

Diversidad de coleópteros acuáticos en la parte baja del Río Ancho, Dibulla, La Guajira, Colombia

Diversity of aquatic coleopterans in the lower zone of Río Ancho, Dibulla, La Guajira, Colombia

Carlos Farid Laguna-Portela¹ , Cristian Granados-Martínez¹  y Juan M. Fuentes-Reinés² 

1. Grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad de Ecosistemas Tropicales (EBET), Universidad de la Guajira, Riohacha, La Guajira, Colombia
2. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

Resumen

El presente estudio evaluó la diversidad de coleópteros acuáticos en un tramo de la parte baja del río Ancho municipio de Dibulla, La Guajira (Colombia). Los muestreos se realizaron entre agosto y noviembre del 2016 en distintos microhábitats (hojarasca, sedimento, macrófitas, piedras y raíces) con una red Surber de 250 µm de abertura de malla. También se midieron variables fisicoquímicas con el fin de determinar relaciones existentes con los individuos. Se recolectaron 621 coleópteros, distribuidos en 6 familias y 9 géneros. Las familias más abundantes fueron Elmidae y Psephenidae. De los microhábitats muestreados el sedimento reflejó la mayor abundancia. Se registra por primera vez para la región los géneros *Hydrocanthus* (Dytiscidae), *Hydrochus* (Hydrochidae), *Megadytes* (Dytiscidae), *Micrapate* (Bostrichidae) y *Psephenops* (Psephenidae). En este estudio la familia Elmidae fue la que presentó mayor diversidad de géneros, coincidiendo con lo registrado por otros autores. Las variables explicativas del ACC indican que existe preferencia de los géneros *Heterelmis*, *Phanocerus*, *Psephenops* y *Macrelmis* por los microhábitats macrófitas y raíces. Los resultados de este trabajo indican que el río Ancho constituye un importante reservorio de diversidad de coleópteros acuáticos para los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM).

Palabras clave: escarabajos; macrófitas; macroinvertebrados; Sierra Nevada de Santa Marta.

Abstract

The present study evaluated the diversity of aquatic Coleoptera in a section of the lower part of the Ancho River in the municipality of Dibulla, La Guajira (Colombia). Sampling was conducted between August and November 2016 in different microhabitats (leaf litter, sediment, macrophytes, stones and roots) with a Surber net of 250 µm mesh opening. Physicochemical variables were also measured in order to determine existing relationships with individuals. A total of 621 Coleoptera were collected, distributed in 6 families and 9 genera. The most abundant families were Elmidae and Psephenidae. Of the microhabitats sampled, sediment reflected the highest abundance. The genera *Hydrocanthus* (Dytiscidae), *Hydrochus* (Hydrochidae), *Megadytes* (Dytiscidae), *Micrapate* (Bostrichidae) and *Psephenops* (Psephenidae) are recorded for the first time for the region. In this study, the Elmidae family was the one with the highest diversity of genera, coinciding with that reported by other authors. The explanatory variables of the ACC indicate that the genera *Heterelmis*, *Phanocerus*, *Psephenops* and *Macrelmis* prefer *macrophyte* microhabitats and roots. The results of this study indicate that the Ancho River constitutes an important reservoir of aquatic coleopteran diversity for the rivers of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM).

Key words: beetles; macrophytes; macroinvertebrates; Sierra Nevada de Santa Marta.

*Autor de correspondencia: cflaguna@uniguajira.edu.co

Editor: Sandy García

Recibido: 4 de mayo de 2022

Aceptado: 17 de noviembre 2022

Publicación en línea: 26 de noviembre 2022

Citar como: Laguna-Portela et al. 2022. Diversidad de coleópteros acuáticos en la parte baja del Río Ancho, Dibulla, La Guajira, Colombia. Intropica 17(2): Preprint. <https://doi.org/10.21676/23897864.4596>



Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos dulceacuícolas comprenden una gran parte de la diversidad bentónica, por lo que con frecuencia constituyen el principal componente de la biomasa animal de los ecosistemas lóticos (Fernández, 2012). Dentro de los macroinvertebrados acuáticos el filo Arthropoda es el grupo más representativo, debido a los insectos (Hauer y Resh, 2007). La mayor parte de los insectos acuáticos presentan estados larvales acuáticos extensos, mientras que la etapa adulta suele ser terrestre y de corta duración (Tierno de Figueroa, 2000). Los órdenes más importantes de insectos acuáticos en su estado larval comprenden a Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Megaloptera y Odonata (Giller y Malmqvist, 1998). Los coleópteros son un grupo muy diverso de organismo que juegan un papel importante en las redes tróficas de los sistemas dulceacuícolas como depredadores, presas y detritívoros, entre otros; así, por ejemplo, controlan la cantidad y distribución de sus presas, constituyen una fuente de detritos y contribuyen al reciclaje de nutrientes (Nieves *et al.*, 2010).

En los estudios realizados sobre el estado actual del recurso hídrico en el Neotrópico, los coleópteros acuáticos juegan un papel fundamental dentro del componente biológico, con lo cual este orden de insectos acuáticos es relevante al momento de caracterizar las cuencas (Roldán y Ramírez, 2008). Ribera y Foster (1993) han propuesto su utilidad para determinar el grado de conservación de los hábitats. La información que proporcionan los coleópteros acuáticos basta para caracterizar los distintos ambientes de un río, también constituyen una buena herramienta como indicadores, al reflejar las condiciones ambientales con cara a la gestión de la conservación de áreas particularmente ricas en especies raras o amenazadas (Deler-Hernández *et al.*, 2013). Esto se debe al elevado número de especies que presentan, a su gran diversidad ecológica-funcional y a la alta variedad de hábitats que ocupan.

