

## CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA QUEBRADA LOS ANDES, EL CARMEN DE VIBORAL, ANTIOQUIA

### AQUATIC BIODIVERSITY CHARACTERIZATION AND WATER QUALITY IN LOS ANDES STREAM, EL CARMEN DE VIBORAL, ANTIOQUIA

YIMMY MONTOYA MORENO\*

---

#### RESUMEN

La cuenca de la quebrada Los Andes es muy importante para el municipio de El Carmen de Viboral, al ser una de las principales fuente de agua para el acueducto municipal. Por esta razón se realizaron doce muestreos bimensuales entre enero de 2004 y diciembre de 2005 en una estación aguas arriba de la bocatoma del acueducto. Las variables físicas, químicas y biológicas evaluadas no mostraron variabilidad estadística, aunque se observó fluctuación en los índices comunitarios, sobre todo en la riqueza numérica de taxones. Se encontraron 95 taxones pertenecientes a 52 familias y a cinco phyla. Los valores del índice BMWP/Col oscilaron entre 77 y 294, con un valor promedio de 159 que indica que las aguas de la quebrada son muy limpias.

**Palabras clave:** Macro-invertebrados acuáticos; Río tropical; Calidad del agua.

#### ABSTRACT

The watershed of Los Andes stream it's very important for El Carmen de Viboral municipality because is one on the main water sources for the aqueduct municipal, for these reason was realized twelve bimonthly surveys between January 2004 and December 2005 in one station upstream of the intake of the aqueduct. Physics, chemistry and biologists variables don't show statistic variability although were observed fluctuation in communitary indexes, in special in number of taxa evenness. We found 95 taxa belonging to 52 families and five phyla. Values of BMWP/Col index oscillated between 77 and 294, with a 159 average value indicate that the waters of the stream are very clean.

**Keywords:** Aquatic macro invertebrates; Tropical stream; Water quality.

#### INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las comunidades de macro-invertebrados en el neotrópico es aún escaso y su información se encuentra fragmentada y esparcida en numerosas publicaciones europeas y norteamericanas y algunas suramericanas, de poca circulación (Roldán, 1992). Por otro lado, pese a la alta riqueza hídrica que posee Colombia, la influencia antrópica cada día aumenta generando respuestas en las comunidades, específicamente en las acuáticas, las cuales no han sido casi documentadas debido a la ausencia de trabajos de línea base y a estudios detallados y continuos. En este caso esta información es valiosa debido a que las aguas de esta

quebrada son recolectadas para surtir el acueducto del municipio de El Carmen de Viboral, supliendo las necesidades hídricas de aproximadamente 30000 personas.

Según Hawkes (1979) los métodos biológicos para determinar la calidad del agua han sido usados desde el siglo pasado. Pese a esto, los estudios de la calidad del agua se han dedicado exclusivamente a los parámetros físicos y químicos y tan sólo en los últimos años se han implementado en las investigaciones acuáticas el uso de los macro-invertebrados como indicadores de las condiciones ambientales del agua. El propósito de esta investigación es determinar la biodiversidad de insectos bentónicos de

---

\* Grupo de investigación GAIA, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.  
e-mail: yimmymontoya3@hotmail.com  
Fecha de recibido: Enero 14, 2008

Fecha de aprobación: Mayo 7, 2008

la quebrada Los Andes, su variación temporal y evaluar su relación con el índice *biological monitoring working party* (BMWP) adaptado a Colombia.

## METODOLOGÍA

**Área de estudio.** La cuenca de la quebrada Los Andes se encuentra en el municipio de El Carmen de Viboral, con un área de 287.5 Ha entre las cotas 2200 y 2600 msnm, y con una posición de 6° 4.88' N y 75° 20.09' W, con una temperatura promedio de 17°C situada en el oriente Antioqueño en la zona de vida bh – MB (Espinal, 1992). Gran parte del área delimitada, posee pendientes entre 50% y 75% las cuales están cubiertas por bosque. Se encuentran parcelas en esta zona, cuyo uso del suelo corresponde a cultivos limpios que no generan procesos erosivos fuertes debido a la poca área utilizada. Esta cuenca es de particular interés por estar situada en el área de manejo especial de la cuenca alta del Río Negro y por que de los afluentes de sus cabeceras se toman parte del agua para el acueducto municipal de El Carmen de Viboral y se proyectan otros más sobre este sistema (Montoya *et al.* 2007).

