



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos "Alexander von Humboldt"

Colombia

Barros-Núñez, Esteffany P.; Granados-Martínez, Cristian E.
Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia
Biota Colombiana, vol. 17, núm. 1, enero-junio, 2016, pp. 53-63
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148412005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Ephemeroptera associated with eight rivers in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Esteffany P. Barros-Núñez y Cristian E. Granados-Martínez

Resumen

Los Ephemeroptera son un orden de insectos de gran importancia en la comunidad bética, por ser bioindicadores de la calidad del agua, considerándose claves para la conservación. A pesar de la densa red hidrográfica de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), región Caribe de Colombia, el conocimiento de los ensamblajes de macroinvertebrados acuáticos es insuficiente. Los estudios limnológicos se han centrado mayormente en el río Gaira. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición y estructura del orden Ephemeroptera en ocho ríos de la SNSM. Las muestras fueron colectadas entre octubre-noviembre de 2013. Se midieron parámetros físicos-químicos *in situ*, los nutrientes y microorganismos se analizaron en laboratorio. Además, se determinó la composición y la abundancia taxonómica; así mismo se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) con los parámetros biológicos, físico-químicos y microbiológicos. Se colectaron un total de 1924 individuos distribuidos en 5 familias y 12 géneros. Los taxa más abundantes fueron *Leptohyphes* (25 %), *Baetodes* (25 %) y *Prebaetodes* (9 %). De acuerdo con el ACC la temperatura fue la variable que mejor explicó la varianza de la presencia de los taxones. Los afluentes de la SNSM son importantes reservorios de diversidad de organismos acuáticos. Los resultados obtenidos son un aporte al conocimiento del orden Ephemeroptera.

Palabras clave. Composición. Cuenca del Caribe. Departamento del Cesar. Departamento del Magdalena. Macroinvertebrados acuáticos.

Abstract

The Ephemeroptera are an order of insects very important in the benthic community, being bio-indicators of water quality, considering key conservation. Despite the dense hydrographic network of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia Caribbean region, knowledge of aquatic macroinvertebrates assemblage is insufficient; limnological studies have focused mostly on the Gaira River. The aim of this study was to determine the composition and structure of the order Ephemeroptera in eight rivers of the SNSM. The samples were collected between October-November 2013. In situ physical and chemical parameters were measured; nutrients and microorganisms were analyzed in the laboratory. In addition, the taxonomic composition and abundance was determined; Likewise Canonical Correspondence Analysis (CCA) with the physico-chemical and microbiological biological parameters was performed. 1924 individuals distributed in five families and 12 genera were collected. The most abundant taxa were Leptohyphes (25 %), Baetodes (25 %), and Prebaetodes (9 %). According to the CCA, the temperature was the variable that best explained the variance of the presence of taxa. The basins of the SNSM remain important reservoirs of diversity of aquatic organisms. The results are a contribution to the knowledge of the order Ephemeroptera.

Key words. Aquatic macroinvertebrates. Caribbean basin. Composition. Cesar State. Magdalena State.

Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son estudiados principalmente como bioindicadores de calidad de agua, puesto que son receptivos a las alteraciones del ambiente donde viven (Zúñiga y Cardona 2009). Por su parte, los Ephemeroptera tienen una gran abundancia en el ensamblaje de insectos acuáticos de los ambientes lóticos y cumplen distintas funciones ecológicas, por las cuales se considera importante su conservación, ya que en la red trófica conectan a los productores primarios con los consumidores secundarios (Ortáz 1993, Gonzalez *et al.* 2009, Gutiérrez 2012).

Actualmente para América del Sur se han reportado aproximadamente 100 géneros y 460 especies de Ephemeroptera (Gutiérrez y Dias 2015). En Colombia Dias *et al.* (2009) reportaron 9 familias, 53 géneros y 67 especies, estos registros representan aproximadamente el 53 % de los géneros y el 14,6 % de las especies conocidas para la fauna de Ephemeroptera en Sur América. Hasta el momento en la SNSM se reportan 11 géneros (*Americabaetis*, *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Mayobaetis*, *Nanomis*, *Lachlania*, *Leptohyphes*, *Prebaetodes*, *Tricorythodes*, *Thraulodes* y *Terpides*) distribuidos en las familias Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Oligoneuriidae (Escobar 1989, Guerrero-Bolaño *et al.* 2003, Martínez 2010, Rodríguez-Barrios 2011, Eyes-Escalante *et al.* 2012, Granados-Martínez 2013, Tamaris-Turizo *et al.* 2013, Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo 2014, Rúa *et al.* 2015).