La Guajira es uno de los departamentos de Colombia que, gracias a su posición geográfica, ha sido favorecido por la

naturaleza al contar con un territorio cercano a tres unidades biogeográficas importantes, como lo son la SNSM, la Serranía de la Macuira y la Serranía del Perijá. Esta particularidad ha permitido que el departamento cuente con una gran variedad de ecosistemas; por lo tanto, es de vital importancia encaminar trabajos relacionados con el conocimiento de su biodiversidad, con la finalidad de enriquecer la información de la historia natural de los diferentes taxones que conforman sus ecosistemas. Gracias a estas importantes características es necesario realizar estudios específicos para entender su biología y ecología, con el fin de usar esta información en planes de manejo y de mitigación de los efectos del cambio climático, bioindicación, ecología funcional (Zúñiga *et al.*, 1994). El presente estudio tuvo como finalidad aportar información sobre coleópteros acuáticos en la cuenca baja de río Ancho, haciendo énfasis en el análisis de su estructura, composición, abundancia y preferencias de hábitat, así como en su relación con las variables fisicoquímicas seleccionadas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El río Ancho, nace en el centro del municipio de Dibulla y hace un recorrido aproximado de 24.4 km de sur a norte hasta su desembocadura en el mar Caribe, esta cuenca está compuesta por tres subcuencas, dos de ellas se pueden resaltar porque sus afluentes son de gran importancia en términos de longitud (CORPOGUAJIRA, 2011). Este tipo de cuencas de la SNSM se caracterizan por presentar disminución de la cobertura vegetal asociada a sus fuertes pendientes y a la estacionalidad de las lluvias que acentúan la inestabilidad del régimen hídrico provocando variaciones en sus caudales (Pro-Sierra 1998), a pesar de esto la cuenca del río Ancho es una de las más conservadas hasta el momento en el departamento de La Guajira. El punto de muestreo se ubicó a los 11° 11' 50.54" e latitud Norte y 73° 27' 36.85" longitud Oeste, a 97 metros sobre el nivel del mar, punto propio de zonas bajas de la cuenca (figura 1).

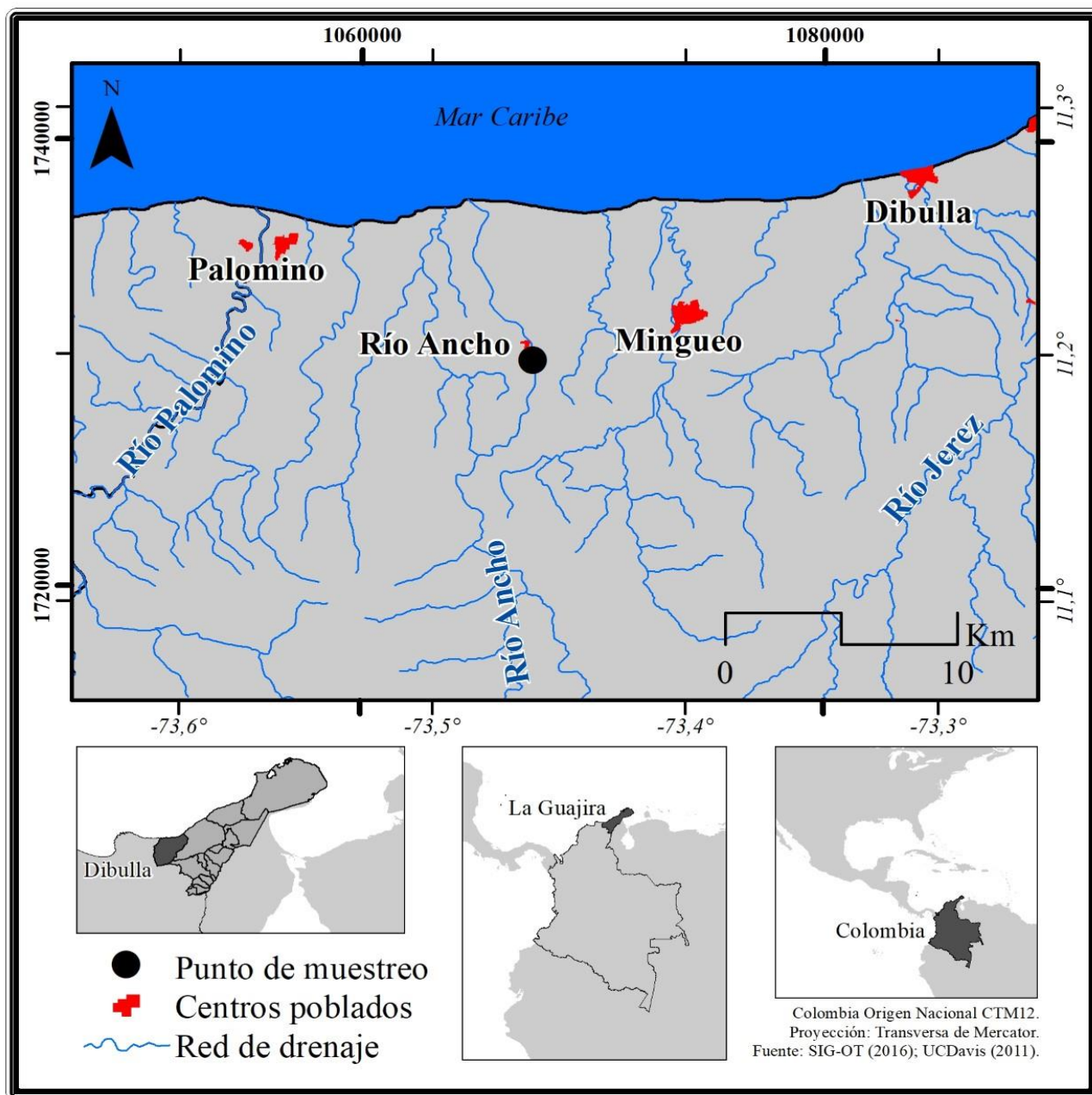


Figura 1. Punto de muestreo en un tramo bajo del río Ancho, en el municipio de Dibulla del departamento de la Guajira, Colombia.