**Muestras.** Entre enero de 2004 y diciembre de 2005, se realizaron muestreos bimensuales en una sola estación. *In situ* se evaluaron variables físicas y químicas como temperatura del agua, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, turbiedad y pH.

Para la recolección de los macro-invertebrados se utilizó una red de pantalla, una red triangular y recolección manual. La intensidad de muestreo fue de 45 minutos en un área de 100 m<sup>2</sup>. Se realizaron batidas con las redes en todos los micro-hábitats identificados en el sector. Se instaló una red de deriva de 200 µm de diámetro con el fin de recolectar el material que se escape de las redes o que derive naturalmente. Esta red permaneció durante el tiempo que demoró cada muestreo. La identificación de

los macro-invertebrados se realizó con la ayuda de las claves de Costa *et al.* (1988), Fernández y Domínguez (2001), Gomez *et al.* (2003), Merritt y Cummins (1996) y Roldán (1988). Con el listado de familias informadas se determinó el valor del índice BMWP/Col para cada estación y para cada fecha de muestreo de acuerdo con Roldán (2003).

Para explicar el comportamiento de las variables estudiadas a nivel temporal se empleó el análisis de varianza de no paramétrico de Kruskal-Wallis. La estructura de la comunidad de macro-invertebrados se evaluó usando las abundancias relativas y totales, las variaciones en los índices de diversidad de Shannon y Weaver ( $H'$ ), equidad de Pielou (J), dominancia de Simpson (S) y el índice de riqueza numérica de taxones ( $N_o$ ). Adicionalmente, se realizó una prueba de correlación múltiple entre la estructura de la comunidad, los valores del índice BMWP/Col y las variables fisicoquímicas empleándose el programa Statgraphics versión 5.0.

## RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los valores de las variables físicas, químicas y biológicas, que permite evidenciar que se presentaron unas condiciones acuáticas poco fluctuantes, excepto para la turbiedad del agua la cual informa una variación hasta de 56%, aunque los valores registrados para esta variable están dentro del rango normal para consumo humano. Ninguna de las variables físicas y químicas evaluadas presentó diferencias estadísticas durante el estudio ( $p > 0.005$ ). Las aguas de la quebrada Los Andes se pueden describir como aguas limpias, bien oxigenadas, poco mineralizadas, con pH cercanos a la neutralidad, transparentes y ligeramente frías.

Entre los macro-invertebrados bentónicos predominaron los tricópteros (*Leptonema* sp, *Phylloicus* sp, *Helicopsyche* sp y *Mortoniella* sp), seguidos en frecuencia por los odonatos (*Hetaerina americana* y *Polythore* sp), plecópteros (*Perlidae* sp), hemípteros (*Rhagovelia* sp y *Microvelia* sp),

**Tabla 1**  
**Valores de las variables físicas, químicas y biológicas en la quebrada Los Andes**

Variable	Promedio	Valor		CV
		máximo	mínimo	
Oxígeno disuelto (mg/l)	8.08	9.6	5.26	17.8
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	110	128	88.8	11.5
Temperatura del agua (°C)	15.03	16	13.1	5.9
pH (unidades de pH)	6.8	7.52	6.3	6.8
Conductividad (µS/cm)	27.2	35.7	20.8	16.4
Turbiedad (NTU)	3.1	7.07	1.96	56.3
Diversidad (nat/ind)	2.45	2.92	1.94	15.6
Equidad	0.82	0.92	0.68	8.3
Dominancia	0.1	0.17	0.05	48.8
Riqueza numérica (N° de taxones)	30.08	45	17	30.8
BMWP/Col	159	294	77	42.4

efemerópteros (*Thraulodes* sp, *Baetodes* sp), coleópteros (*Anchytarsus* sp) y dípteros (*Simulium* sp).