Durante los últimos años en la SNSM los asentamientos y las áreas cultivadas (p. e. café, palma africana, cacao, lulo) se han incrementado (Pro-Sierra *et al.* 1998). Esto genera problemas de oferta hídrica, ya que las aguas servidas de las zonas pobladas y los desechos de cultivos son descargados a los afluentes sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando la contaminación del recurso hídrico (Viloria 2005) y pérdida de la diversidad. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la composición y estructura del orden Ephemeroptera en ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Material y métodos

Área de estudio

La SNSM es un macizo montañoso aislado de la cordillera de los Andes, situado al norte de Colombia, entre los 10° 01' 05" y 11° 20' 11"N y los 72° 36' 16" y 74° 12' 49"O. Su apariencia es la de una pirámide de base triangular, con un área aproximada de 12230 km² calculados a partir de nivel de los 200 m s.n.m. que la circundan. El flanco norte bordea el Mar Caribe desde las tierras planas y áridas del sur de la península Guajira hasta los alrededores de Santa Marta, en la desembocadura del río Manzanares. El flanco occidental limita con el Mar Caribe, la Ciénaga Grande de Santa Marta y la planicie aluvial del río Magdalena, desde la desembocadura del río Manzanares hasta la población de Bosconia. Finalmente, el flanco oriental está enmarcado por los valles de los ríos Cesar al sur y Ranchería al norte, entre Bosconia y la población de Cuestecitas (Pro-Sierra *et al.* 1998).

El estudio se realizó en la época de lluvias (octubre-noviembre) de 2013 en ocho afluentes de la SNSM ubicados en los departamentos del Magdalena y Cesar (Colombia) (Figura 1). La altura de los afluentes estudiados varió desde los 51 hasta los 1363 m s.n.m., las coordenadas y las alturas se encuentran en la tabla 1. Las estaciones de muestreo (Figura 2) presentaban intervención antrópica moderada, dada por asentamientos y agricultura y establecimiento de diques.

Métodos de muestreo

Siguiendo la metodología propuesta por Frissell *et al.* (1986), en cada afluente se seleccionaron tres tramos de 100 m, de acuerdo a las consideraciones espaciales, con el criterio de suficiente heterogeneidad microgeomorfológica y el sistema de rápidos y remansos desarrollado por Dunne y Leopold (1978), para luego seleccionar un conjunto de rápidos y remansos (Rodríguez-Barrios 2011).

En los sitios, con la ayuda de una red Surber con apertura de malla de 250 µm (área de muestreo=0,09 m²), se tomaron 10 muestras en cada punto de muestreo.

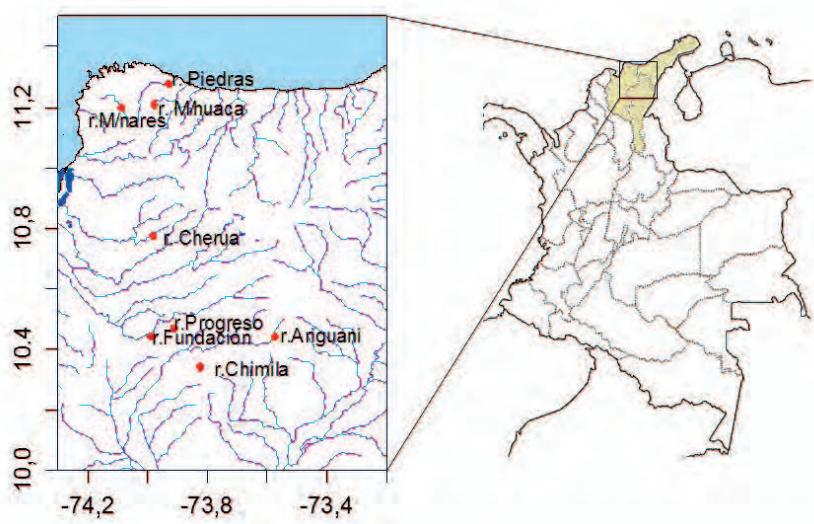


Figura 1. Ubicación de las ocho estaciones de muestreo en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo y los parámetros fisicoquímicos. Tem-°C: temperatura, Cond: conductividad, OD: oxígeno disuelto, Sol: sólidos totales, CT: coliformes totales, CF: coliformes fecales, NO²: nitrito, NO³: nitrato, PO⁴: fosfatos

Ríos	Coordinada geográfica	Altura (m s.n.m.)	pH	Temp. (°C)	Cond (μS/cm)	OD (mg/L)	Sol	CT (NM-P/100ml)	CF (NM-P/100ml)	NO ² (ug/L)	NO ³ (ug/L)	PO ⁴ (ug/L)
Piedras	N11°16'5"	51	8,6	30	129,3	6,7	64	453	30,8	0,65	1,89	3,90
Mendiuhaca	W73°55'97,0"											
Cherua	N11°12'36,6"	865	7,8	22,5	75,4	7,6	38,5	1011,2	14,2	0,35	1,02	2,10
Fundación	W73°58'41,2"											
Fundación	N10°46'25,9"	1363	8,2	19,3	104,9	7,5	40,1	0,3	227,7	0,35	4,03	2,69
Progreso	W73°59'19,0"											
Chimila	N10°28'9,83"	283	7,9	23,5	117,7	6,9	53,1	0,6	1011,2	0,68	2,09	2,59
Ariguaní	W73°54,776"											
Ariguaní	N10°28'9,83"	872	7,6	23	85,9	6,2	121	196,8	71,3	0,41	14,51	2,59
Chimila	W73°49'23,7"											
Manzanares	N10°20'37,7"	441	7,7	26,7	73,3	7,5	130	1011,2	14,2	0,3	1	1
Manzanares	W73°44'44,4"											
Manzanares	N10°26'41,3"	1205	7,6	21,5	173,5	7,7	81,4	324,8	24,1	0,29	9,86	2,12
Manzanares	W74°05'53,4"											
Manzanares	N11°12'15,3"	236	7	26	76	6,5	55	500	12	0,6	0,2	1