Fase de campo

Las muestras bentónicas fueron tomadas entre agosto y diciembre del 2016. Se realizaron cinco muestreos mensuales en el área de estudio, los cuales consistieron en una visita por mes. Al mismo tiempo, se registraron variables fisicoquímicas in situ con ayuda de una sonda multiparamétrica (WTW 350), que permitió el registro de: oxígeno disuelto (OD mg/l), temperatura del agua (°C), conductividad eléctrica (μS/cm), sólidos disueltos totales (ppm) y pH. Para la recolección de los coleópteros (larvas

y adultos) se aplicó la técnica de muestreo propuesta por Sermeño-Chicas *et al.* (2010), mediante una red Surber con una abertura de malla de 250 μm y con un área de 0,09 m². Se recolectaron tres replicas por cada microhábitat (hojarasca, sedimento, macrófitas, piedras y raíces) avistado sobre un tramo de 500 m aproximadamente. El material extraído se fijó en alcohol al 96 % y se rotuló en bolsas de polietileno para ser transportado al laboratorio para su posterior análisis.

Fase de laboratorio

Las muestras se procesaron y analizaron en el laboratorio del grupo de investigación en Ecología, Biodiversidad de Ecosistemas Tropicales (EBET) de la Universidad de La Guajira, siguiendo los protocolos recomendados por Domínguez y Fernández (2009). Cada muestra se enjuagó para eliminar el exceso de materia inorgánica fina y se separaron los coleópteros usando pinzas entomológicas de punta fina y bandejas plásticas de color blanco. Los ejemplares se almacenaron en frascos de vidrio con etanol al 96 % con los respectivos rótulos y con la información de cada muestra. Los organismos se identificaron usando las claves de Machado (1989), Passos *et al.* (2007), Domínguez y Fernández (2009), Archangelsky *et al.* (2009) y Epler (2010), González-Córdoba *et al.* (2020).

Análisis de datos

Para determinar la efectividad del muestreo se aplicaron curvas de acumulación aplicando los diferentes estimadores de diversidad (Jiménez-Valverde *et al.*, 2003; Villarreal *et al.*, 2006). Por otro lado, se analizó la estructura de los coleópteros sobre los diferentes microhábitats mediante índices de diversidad conocidos: dominancia (D=), Shanon-Weaver (H =) y equidad de Pielou (J=) (Ramírez y Viña, 1998).

La diversidad alfa se estimó como el número de especies efectivas (Jost, 2006; García-Morales *et al.*, 2011). Así, la diversidad de orden cero ($q = 0$) es equivalente a la riqueza de especies, mientras que la diversidad del orden 1 ($q = 1$) pesa proporcionalmente todas las especies de acuerdo con su abundancia en la comunidad (Jost, 2006); el orden 2 ($q = 2$), por su parte, corresponde al inverso del índice de Simpson. Los índices de diversidad se calcularon con el software R versión 3.0.3 (R Development Core Team, 2014) y el paquete "vegetarian" Ver. 1.2 (Charney y Record, 2009). Para este trabajo,

todas las medidas ($q = 0$, $q = 1$ y $q = 2$) se calcularon para cada microhábitat, junto con sus intervalos de confianza al 95 %.

Para determinar la relación entre el ensamblaje de coleópteros, las variables fisicoquímicas (temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad y pH) y los microhábitats (hojarasca, piedras, sedimentos, macrófitas y raíces), se realizó un análisis de correspondencia canónica utilizando el programa PAST versión 2.3 (Hammer *et al.*, 2001).

Análisis de datos

Los valores obtenidos de cada variable fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo. Para determinar diferencias significativas entre la abundancia de larvas por talla y volumen de raíces, se realizó un análisis de ANOSIM. Adicionalmente, en caso de encontrar diferencias significativas se realizó un análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (MDS) basado en las distancias de Bray-Curtis, para observar la agrupación y la ordenación de las muestras en los diferentes intervalos de volúmenes de las raíces (Digby y Kempton, 1987). Asimismo, se verificó la contribución porcentual de las especies mediante un análisis SIMPER. Todos los análisis fueron realizados a través del programa Primer V7 (Clarke y Gorley, 2015).

Resultados

Parámetros fisicoquímicos

Durante los muestreos los valores de pH oscilaron entre $7,4 \pm 0,27$ y $7,0 \pm 0,35$, mientras que la temperatura fluctuó entre $26 \pm 1,1$ y $24 \pm 3,2$ °C. Por otro lado, la conductividad tuvo registros entre los 103 ± 20 y los 75 $16,2$ ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Las concentraciones de oxígeno disuelto estuvieron entre $7,6 \pm 1,3$ y $6,8 \pm 1,0$ (mg/L) (tabla 1).

Tabla 1. Valor promedio y desviación estándar de las variables físicas y químicas tomadas en río Ancho, Dibulla La Guajira, Colombia.