Se encontraron 95 taxones diferentes distribuidos en 5 phylum, 18 órdenes, 52 familias, 74 géneros y 2 especies (Tabla 2). El grupo que presentó mayor biodiversidad fue el orden coleóptera, que aportó 31% de la fauna bentónica.

La asociación de macro-invertebrados acuáticos se puede caracterizar teniendo en cuenta una diversidad media, altos valores para la riqueza numérica y equidad y una baja dominancia. No se encontró diferencias estadísticas temporales entre los valores del índice de diversidad, equidad, dominancia, riqueza numérica y el BMWP/Col. Pese a esto, se observó gráficamente fluctuación de los índices comunitarios (Gráfica 1).

Los valores del índice BMWP/Col oscilaron entre 77 y 294 (aguas de calidad aceptable y aguas muy limpias), con un promedio de 159 (aguas muy limpias). La riqueza numérica de taxones fluctuó entre 17 y 45 taxones (Gráfica 2).

La Gráfica 3 presenta el análisis de agrupamiento para los muestreos con base en el índice de similitud

de Bray y Curtis, el cual muestra que la asociación de macro-invertebrados acuáticos colectada en el cuarto muestreo (julio de 2004) fue la más disímil de todas (29% de similaridad). El resto de los muestreos se ubica en un gran bloque que presenta similitudes entre 50% y 70%.

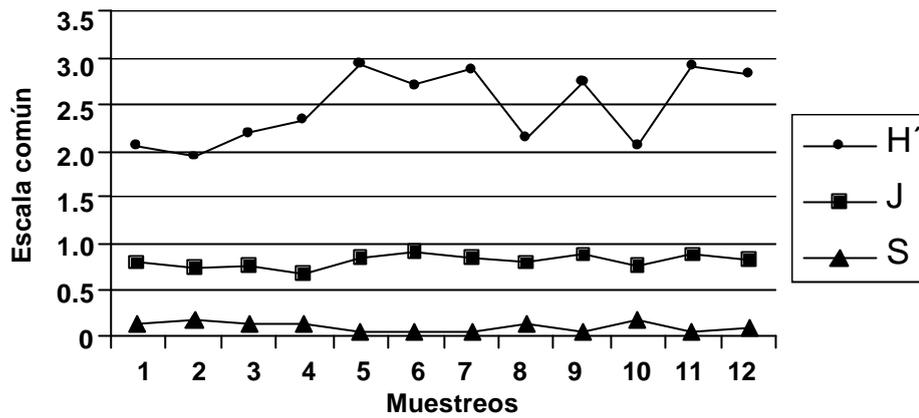
La prueba de correlación múltiple mostró que las variables físicas y químicas evaluadas no presentaron correlación con los índices comunitarios y de calidad del agua ( $p > 0.05$ ), a excepción del oxígeno disuelto y el pH ( $r = -0.87$ ,  $p = 0.0002$ ) y la conductividad eléctrica y la turbiedad ( $r = -0.73$ ,  $p = 0.0071$ ). Entre los índices comunitarios se presenta correlación positiva entre diversidad y equidad ( $r = 0.71$ ,  $p = 0.0090$ ), diversidad y riqueza ( $r = 0.79$ ,  $p = 0.0021$ ) y correlación inversa entre diversidad y dominancia ( $r = -0.96$ ,  $p = 0.0000$ ), equidad y dominancia ( $r = -0.84$ ,  $p = 0.0007$ ) y riqueza y dominancia ( $r = -0.64$ ,  $p = 0.0237$ ). El BMWP/Col no presentó correlación significativa con ninguna de las variables evaluadas.