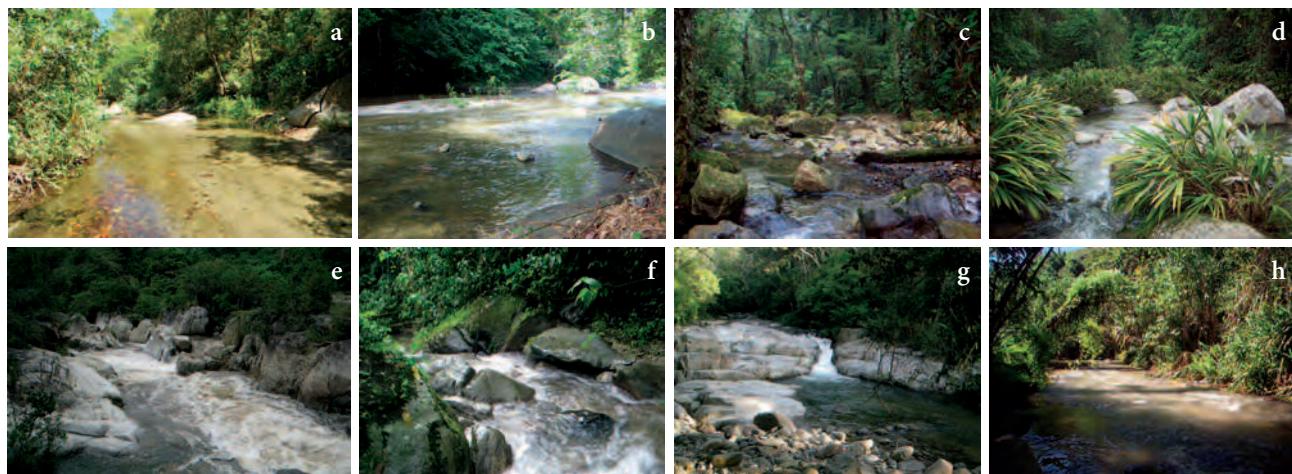


Figura 2. Estaciones de muestreo (ríos). a) Manzanares, b) Piedras, c) Mendihuaca, d) Cherua, e) Fundación, f) Progreso, g) Chimila y h) Ariguaní.

Los macroinvertebrados bentónicos fueron colectados removiendo manualmente el sustrato en frente de la red. El material extraído por la red Surber, fue limpiado, seleccionado en campo y rotulado en bolsas de polietileno y frascos plásticos, para finalmente almacenarlo en alcohol al 96 %.

En cada punto de muestreo se midieron las variables físico-químicas (temperatura T °C, conductividad μScm^{-1} , pH, oxígeno disuelto OD mg/L y sólidos totales ppm), utilizando una sonda multiparámetro Symphony modelo 13165A0007. Además, se tomaron muestras de 500 ml de agua en botellas plásticas, para llevarlas y analizar los nutrientes y componentes microbiológicos con los protocolos de Standard Methods en el laboratorio de calidad de agua de la Universidad del Magdalena (nitritos - NO₂, nitratos - NO₃, fosfatos - PO₄, coliformes totales - CT y coliformes fecales - CF).

Análisis de datos

En el laboratorio, las muestras fueron revisadas bajo el estereoscopio NIKON SMZ745T. El material biológico fue determinado hasta el nivel taxonómico de género. Para la identificación taxonómica se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Roldán-Pérez 1996, Fernández y Domínguez 2001, Domínguez *et al.* 2006, Flowers y De la Rosa 2010). Los especímenes se depositaron en la colección de macroinvertebrados acuáticos del laboratorio del Grupo en Ecología Neotropical (GIEN).

Se estimó la abundancia de cada familia y género para los ríos. Por otro lado, se analizó la estructura de las poblaciones mediante el análisis de la diversidad y abundancia de los organismos presentes utilizando índices de Dominancia (D=), diversidad Shannon Weaver (H=) y Equidad (J=) (Ramírez y Viña 1998).

Para analizar la relación entre las variables ambientales y los efemerópteros se realizó en Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) utilizando el programa estadístico PAST.3 (Hammer *et al.* 2001), se transformaron las abundancias de los géneros a Log (x+1), esta transformación reduce la influencia de los valores grandes y elimina las distintas escalas de medidas (Greenacre 2008).

Resultados

Parámetros físicoquímicos

El valor de pH varió entre 7,0 (Manzanares) y 8,6 (Piedras). La menor temperatura se registró en el afluente Cherua (19,3 °C) y la mayor se registró en la estación Piedras (30 °C). La conductividad osciló entre 73,3 $\mu\text{S/cm}$ (Chimila) y 173,5 $\mu\text{S/cm}$ (Ariguaní). Los valores de oxígeno disuelto (OD) variaron entre 6,2 mg/L (Progreso) y 7,7 mg/L (Ariguaní). La menor cantidad de sólidos disueltos se presentó en el río Mendihuaca, mientras que la mayor cantidad en Chimila. Con respecto a los coliformes fecales, los afluentes que registraron menor cantidad