Muestreo	pH	T (°C)	Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	OD (mg/L)
M1	$7,4 \pm 0,27$	$24 \pm 3,20$	$75 \pm 16,2$	$7,6 \pm 1,30$
M2	$7,0 \pm 0,35$	$26 \pm 1,10$	$103 \pm 20,0$	$7,0 \pm 1,80$
M3	$7,4 \pm 0,28$	$25 \pm 1,30$	$98 \pm 5,3$	$6,8 \pm 1,00$
M4	$7,3 \pm 0,16$	$24 \pm 2,50$	$78 \pm 19,0$	$7,1 \pm 14,0$
M5	$7,2 \pm 0,30$	$24 \pm 1,20$	$80 \pm 15,0$	$6,9 \pm 1,50$

Parámetros biológicos

Se recolectaron 621 individuos, distribuidos en 6 familias y 9 géneros (tabla 2). Las familias con mayor abundancia relativa fueron Elmidae con 375 individuos, que representan el 60 % de la abundancia total, y Psephenidae con 161 individuos, que corresponden al 25 % de la abundancia total (tabla 2).

Los géneros más abundantes fueron *Psephenops* (Psephenidae) con 161 individuos, *Phanocerus* (Elmidae) 135 individuos, *Heterelmis* (Elmidae) y *Macrelmis* (Elmidae) con 120 individuos

(tabla 2). Las curvas de acumulación de taxones no tendieron a la asíntota y presentaron una efectividad del 72 al 86 % para los muestreos realizados (figura 2).

Tabla 2. Listado del orden Coleóptera encontrados en los diferentes microhábitats que se evaluaron en el río Ancho (Dibulla - La Guajira).

Familia	Taxones	Hojarasca	Sedimento	Macrófitas	Piedras	Raíces
Bostrichidae	<i>Micropates</i>	9	0	0	0	8
Dytiscidae	<i>Hydrocanthus</i>	0	18	0	0	0
	<i>Megadytes</i>	0	14	0	0	0
	<i>Heterelmis</i>	22	35	12	13	38
Elmidae	<i>Macrelmis</i>	18	29	19	33	21
	<i>Phanocerus</i>	27	38	25	9	36
Hidrochidae	<i>Hydrochus</i>	0	0	0	0	23
Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	0	13	0	0	0
Psephenidae	<i>Psephenops</i>	28	49	22	24	38

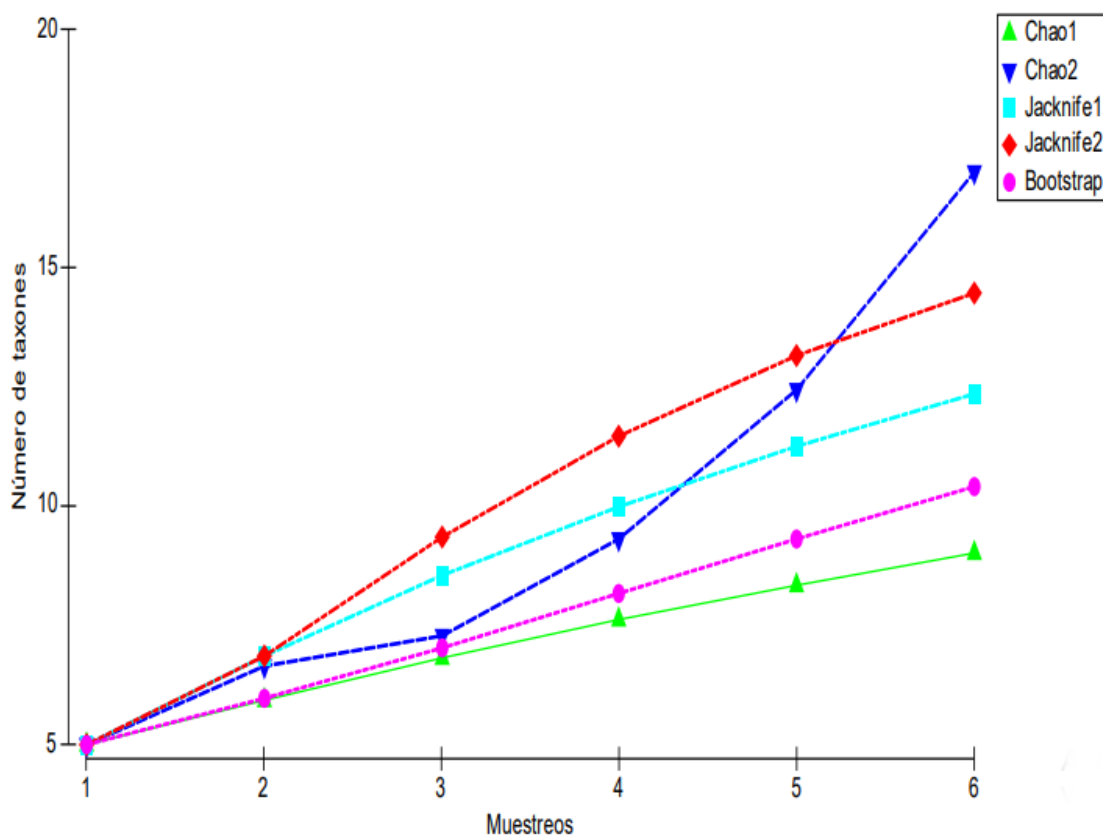


Figura 2. Curva de acumulación de los taxones encontrados en este estudio en río Ancho, Dibulla La Guajira, Colombia.