## DISCUSIÓN

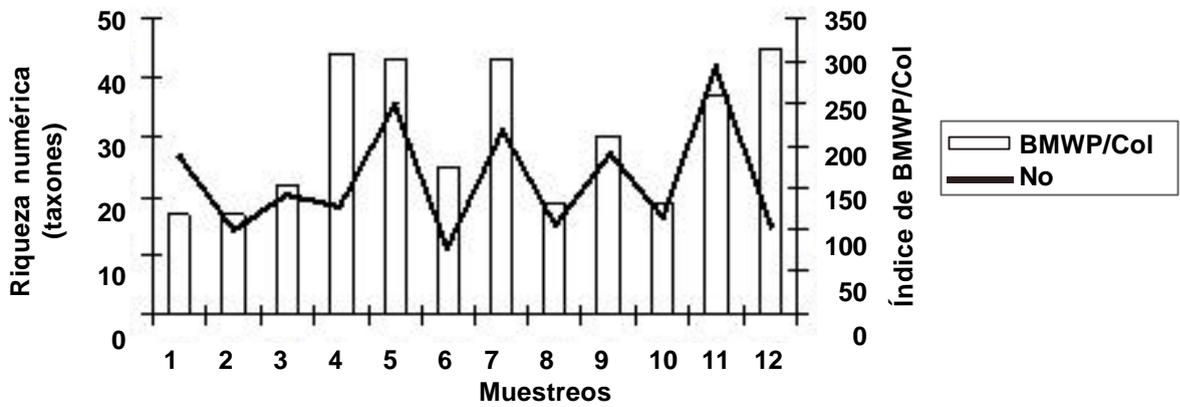
Se encontró una fauna de macro-invertebrados muy rica, debido a la buena calidad de las aguas y a la amplia oferta de biotopos que ofrece esta quebra-