fueron el afluente Cherua y el río Fundación, mientras que los mayores fueron los afluentes Mendihuaca y Chimila. El menor valor de coliformes fecales fue 12 NMP/100ml registrado en el río Mendihuaca, mientras que el mayor valor fue 1011,2 NMP/100ml registrado para el río Fundación, en tanto a los nutrientes el menor valor de nitrato, lo registraron los afluentes Ariguání y Chimila (0,2 y 0,3 respectivamente), mientras que el mayor valor lo registró el río Fundación (0,6). Con respecto a los valores de nitratos, los menores valores fueron registrados en los afluentes Manzanares (0,2) y Chimila (1), mientras que el mayor valor se registró en la estación Progreso (14,5). Los menores valores de fosfatos se registraron en las estaciones Manzanares y Chimila (1), mientras que el mayor valor fue registrado en el río Piedras (3,9).

Composición y abundancia

En total se registraron 1924 individuos distribuidos en cinco familias y 12 géneros (Tabla 2). Las mayores abundancias se presentaron en las estaciones Mendihuaca con una abundancia del 23 %, Fundación (20 %) y Piedras (19 %), en contraste con la estación Manzanares que representó solo un 2 %, siendo la de menor abundancia registrada en los ocho afluentes.

La familia Baetidae representó el 48 % de la muestra con un total de 914 individuos recolectados (la suma de todas las muestras). En esta familia, el género *Baetodes* (Figura 3a) presentó la mayor abundancia con 481 individuos (53 % de los Baetidae y 25 % de los Ephemeroptera) y el género *Mayobaetis* fue el de menor abundancia con 49 individuos (5 % de Baetidae y 3 % de los Ephemeroptera). Seguidamente, la familia Leptohyphidae con 656 individuos (34 % de la abundancia), donde el género *Leptohyphes* (Figura 3b) se destacó como el más abundante de la familia (74 %) y del orden (25 %). El género de menor abundancia fue *Haplohyphes* (Figura 3c) representando el 0,5 % de los Leptohyphidae y en la muestra en general tampoco alcanzó a representar el 1 %, siendo el género de menor frecuencia en general. En cuanto a la familia Leptophlebiidae, que representó el 9 % de la muestra con 174 individuos, estuvo representada por los géneros *Thraulodes* con 137 individuos (79 % de Leptophlebiidae y 7 % de la muestra) y *Farrodes* con 37 individuos (21 % de Leptophlebiidae y 2 % del total). Por otra parte las familias de menor abundancia fueron Oligoneuriidae (8 %) y Caenidae (1 %) que estuvieron representadas por un género cada una, *Lachlania* con 163 y *Caenis* con 17 individuos, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución y abundancia (ind./0,9 m²) de los géneros de Ephemeroptera en la SNSM discriminados por estaciones.

Taxa/Estaciones		Piedras	Mendihuaca	Cherua	Fundación	Progreso	Chimila	Ariguání	Manzanares	Total
Baetidae	<i>Americabaetis</i>	19	17	40	20	0	4	0	2	102
	<i>Baetodes</i>	27	161	105	112	22	20	33	1	481
	<i>Camelobaetidius</i>	37	22	5	11	3	8	21	0	107
	<i>Mayobaetis</i>	0	5	2	0	0	0	42	0	49
	<i>Prebaetodes</i>	0	169	4	0	0	2	0	0	175
Caenidae	<i>Caenis</i>	9	0	0	0	0	0	0	8	17
Leptohyphidae	<i>Haplohyphes</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Leptohyphes</i>	212	42	36	116	18	11	42	9	486
	<i>Tricorythodes</i>	13	8	7	67	10	7	39	16	167
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	28	2	0	1	0	4	0	2	37
	<i>Traulodes</i>	13	18	0	13	9	12	72	0	137
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	0	0	17	56	5	4	81	0	163

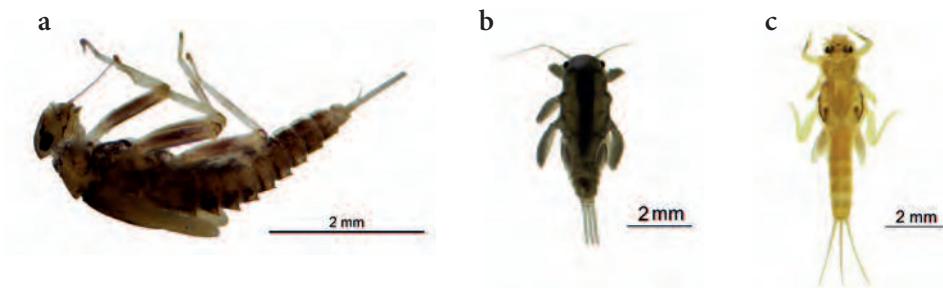


Figura 3. a y b) Efemerópteros de mayor abundancia total en el muestreo. Género *Baetodes*, familia Baetidae y *Leptohyphes*, familia Leptohyphidae, c) Género *Haplohyphes*, familia Leptohyphidae, que fue el menos abundante y frecuente del muestreo general.

La familia Baetidae con cinco géneros se constituyó como la familia de mayor riqueza, seguida de las familias Leptohyphidae con tres géneros y Leptophlebiidae con dos géneros. Por otra parte las familias Caenidae y Oligoneuriidae se vieron representadas por un género cada una.