De los microhábitats muestreados, el sedimento tuvo mayor abundancia y riqueza con 196 individuos en 11 taxones, seguido de las raíces con 164 individuos en seis taxones; por su parte, los sustratos de menor riqueza y abundancia fueron las piedras y las macrófitas, con cuatro taxones representados en 79 y 78 individuos, respectivamente.

La diversidad de Shannon estuvo entre los 2,3 y 1,27 bans con el valor más alto para el sedimento y el menor para las macrófitas. Los datos de equidad variaron entre 0,98 y 0,90 para las macrófitas y el sedimento, respectivamente. La dominancia de Simpson fluctuó entre 0,98 y 0,69 para sedimento y piedras, respectivamente (tabla 3).

Las curvas de interpolación (rarefacción) / extrapolación (Figura 3) permiten comparar la riqueza efectiva de las especies de los coleópteros colectados entre los diferentes microhábitats. Con referencia a la menor abundancia total de individuos (macrófitas) (línea punteada vertical, Figura 3a), el número efectivo de especies (q_0) fue de 5 para la hojarasca, 4 para (q_0) entre los microhábitats fueron significativas. La diversidad de

especies medianamente abundantes, que corresponde al exponente de la diversidad de Shannon (q_1), fue significativamente diferente entre los microhábitats sedimento, raíces y hojarasca, mientras que entre macrófitas y piedras no se encontraron diferencias significativas. El número efectivo de la diversidad de especies medianamente abundantes, que corresponde al exponente de la diversidad de Shannon (q_1), fue significativamente diferente entre los microhábitats sedimento, raíces y hojarasca, mientras que entre macrófitas y piedras no se encontraron diferencias significativas. El número efectivo de especies en el orden q_1 fue de 4,6 para la hojarasca, de 3,8 para las macrófitas, de 3,7 para las piedras, de 5,3 para las raíces y de 6,1 para el sedimento. Por otro lado, q_2 (el inverso del índice de Simpson) (figura 3b) no mostró diferencias significativas entre los microhábitats de macrófitas y piedras, ni entre la hojarasca y las raíces, pero sí entre las macrófitas y las piedras con respecto al sedimento y las raíces. El número efectivo de especies en el orden q_2 fue de 4,4 para la hojarasca, de 3,7 para las macrófitas, de 3,2 para las piedras, de 5 para las raíces y de 5,6 para el sedimento (figura 3c).

Tabla 3. Valores de diversidad (Shannon, Equidad y Simpson) en los diferentes microhábitats muestreados en el río Ancho, Dibulla, La Guajira Colombia.

Microhábitats	Riqueza	Abundancia	Shannon-Wiener log-H	Equidad	Simpson 1/D
Hojarasca	5	104	1,55	0,96	0,78
Sedimento	11	196	2,3	0,9	0,98
Macrófitas	4	78	1,35	0,98	0,73
Piedras	4	79	1,27	0,92	0,69
Raíces	6	164	1,7	0,95	0,81

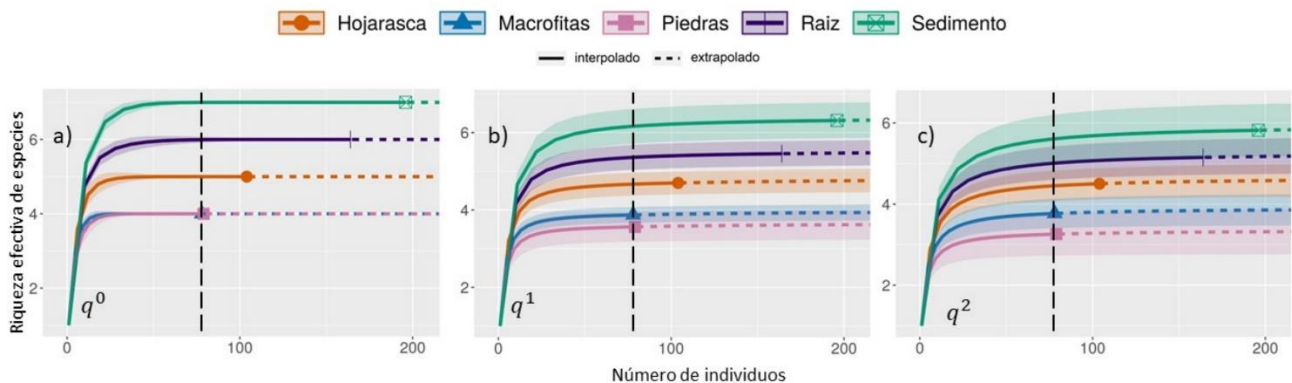


Figura 3. Curvas de interpolación (rarefacción) / extrapolación de la diversidad de coleópteros acuáticos asociado a los diferentes microhábitats (hojarasca, macrófitas, piedras, raíz y sedimento) en la parte baja del río Ancho con base en los números de Hill: a) 0D: riqueza (número efectivo de especies), b) 1D: exponente de la diversidad Shannon, c) 2D: inverso del índice de diversidad de Simpson.

El ACC reportó el 90,99 % 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 negativo relacionó los microhábitats de raíces (-0,35) y de macrófitas (-0,55) *Heterelmis*, *Phanocerus*, *Psephenops* y *Macrelmis*. En el extremo positivo se asoció el microhábitat de

hojarasca (0,87) con la conductividad (0,54), *Megadytes* y *Tropisternus*. El segundo eje positivo relacionó el sedimento (-0,55) con el oxígeno disuelto (-0,70) y con los géneros *Micrapate* e *Hydrochus* (figura 4).