**Tabla 2**  
**Listado de organismos encontrados en la quebrada Los Andes**

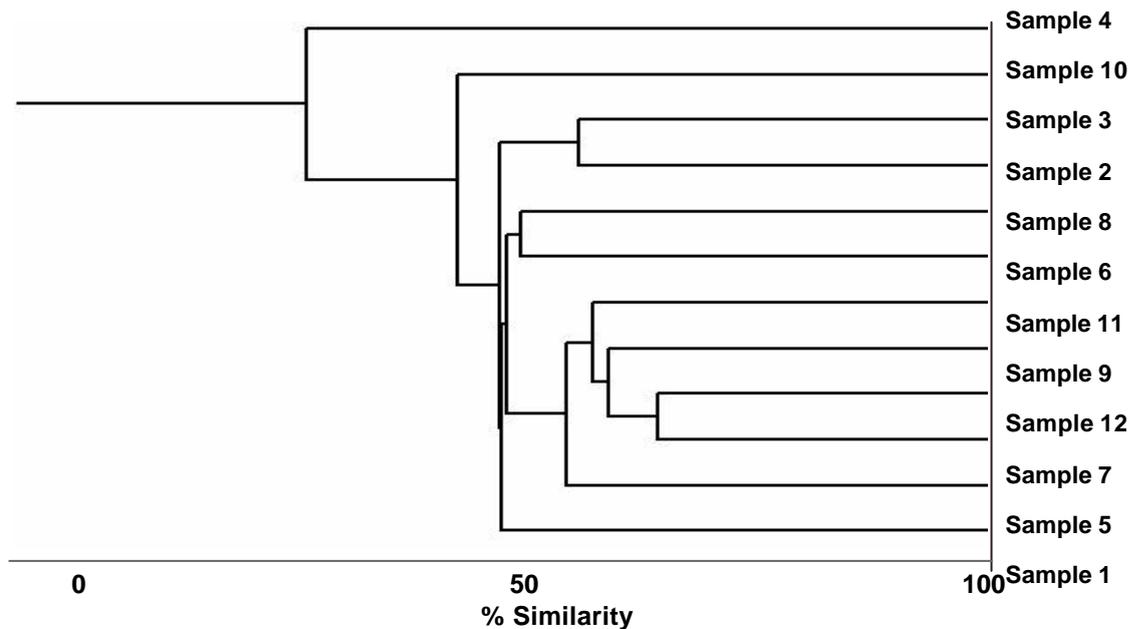
<i>Annelida</i>	<i>Hemiptera</i>	Ptilodactylidae	<i>Tipula</i> sp1
<i>Oligochaeta</i>	Naucoridae	<i>Anchytarsus</i> sp1	<i>Tipula</i> sp2
Haplotaenidae	<i>Limnocois</i> sp	<i>Anchytarsus</i> sp2	<i>Molophilus</i> sp
<i>Turbellaria</i>	<i>Pelocois</i> sp	<i>Stenocolus</i> sp	<i>Limonia</i> sp
<i>Hirudinea</i>	Veliidae	Chrysomelidae	<i>Hexatoma</i> sp
<i>Glossiphoniiformes</i>	<i>Rhagovelia</i> sp1	Gyrinidae	<i>Prionocera</i> sp
Erpobdellidae	<i>Rhagovelia</i> sp2	<i>Andogyrus</i> sp	Ceratopogonidae
<i>Nematomorpha</i>	<i>Microvelia</i> sp	<i>Gyrinus</i> sp	<i>Stilobezzia</i> sp
	Gerridae	Scirtidae	Chironomidae
<i>Arthropoda</i>	<i>Eurygerris</i> sp	<i>Elodes</i> sp1	SF: Chironomina
<i>Acari</i>	<i>Limnogonus</i> sp	<i>Elodes</i> sp2	SF: Tanitarsini
<i>Insecta</i>	<i>Brachymeria</i> sp	Lutrochidae	SF: Orthocladinae
<i>Lepidoptera</i>	Notonectidae	<i>Lutrochos</i> sp	SF: Tanyptodinae
<i>Pyralidae</i>	<i>Buena</i> sp		SF: Podonominae
<i>Paragyraea</i> sp	Corixidae	<i>Trichoptera</i>	SF: Diamesinae
	<i>Centrocorisa</i> sp	Glossosomatidae	Simuliidae
<i>Ephemeroptera</i>		<i>Mortoniella</i> sp	<i>Simulium</i> sp
<i>Baetidae</i>	<i>Neuroptera</i>	Helicopsychidae	Empididae
<i>Baetodes</i> sp	<i>Megaloptera</i>	<i>Helicopsyche</i> sp	<i>Hemerodromia</i> sp
<i>Moribaetis</i> sp	<i>Chauliodes</i> sp	Hydropsychidae	Muscidae
Leptophlebiidae		<i>Smicridea</i> sp	Blephariceridae
<i>Thraulodes</i> sp	<i>Coleoptera</i>	<i>Leptonema</i> sp	<i>Collembola</i>
<i>Terpides</i> sp	Staphylinidae	Odontoceridae	Plecoptera
Oligoneuriidae	Dryopidae	<i>Marilia</i> sp	Perlidae
<i>Lachlania</i> sp	<i>Dryops</i> sp	Leptoceridae	<i>Anacroneuria</i> sp
Tricorythidae	<i>Elmoparnus</i> sp	<i>Triplectides</i> sp	Pseudothelphusidae
<i>Leptohyphes</i> sp	Hydrophilidae	<i>Oecetis</i> sp	<i>Hypolobocera</i> sp
<i>Tricorythodes</i> sp	<i>Tropisternus</i> sp	<i>Atanatica</i> sp	Amphipoda
Euthyplociidae	Elmidae	<i>Nectosyche</i> sp	Hyalellidae
<i>Campylocia</i> sp	<i>Disersus</i> sp	<i>Grumichela</i> sp	<i>Hyalella</i> sp
<i>Odonata</i>	<i>Macrelmis</i> sp	Hydrobiosidae	Mollusca
Libellulidae	<i>Heterelmis</i> sp	<i>Atopsyche</i> sp	Basommatophora
<i>Erythemis</i> sp	<i>Cylloepus</i> sp	Calamoceratidae	Physidae
Aeshnidae	<i>Ancyronyx</i> sp	<i>Phylloicus</i> sp	<i>Physa marmorata</i>
<i>Aeshna</i> sp	<i>Estenelmis</i> sp	<i>Phylloicus</i> sp2	Planorbidae
Calopterygidae	<i>Pseudodisersus</i> sp	<i>Banyallarga</i> sp	<i>Biomphalaria</i> sp
<i>Hetaerina americana</i>	<i>Phanocerus</i> sp	Polycentropodidae	<i>Gyraulus</i> sp
Coenagrionidae	Psephenidae	<i>Polycentropus</i> sp	Bivalvia
<i>Argia</i> sp	<i>Psephenops</i> sp	Phylopotamidae	Sphaeriidae
Gomphidae	Lampyridae	<i>Chimarra</i> sp	<i>Pisidium</i>
Progomphus sp	Dytiscidae		Platyhelminthes
Polithoridae	<i>Termonectus</i> sp	<i>Diptera</i>	Tricladida
Polythore sp	<i>Coptolonus</i> sp	Tipulidae	<i>Planariidae</i>