En cuanto a los índices de diversidad, la estación Chimila presentó la mayor riqueza de géneros (10), seguida de Mendiuhaca (9), las estaciones con las menores riquezas fueron Progreso (6) y Manzanares (6). En cuanto a las abundancias, las más altas se registraron para Mendiuhaca con 444 y Fundación con 396 individuos. Las estaciones con las dominancias más altas fueron Chimila y Ariguaní con 0,85 y 0,83 respectivamente. En términos de diversidad los sitios con los valores más altos fueron Chimila y Fundación con 2,08 y 1,67 Bit/ind respectivamente, la equitatividad más alta se registró en las estaciones Ariguaní con un valor de 0,95, seguida de Chimila con 0,94 (Tabla 3).

El ACC reportó el 63,83 % de la varianza total explicada en los ejes 1 y 2 a través de los valores de la inercia de la matriz. El primer eje relacionó las estaciones de Manzanares (1,32) y Piedras (0,64) a las variables fisicoquímicas de NO₃ y T °C, ubicando en el lado positivo de esta dimensión a los géneros *Caenis*, *Farrodes* y *Americabaetis*. Mientras que en el extremo negativo de este eje se asociaron la estación de Ariguaní (-0,48) con las variables OD, NO² en presencia de los géneros *Mayobaetus*, *Lachlania*, *Prebaetodes* y *Thraulodes*. En el segundo eje la estación con el mayor peso explicativo fue

Mendiuhaca (0,67) la cual se agrupa con la variable CT vinculando a su vez en el lado positivo del eje a los géneros *Prebaetodes*, *Haplohyphes* y *Americabaetis*. Del margen negativo del eje se encuentra la estación Ariguaní (-0,45) asociada a los parámetros μS y NO₃, asimismo los géneros *Lachlania*, *Tricorythodes*, *Caenis* y *Thraulodes* (Figura 4).

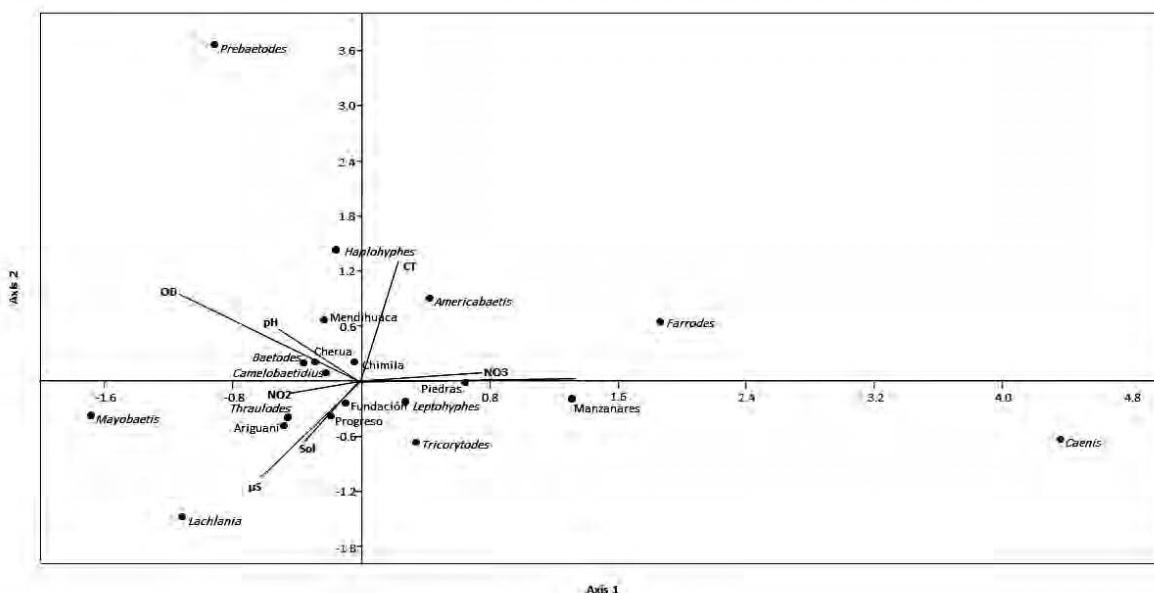
Discusión

Los valores de pH obtenidos en el estudio coinciden con datos registrados en trabajos realizados en ríos de la SNSM, los cuales van desde la neutralidad hasta valores básicos, explicando la capacidad tampón del agua (Granados-Martínez 2013). Por otra parte, los valores de estas variables difieren del rango establecido según Roldán-Pérez (1996). Una posible explicación es el proceso de orogénesis de la SNSM que trae consigo rocas con composición rica en minerales cuyos iones aumentan los valores de conductividad y pH (Idárraga-García *et al.* 2011).

Los valores de oxígeno disuelto, conductividad y sólidos totales en este estudio, son similares a los reportados por Martínez (2010), Rodríguez-Barrios (2011), Granados-Martínez (2013) y Serna *et al.* (2015). Los niveles de oxígeno encontrados en este estudio (entre 6,2 y 7,7 mg/l) favorecen la supervivencia de la biota presente. Aunque los valores de conductividad no coinciden con los característicos de ríos oligotróficos (<50 μS/cm), tampoco se consideran como aguas fuertemente mineralizadas ya que los valores no sobrepasan los 500 μS/cm (Roldán-Pérez y Ramírez 2008).