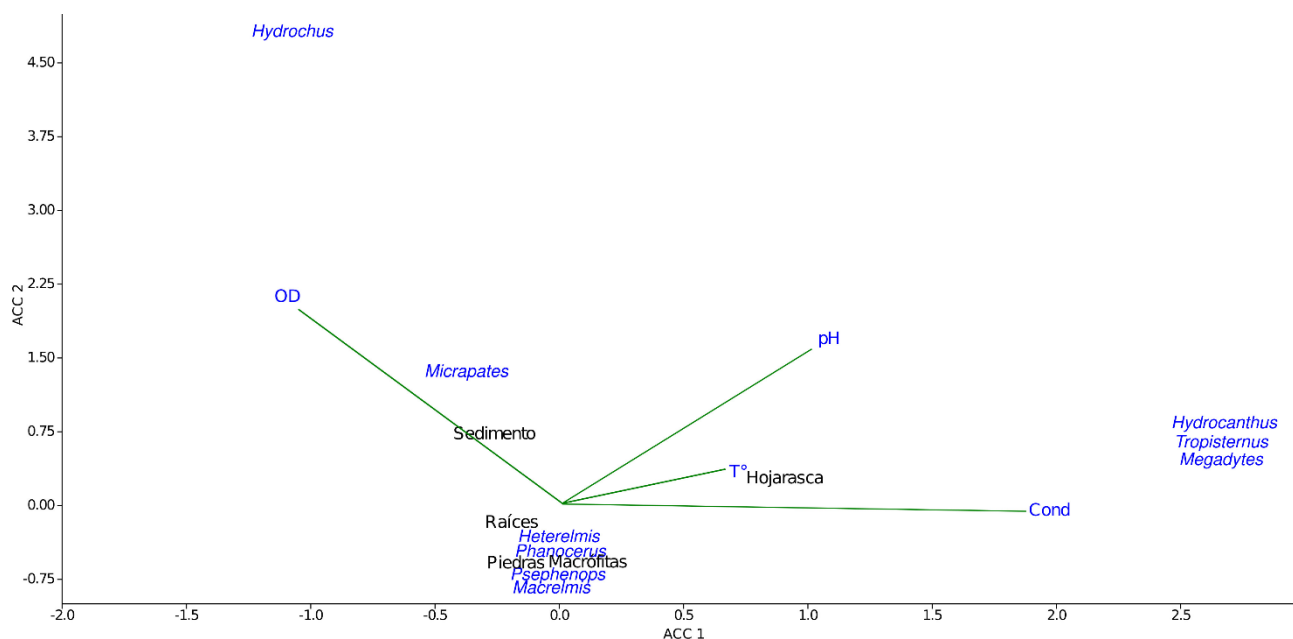


Figura 4. Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC), ordenación de los dos primeros ejes.

Discusión

En términos generales, los valores de las variables fisicoquímicas describen a la zona del río trabajado, dentro de los patrones de ríos tropicales de alta montaña, con pH relativamente neutros y aguas oligotróficas y oxigenadas. La geología de la SNSM se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y metamórficas que la proveen de una composición alcalina, como el granito (Idárraga-García et al., 2011), lo que podría explicar las aguas cercanas a la normalidad de la zona muestreada. En estudios similares se ha visto que el pH, la conductividad, el oxígeno y la temperatura son variables importantes en la distribución de los taxones de macroinvertebrados, y especialmente de los coleópteros (Carvacho-Aránguiz, 2012; Morelli y Verdi, 2014; Ruiz-García, 2000).

Las curvas de acumulación de especies evidenciaron la necesidad de más muestreos, lo cual demuestra el potencial de este río en la diversidad de coleópteros acuáticos. Para estudios futuros se recomienda ampliar el número de réplicas, teniendo en cuenta el potencial mencionado para esta zona del río. Una posible explicación de que las curvas no llegaron a la asíntota es que se muestreó para los meses con un mayor registro de

lluvias. Este patrón de disminución de la diversidad y la abundancia de los macroinvertebrados ha sido documentado para ríos de la SNSM por Tamaris-Turizo (2009), Rodríguez Barrios (2011) y Granados-Martínez (2013).

La fauna de coleópteros reportada para el río Ancho en el presente estudio es relevante, comparada con la hallada en los estudios realizados por Granados-Martínez (2013), Lasso y Granados-Martínez (2015), Granados-Martínez et al. (2016) y Barragán et al. (2016), en ríos de la SNSM y del departamento de La Guajira. Se registran por primera vez para el departamento de la Guajira los géneros *Hydrocanthus* (Dytiscidae), *Hydrochus* (Hydrochidae), *Megadytes* (Dytiscidae), *Micrapate* (Bostrichidae) y *Psephenops* (Psephenidae). Según Epler (2010), el conocimiento de los coleópteros acuáticos se ha incrementado con los nuevos estudios que se vienen realizando sobre los ecosistemas acuáticos, aumentando así el número de géneros y especies cada año. El número de géneros reportados para este estudio (9 géneros) fue menor al encontrado por Barragán et al. (2016), quienes registraron 11 géneros; sin embargo, estos autores abarcaron una mayor área, ya que trabajaron en tres flancos de la SNSM, mientras que este estudio

solo se realizó en un tramo de la parte baja del río Ancho. Esto resultados resaltan la importancia del río Ancho como *un hot spot* en la riqueza y diversidad de coleópteros. Al comparar el estudio de Barragán et al. (2016) con el presente trabajo, solo se comparten tres géneros: *Heterelmis*, *Macrelmis* y *Phanocerus*. Por otro lado, la riqueza de los coleópteros del presente estudio supero a la encontrada por Granados-Martínez (2013) en el río Gaira, especialmente en la zona baja del sitio conocido como Puerto Mosquito, donde encontraron cuatro géneros, dos de ellos en común con este trabajo (*Phanocerus* y *Heterelmis*).

