, C. (2008). Diversidad y distribución de los hemípteros (Hemiptera: Heteroptera) en la cuenca del río Totaré (Tolima, Colombia). En *Resúmenes VIII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de Cuencas Bajas y Estuarinas*. Cali, Colombia.
- Polhemus, J.T. & Polhemus, D.A. (1995). A phylogenetic review of the *Potamobates* fauna of Colombia (Heteroptera: Gerridae), with descriptions of the three new species. *Proceeding of the Biological Society of Washington*, 97(2), 350-372.
- Posada, J.A., Roldán, G. & Ramírez, J.J. (2000). Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48, 59-70.

- Posso, C.E. & González, O.R. (2008). Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(2), 230-238.
- Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18(2), 200-205.
- Ricaurte, L.F., Núñez-Avellaneda, M., Pinilla, M.C., Marín, C.A., Velásquez-Valencia, A., Alonso, J.C., Mojica, J.I., Betancourt, B., Salazar, C.; Caicedo, D., Acosta-Santos, A., Castro, W. & Argüelles, J.H. (2015). *Inventario y tipificación de humedales en la cuenca del río Orteguaza, departamento de Caquetá, Amazonia colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Convención de Ramsar.
- Roldán, G. (1985). Contribución al conocimiento de las ninfas de efemerópteros en el departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 14(51), 3-13.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: uso del método BMWP/Col*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Rosgen, D.L. (1994). A classification of natural rivers. *CATENA*, 22(3), 169-199.
- Rudas, A. (2009). *Unidades ecogeográficas y su relación con la diversidad vegetal de la Amazonia colombiana*. Tesis. Universidad Nacional de Colombia.
- Ruíz-Moreno, J., Ospina-Torres, R. & Riss, W. (2000). Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la sabana de Bogotá. II. Subfamilia Chironominae. *Caldasia*, 22(1), 15-33.
- Serrato-Hurtado, C. & Duque, S.R. (2008). Calidad de las aguas de sistemas de la Amazonia Andina colombiana, a través de la bioindicación con macroinvertebrados acuáticos. En A. I. Buitrago & E. M. Jiménez (eds), *Gente, tierra y agua en la Amazonia* (pp. 215-240). Imanimundo 3. Editora Guadalupe Ltda. .
- Spangler, P.J. & Santiago, S. (1987). A revision of the Neotropical aquatic beetle genera *Disersus*, *Pseudodisersus*, and *Potamophilops* (Coleoptera: Elmidae). *Smithson. Contr. Zool*, 446, 1-40.
- Stark, B.P., Froehlich, C. & Zúñiga, M. del C. (2009). South American Stoneflies (Plecoptera). Aquatic Biodiversity. En J. Adis, J.R. Arias, G. Rueda-Delgado, K.M. Wantzen (eds.). *Aquatic Biodiversity in Latin America* (ABLA), vol. 5. Pensoft.
- Tamaris-Turizo, C., Turizo-Correa, R. & Zúñiga, M. del C. (2007). Distribución espacio temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia*, 29(2). 375-385.
- Thorp, J. & Covich, A. (eds.). (2001). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press.
- Tobias-Loaiza, M. & Tamariz-Turizo, C.E. (2019). Odonatos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: una lista preliminar. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 43(167), 212-218.
- Tognelli, M.F., Lasso, C.A. Bota-Sierra, C.A., Jiménez-Segura, L.F. & Cox, N.A. (eds.). (2016). *Estado de conservación y distribución de la biodiversidad de agua dulce en los Andes tropicales*. UICN.
- Vásquez-Ramos, J.M., Ramírez-Díaz, F. & Reinoso-Flórez, G. (2010). Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totaré (Tolima-Colombia). *Caldasia*, 32(1), 129-148.
- Von Ellenrieder, N. (2003). A synopsis of the Neotropical species of "Aeshna" Fabricius: the genus *Rhionaeschna* Förster (Odonata: Aeshnidae). *Tijdschrift Voor Entomologie*, 146(1), 67-207.
- Von Ellenrieder, N & Garrison, R. (2009). Odonata. En E. Domínguez y H. Fernández (eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Zúñiga, M. del C. (2010). Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacroneuria* (Perlidae). *Momentos de Ciencia*, 7, 101-112.
- Zúñiga, M. del C., Rojas, A.M. & Caicedo, G. (1993). Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del río Cauca. *Revista Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia-AINSA*, 13(2), 17-28.
- Zúñiga, M. del C., Rojas de Hernández, A.M. & Serrato, C. (1994). Interrelación de índices ambientales de calidad en cuerpos de aguas superficiales del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 20(2), 124-130.
- Zúñiga, M. del C., Chará, J., Giraldo, L.P., Chará-Serna, A.M. & Pedraza G.X. (2013). Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región Andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. *Dugesiana*, 20(2), 263-277.





Quebrada LaParamillo, Camino Andaki. Foto: Marcela Núñez