Tabla 3. Valores de los índices de diversidad por estación.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon (H)	Equitability (J)
Piedras	8	358	0,62	1,42	0,68
Mendihuaca	9	444	0,70	1,51	0,68
Cherua	8	216	0,69	1,47	0,71
Fundación	8	396	0,78	1,67	0,80
Progreso	6	67	0,77	1,60	0,89
Chimila	10	75	0,85	2,08	0,90
Ariguaní	7	330	0,83	1,86	0,95
Manzanares	6	38	0,71	1,43	0,80
Total	12	1924	0,83	2,05	0,82

**Figura 4.** Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC), ordenación de los dos primeros ejes.

Respecto a los nutrientes, en el río Piedras se registraron valores altos de nitrato, lo cual indica alguna descarga por parte de los pobladores de la zona, mientras que en otras zonas muestreadas los valores fueron evidentes, indicando la explotación agrícola cercana a los afluentes muestreados. Los análisis microbiológicos del agua establecen que todos los sitios se encuentran aptos para la recreación, según la legislación que rige el uso del agua para el país.

Los Ephemeroptera registrados para la SNSM en este trabajo representan el 55 % de las familias reportadas para Colombia y los géneros constituyeron 23 % de los establecidos. Al comparar los efemerópteros encontrados en este trabajo con estudios realizados en otras regiones del país, coincide en un 71 % de familias y en 29 % de los géneros reportados por Gutiérrez y Reinoso-Flórez (2010) para el departamento de Tolima; y para el departamento de Caldas concuerda en un 83 % de las familias y 46 % de los géneros con el trabajo de Gutiérrez y Dias (2015).

De igual manera se comparó el número las familias y géneros reportados con otros trabajos realizados en la SNSM, de lo cual coincidió con la totalidad de las familias ya registradas y se genera el reporte de la familia Caenidae en los afluentes Manzanares y Piedras. En cuanto a los géneros en las áreas muestreadas no se reporta la presencia de *Nanomis* y *Terpides*, sin embargo, se realiza el registro de *Caenis* y *Haplohyphes*.

De acuerdo a lo anterior, la representatividad de géneros del estudio actual sería relativamente baja si se compara con el resto del país y similar a lo reportado por los diversos trabajos de la SNSM. Sin embargo, los resultados de otros estudios de macroinvertebrados en la SNSM evidencian que en los muestreos realizados en épocas secas se reportan mayores abundancias de individuos, debido a que las épocas de lluvias implican que los organismos tengan una alta posibilidad de ser arrastrados por las fuertes e impredecibles corrientes que se dan en estos períodos (Tomanova et al. 2006, Granados-Martínez 2013), considerando esto los valores de abundancias son altos teniendo en cuenta la intensidad y la época del muestreo.

La familia Baetidae se constituyó en la de mayor riqueza en este estudio. Es característica de quebradas y ríos no contaminados. Algunos géneros como *Baetodes* y *Camelobaetidius*, son abundantes en zonas con fuertes corrientes (Flowers y De la Rosa 2010) dando lugar a que el género de mayor abundancia general del muestreo fue *Baetodes*, coincidiendo a su vez con estudios realizados en el país de la familia Baetidae (Forero-Céspedes y Reinoso-Flórez 2013).

Por otra parte, en la familia Leptohyphidae que se caracteriza por tener una variada gama de microhabitats y diferente perfil longitudinal (Zúñiga et al. 2004, Gutiérrez 2012). El género *Leptohyphes* considerado uno de los componentes más abundantes de la fauna Ephemeroptera resultó ser el más abundante de la muestra, una posible explicación es que este género tolera muy bien ríos con gran cantidad de material en suspensión y con alguna carga de desechos orgánicos antrópicos (Zúñiga et al. 2004, Gutiérrez y Reinoso-Flórez 2010). Por otra parte, en la estación de Chimila se hace el primer reporte del género *Haplohyphes*, el cual habita principalmente en ríos limpios de corriente moderada a fuerte y en la familia es el género de mayor sensibilidad a alteraciones del hábitat y la calidad del agua (Zúñiga et al. 2004). Además se encuentran en los mismos ambientes que las de *Tricorythodes*, con los que comparte el aspecto general de la forma del cuerpo, que según estudios realizados en ríos de la cuenca del río Gaira (SNSM) se reportan mayores abundancias en la parte media-baja del afluente (Tamaris-Turizo et al. 2013). Aunque los géneros *Farrodes* y *Thraulodes* (Leptophlebiidae) se consideran de frecuencia recurrente en las corrientes hídricas del neotrópico (Zúñiga et al. 2013) solo representaron el 2 % y 7 % respectivamente de la totalidad de individuos colectados. Sin embargo, en la estación de Ariguaní los *Thraulodes* presentaron una abundancia relativa del 22 % confirmado lo reportado en otros trabajos donde este género presenta sus mayores abundancias en afluentes de mayor tamaño y caudal (Zúñiga et al. 2013).