Los trabajos de macroinvertebrados donde se reportan coleópteros acuáticos para el departamento de La Guajira son escasos (Lasso et al., 2015; Granados-Martínez et al., 2016; Barragán et al. (2016). Para este departamento solo existen tres trabajos: el de Lasso et al. (2015), en el que registran tres géneros de la familia Hydrophilidae, de los cuales solo se comparte el género *Tropisternus* con el trabajo actual; el estudio de Pérez-Rodríguez et al. (2021), quienes hallaron también la familia Hydrophilidae, representada por *Hydrophilus*, y la familia Elmidae representada por *Heterelmis*; y el artículo de Barragán et al. (2016), que es uno de los estudios que más géneros reporta en el departamento, con 12 géneros, donde la familia Elmidae fue la más diversa con ocho géneros.

La familia Elmidae fue la de mayor diversidad para este trabajo, coincidiendo con lo encontrado por Lozano-Bravo (2014) y por Barragán et al. (2016). Esta familia es completamente acuática; tanto las larvas como los adultos se encuentran adheridos a una diversidad de sustratos, principalmente en ríos y arroyos (Roldán, 1996). Según Caupaz-Flórez et al. (2006) y Arias-Díaz et al. (2007), quienes también encontraron una alta diversidad de esta familia, estos organismos son capaces de desarrollar características fisiológicas y morfológicas, como la de presentar un cuerpo hidrodinámico que les permiten colonizar diferentes hábitats.

Los géneros *Psephenops* (Psephenidae), *Phanocerus* (Elmidae), *Heterelmis* (Elmidae) y *Macrelmis* (Elmidae), fueron los géneros más abundantes dentro del estudio. De acuerdo con Machado (1989), esta situación está relacionada con la capacidad que muestran dichos organismos para colonizar diversos sustratos naturales en el río. Diferentes estudios realizados en ecosistemas lóticos han encontrado que estos son géneros bastante representativos dentro de los coleópteros acuáticos (Meza et al., 2012; González et al., 2012; Arias-Díaz et al., 2007; Caupaz-Flórez et al., 2006).

Los índices biológicos evidenciaron una diversidad

relativamente baja, dado que los valores de Shannon fueron bajos en los microhábitats analizados, a excepción del sedimento, el cual mostró una diversidad media. Según Moreno et al. (2011), se recomienda estimar la diversidad a través de los números efectivos para compararla entre distintas comunidades, aceptando que las muestras son representaciones incompletas de las mismas. Los resultados de este estudio evidenciaron diferencias significativas tanto en la riqueza como en el inverso de Shannon entre los microhábitats sedimento, raíz y hojarasca, mientras que entre las piedras y las macrófitas no se observaron diferencias estadísticas. Lo anterior parece indicar que las comunidades de la mayoría de los microhábitats son propias y diferentes, mientras que las comunidades de las piedras y las macrófitas comparten una estructura similar de la diversidad, esto podría explicarse debido a que las macrófitas se fijan sobre las piedras y compartirían la misma estructura de la diversidad.

Las variables explicativas del ACC indican que existe cierta preferencia de los géneros *Heterelmis*, *Phanocerus*, *Psephenops* y *Macrelmis* por los microhábitats macrófitas y raíces; esto se pueden deber a que estos géneros son capaces de desarrollar características que les permiten colonizar y adherirse a diferentes sustratos (Roldán, 1996; Caupaz, 2006; Arias-Díaz et al., 2007). El género *Micrapate* se caracteriza por ser xilófago, por lo que consume ramas, troncos y hojas de árboles. Este coleóptero no es acuático (Pizarro-Araya et al., 2009), pero una posible explicación de su presencia en las muestras es que cae de los troncos asociados a los cuerpos de agua.

En síntesis, los resultados de este trabajo indican que el río Ancho constituye un importante reservorio de diversidad de coleópteros acuáticos. Además, esta investigación corrobora la necesidad de abordar estudios con una mayor intensidad de muestreos y en una mayor escala espacial y temporal.

Agradecimientos

A La Universidad de La Guajira, por el aporte de sus instalaciones y equipos científicos que facilitaron la investigación. A Marcela González, por la revisión y aportes al documento.

Referencias

- Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M. y Torres, P. 2009. Coleoptera. En: Domínguez, E. y Fernández, H. Editores. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- Arias-Díaz, D., Reinoso-Flórez, G., Guevara-Cardona, G. y Villa-