Teniendo en cuenta que una comunidad natural se caracteriza por tener una alta diversidad, los valores de diversidad altos tienen explicación en el buen balance de las comunidades, evidencia de ello en el estudio son los valores de equitatividad dados para

los sitios de muestreo (Roldán-Pérez 1999). Además, la dominancia de los sectores de Chimila y Ariguaní **estuvo dada por los géneros *Baetodes*, *Thraulodes* y *Leptohyphes* posiblemente por su capacidad de tolerancia a las alteraciones y adaptaciones morfológicas para resistir presión hidráulica** (Gutiérrez y Reinoso-Flórez 2010).

Las variables explicativas del ACC indican que la distribución y establecimiento de los organismos **se asocia principalmente a la temperatura debido al gradiente altitudinal**. Teniendo en cuenta estos factores, la distribución de los taxa coincidió con el trabajo de Gutiérrez (2012), donde los géneros *Americabaetis*, *Baetodes* y *Leptohyphes* tuvieron la mayor distribución en el gradiente. Por otra parte, el género *Caenis* se reportó para las zonas bajas y el género *Haplohyphes* se reportó exclusivamente para una estación de zona media. Sin embargo, el género *Lachlania* difiere del registro de Gutiérrez (2012) donde se reporta el género desde los 1719 m s.n.m. y para la SNSM se encontró desde los 283 m s.n.m.

Conclusiones

Los afluentes de la SNSM presentan condiciones **físico-químicas favorables para la conservación de macroinvertebrados**, por tanto se constituyen como **importantes reservorios de diversidad de organismos acuáticos**, donde a pesar de los problemas de uso del suelo y agua todavía existen zonas en muy buen estado.

Los Ephemeroptera registrados para la SNSM en este trabajo representan un poco más de la mitad de las familias reportadas para Colombia y los géneros constituyeron una cuarta parte de los establecidos para el país. Las familias Baetidae y Leptohyphidae corresponden a las de mayor distribución en los afluentes estudiados, mientras que la familia Caenidae tuvo un menor registro. En tanto los géneros de mayor **distribución atañen a *Tricorythodes* y *Leptohyphes***, en cambio *Haplohyphes* se encontró restringido a **un área de muestreo**.

La estación con el mayor número de registros corresponde a Mendiuhaca, seguida de Fundación y Piedras. Siendo Chimila el afluente más representativo en cuanto a riqueza de géneros.

Teniendo en cuenta que los individuos se clasificaron taxonómicamente hasta género y que no se muestreó en todas las elevaciones posibles, ni todas las zonas de vida, se sugiere que la riqueza en cuanto a especies es mucho mayor, pero su potencial está aún por ser descubierto ya que es necesario profundizar en el conocimiento de esta diversidad, mediante trabajos que consten de muestreos más intensivos y que abarquen dos épocas hidroclimáticas.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada en el marco del proyecto “Propuesta de zonificación y ordenamiento ambiental de la reserva forestal Sierra Nevada de Santa Marta establecida mediante la ley 2^a de 1959”, ejecutado por la Universidad del Magdalena en convenio con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. Agradecemos el apoyo brindado por el director del proyecto Yeison Gutiérrez Rojas. A Ana Jaimes, Ricardo Martínez y Farid Osorio por su apoyo en campo para la colecta de los individuos y al laboratorio 9 del grupo de investigación en Ecología Neotropical (GIEN) en el Instituto de Investigaciones Tropicales (Intropic) de la Universidad del Magdalena por el apoyo logístico en el trabajo de identificación taxonómica.

Bibliografía

- Dias, L. G., M. del C. Zúñiga y T. Bacca. 2009. Estado actual del conocimiento de Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. Pp. 236-253. En: Memorias 36 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín.
- Domínguez, E., C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard y C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. En: Adis, J., J. R. Arias, G. Rueda-Delgado y K. M. Wantzen (Eds.). Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Penssoft, Sofía-Moscow. 646 pp.
- Dunne, T. y L. B. Leopold. 1978. Water in Environmental Planning. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California. 818 pp.
- Escobar, A. 1989. Estudio de las comunidades macrobentáticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas* 18 (65): 45-60.
- Eyes-Escalante, M., J. Rodríguez-Barrios y L. C. Gutiérrez-Moreno. 2012. Descomposición de la hojarasca y su relación con los macroinvertebrados acuáticos del

- río Gaira (Santa Marta – Colombia).** *Acta Biológica Colombiana* 17 (1): 77-91.
- Fernández, H. R. y E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. 656 pp.
- Flowers, R y C. De la Rosa. 2010. Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical* 58: 2-34.
- Forero-Céspedes, A. y G. Reinoso-Flórez. 2013. Estudio de la familia Baetidae (Ephemeroptera: Insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: río Alvarado-Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 25: 12-21.
- Frissell, C. A., W. J. Liss, C. E. Warren y M. D. Hurley. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10 (2): 199-214.
- Guerrero-Bolaño, F., A. Manjarrés-Hernández y N. Núñez-Padilla. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana* 8 (2): 43-55.
- González, A. F., F. Racca-Filho, L. Neves y F. G. Araújo. 2009. El pez *Trachelyopterus striatulus* (Siluriformes: Auchenipteridae) como herramienta de muestreo de la entomofauna en un embalse tropical. *Revista de Biología Tropical* 57 (4): 1081-1091.
- Granados-Martínez, C. E. 2013. Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia). Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. Trabajo de Grado Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas Mención Ecología Acuática. 67 pp.
- Greenagre, M. 2008. Análisis de correspondencias canónico. Pp: 245-253. En: La práctica del análisis de correspondencias. Edición en español, Fundación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria.
- Gutiérrez, C., y G. Reinoso-Flórez. 2010. Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana* 11 (1-2): 23-32.
- Gutiérrez, Y. 2012. Taxonomía y distribución de Ephemeroptera (Insecta) en Caldas Colombia. Tesis Biología. Universidad de Caldas. 91 pp.
- Gutiérrez, Y. y L. G. Dias. 2015. Ephemeroptera (Insecta) de Caldas-Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Papéis Avulsos de Zoologia* 55 (2): 13-46.
- Guzmán-Soto, C. y C. Tamaris-Turizo. 2014. Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical* 62 (Supl 2): 167-176.
- Hammer, Ø, D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4 (1): 1-9.
- Idárraga-García, J., B. O. Posada y G. Guzmán. 2011. Geomorfología de la zona costera adyacente al piedemonte occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta entre los sectores de Pozos Colorados y río Córdoba, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40 (1): 41-58.
- Manjarrez, G. y G. Manjarres. 2004. Contribución al conocimiento hidrológico de la parte baja de los ríos de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Intrópica* 1 (1): 39-50.
- Martínez, G. 2010. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del balneario Hurtado, río Guatapurí, Valledupar-Cesar. Trabajo de grado de Especialista en Química Ambiental. Universidad Industrial de Santander. 126 pp.
- Ortáz, M. 1993. Hábitos alimenticios de los peces de un río de montaña neotropical. *Biotropica* 24 (4): 550-559.
- Pro Sierra (Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta), Minambiente, Uaesppn, Ncusaid. 1998. Evaluación ecológica rápida: Definición de áreas críticas para la conservación en la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta: Embajada de Japón. Embajada Real de los Países Bajos, Grupo Daabon. 134 pp.
- Ramírez, A. y G. Viña. 1998. Limnología colombiana. BP Exploration Colombia y Universidad Jorge Tadeo Lozano. 293 pp.
- Rodríguez-Barrios, J. 2011. Descriptores funcionales en un sistema fluvial de montaña. Santa Marta, Colombia. Tesis de Doctor en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 145 pp.
- Roldán-Pérez, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. FEN Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 217 pp.
- Roldán-Pérez, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (88): 375-387.
- Roldán-Pérez, G. y J. J. Ramírez. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2da. Ed. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias-ACCEFYN. 440 pp.
- Rúa, G., C. E. Tamaris-Turizo y M. del C. Zúñiga. 2015. Composition and distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Orders (Insecta) in rivers of Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia. *Revista de Ciencias* 19 (2): 11-29.

- Serna, D. J., C. E. Tamariz-Turizo y L. C. Gutiérrez-
Moreno. 2015. Distribución espacial y temporal de
larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares,
Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Revista de
Biología Tropical* 63 (2): 465-477.
- Tamariz-Turizo, C. y R. Turizo. 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.
- Tamariz-Turizo, C., J. Rodríguez-Barrios y R. Ospina-
Torres. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos
a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la
Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Caldasia* 35
(1): 149-163.
- Tomanova, S., E. Goitia y J. Helešic. 2006. Trophic levels
and functional feeding groups of macroinvertebrates in
neotropical streams. *Hydrobiologia* 556: 251-264.
- Viloria, J. 2005. Sierra Nevada de Santa Marta: Economía
de sus recursos naturales. Documentos de trabajo
sobre Economía Regional. Banco de la República.
Cartagena. 102 pp.
- Zúñiga, M. del C., B. P. Stark, W. Cardona, C. Tamaris-
Turizo y O. E. Ortega. 2007. Additions to the colombian
Anacroneuria fauna (Plecoptera: Perlidae) with
descriptions of seven new species. *Illiesia* 3 (13):127-
149.
- Zúñiga, M. del C. y W. Cardona. 2009. Bioindicadores de
calidad de agua y caudal ambiental. Pp: 167-197. En:
Cantera, J., J. Carvajal y L. M. Castro (Eds.). *Caudal
ambiental: conceptos, experiencias y desafíos*. Programa
editorial de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C. Molineri y E. Domínguez. 2004. El orden
Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. Pp: 17-42. En:
Fernández, F., G. Andrade y G. Amat (Eds.). Insectos de
Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Zúñiga, M. del C., J. Chará, L. P. Giraldo, A. M. Chará-
Serna y G. X. Pedraza. 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.

Esteffany P. Barros-Núñez
Universidad del Magdalena,
Facultad de Ciencias Básicas,
Programa de Biología
esteffany.barros@gmail.com

Cristian E. Granados-Martínez
Universidad de La Guajira
biolcristiam@gmail.com

Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Cítese como: Barros-Núñez, E. P. y C. E. Granados-
Martínez. 2016. Ephemeroptera asociados a ocho
ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.
Biota Colombiana 17 (1): 53-63. DOI: 10.21068/
C2016v17r01a05

Recibido: 12 de abril de 2016
Aprobado: 4 de agosto de 2016