- Navarro, F. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos de la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia* 29(1): 177-194.
- Barragán, M.F., Tamaris-Turizo, C.E. y Rúa-García, G.A. 2016. Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana* 17(2): 47-61. Doi: <https://doi.org/10.21068/c2016.v17n02a05>.
- Bournaud, M., Keck, G. y Richoux, P. 1980. Les prélèvements de macroinvertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physiologie d'une rivière. *Annales de limnologie* 16(1): 55-75. Doi: <https://doi.org/10.1051/limn/1980009>.
- Carvacho-Aránguiz, C.A. 2012. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile. Tesis de maestría. Universidad de Barcelona, España.
- Caupas-Flórez, F.J., Reinoso-Flórez, G., Guevara Cardona, G. y F. Villa-Navarro, 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.
- Charney, N. y Record, S. 2009. Jost diversity measures for community data. R Package "Vegetarian" version, 1.
- CORPOGUAJIRA. 2011. *Atlas ambiental del departamento de La Guajira*. Riohacha.
- Deler-Hernández, A., Cala-Riquelme, F., y Fikáček, M. 2013. Description of a new species of *Phaenonotum* from eastern Cuba (Coleoptera: Hydrophilidae: Sphaeridiinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 53(2): 615-622.
- Domínguez, E. y H. R. Fernández. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- Epler, J. H. 2010. *The water beetles of Florida*. Departamento de Protección del Medio Ambiente de la Florida, Florida
- Fernández, R. L. 2012. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental* 39: 24-29.
- García-Morales, R., Moreno, C.E. y Bello-Gutiérrez, J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya* 2(3): 205-215. <https://doi.org/10.12933/therya-11-47>.
- Giller, P.S. y Malmqvist, B. 1998. *The biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press Inc. New York.
- González, S.M., Ramírez, Y.P., Meza, A.M. y Díaz, L. G. 2012. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 16(2): 135-148.
- González-Córdoba, M., Zúñiga, M. del C. y Manzo, V. 2020. La familia Elmidae (Insecta: Coleoptera: Byrrhoidea) en Colombia: riqueza taxonómica y distribución. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(171): 522-553. Doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1062>.
- 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). Tesis Magister, Universidad Del Zulia, Zulia, Venezuela.
- Granados-Martínez, C., Zúñiga-Céspedes, B. y Acuña-Vargas, J. 2016. Diets and trophic guilds of aquatic insects in Molino River, La Guajira, Colombia. *Journal of Limnology* 1(S1): 75. Doi: <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2016.1396>
- Hammer, Ø., Harper, D.A. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1):9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hauer, F.R. y Resh, V.H. 2007. Macroinvertebrates. En: Hauer, F.R. y Lamberti, G.A. Editores. *Methods in stream ecology*. Academic Press, London.
- Idárraga-García, J.B. Posada, O. y Guzmán, G. 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.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>.
- Lasso, C. y Granados Martínez, C. 2015. Biota acuática de la serranía de La Macuira, Parque Nacional Natural Macuira, Guajira colombiana. En: Lasso, C.A., Blanco-Libreros, J.F. y Sánchez-Duarte, P. Editores. *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 Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C.

Lozano Bravo, J. L. 2014. Estudio de la distribución espacial de coleópteros acuáticos en la cuenca del río Alvarado Tolima, Colombia. Tesis de pregrado, Universidad del Tolima, Ibagué Tolima, Colombia.

Machado, T.A. y Rincón, J. 1989. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia, Departamento de Biología Medellín Colombia.

Meza, A., Rubio, J., Díaz, L. y Walteros, J. 2012. Calidad de Agua y Composición de Macroinvertebrados Acuáticos en la Subcuenca Alta del Río Chinchiná. *Caldasia* 34 (2): 443-456.

Morelli, E. y Verdi, A. 2014. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. *Revista mexicana de biodiversidad* 85(4): 1160-1170. Doi: <https://doi.org/10.7550/rmb.45419>.

Moreno C E, Barragán F, Pineda E, Pavón N P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249 - 1261. Doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>.

Nieves, G.E., Rosas R.K. y Hornedo, M. 2010. *Biodiversidad de insectos acuáticos asociados a la cuenca del río Grande de Manatí*. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Puerto Rico.

Passos, M. I. S., Nessimian, J. L. y Ferreira Junior, N. 2007. Chaves para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 42-53. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000100008>.

Pérez-Rodríguez, C., Manjarres-Pinzón, G. A. y Tamaris-Turizo, C. E. 2021. Insectos acuáticos asociados a arroyos de la Serranía de La Macuira – La Guajira, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), e1941. Epub April 21, 2021. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1941>.

Pizarro-Araya, J., Cepeda-Pizarro, J., Barriga J. y Bodini, A. 2009. Biological vulnerability in the Elqui Valley (Coquimbo Región, Chile) to economically important arthropods. *Ciencia e*

Investigación Agraria 36(2): 215-228. Doi: <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2016.1396>.

Ramírez González, A., y Viña Vizcaíno, G. 1998. Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. R Core Team. 2014. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Ribera, I., y Foster, G. N. 1993. Uso de coleópteros acuáticos como indicadores biológicos (Coleoptera). *Elytron*. 6: 61-75

Rodríguez Barrios, J. A. 2011. Descriptores funcionales en un sistema fluvial de montaña. Santa Marta, Colombia. Departamento de Biología. Tesis de Doctor en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Bogota, Colombia: Fondo Fen Colombia.

Roldán, G. y Ramírez, J. 2008. *Fundamentos de limnología neotropical (2.a edición)*. Universidad de Antioquia: Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Ruiz-García, A. 2000. Comunidades de tricópteros (Trichoptera) de agua corriente en la provincia de Cádiz. *Limnetica* 19: 83-90. Sermeño-Chicas, J., Pérez, D., Muños, S., Serrano, L., Rivas, A. y Monterrosa, A. 2010. Metodología estandarizada de muestreo multihabitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la red "D" en ríos de El Salvador. Editorial Universitaria Universidad de El Salvador, San Salvador.

Tamaris-Turizo, C. 2009. Transporte de materia orgánica y deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo de un río tropical Tesis de Maestría en Acuicultura y Ecología Acuática Tropical. Instituto de Posgrados, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

Tierno de Figueroa, J. M. 2000. Biología reproductora de algunos grupos de insectos acuáticos. *Aracnet* 6. 27:121-125.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad 2da ed.* Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Zúñiga, M. D. C., Rojas, A. M., y Serrato, C. 1994. Interrelación de indicadores ambientales de calidad en cuerpos de aguas superficiales del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*. 20(2): 125-130.