Gráfica 1. Variación de los índices comunitarios durante el tiempo de muestreo



Gráfica 2. Variación de la riqueza numérica de taxones y del índice de calidad biológico del agua (BMWP/Col)



Gráfica 3. Análisis de agrupamiento para los muestreos con base en el índice de similitud de Bray y Curtis

da, lo que permite desarrollar a las asociaciones de macro-invertebrados en la parte alta de este ecosistema porque la calidad del agua, la disponibilidad de alimento y las características del sustrato, son los principales factores que gobiernan la abundancia y distribución de los macro-invertebrados acuáticos (Merritt y Cummins, 1996).

Algunos géneros del orden tricóptera fueron los dominantes a lo largo de la investigación pues es uno de los ordenes más diversificados en las aguas dulces (Fernández y Domínguez, 2001). En la parte alta de la micro-cuenca el estado de protección es muy bueno lo que favorece que predomine el detritus proveniente del material alóctono de las ramas, troncos, hojas y del componente orgánico del suelo.

El análisis de similitud de Bray y Curtis mostró diferencias en el comportamiento de la asociación de macro-invertebrados acuáticos para una misma estación a lo largo de dos años de estudio, lo que puede ser indicador de una alta dinámica para un ambiente pequeño, porque la riqueza numérica de taxones presentó fluctuaciones hasta de 50%, lo que puede estar asociado con pequeñas fluctuaciones del caudal y de los ciclos de recolonización de biotopos (Montoya 2007). En el tiempo que se realizó el cuarto muestreo se presentaron fuertes lluvias, lo que genera deriva y pérdida de la estructura de la asociación de macro-invertebrados acuáticos. Por otro lado, durante el décimo muestreo se generó un proceso de tala de algunos árboles de pino aledaños a la zona de muestreo, lo que produjo un aumento de la acidez del agua, cambios en los regímenes de luz-oscuridad sobre el cauce, micro-variaciones del caudal y de la oferta trófica, lo que pudo generar el asilamiento parcial de este muestreo.

Se registraron géneros presentes en los muestreos a lo largo de toda la investigación tales como *Anacroneturia* sp, *Anchytarsus* sp, *Phanocerus* sp, *Leptonema* sp, *Mortoniella* sp, *Thraulodes* sp y *Phylloicus* sp, en contraste se reportaron algunos

taxones con muy poca frecuencia de ocurrencia como *Elmoparnus*, *Disersus*, *Tetraglossa*, *Macrelmis*, *Chrysops*, *Microcyloepus*, *Triplectides*, *Neptosyche*, *Oocetis*, *Pisidium*, entre otros. Estas tendencias permiten conocer información básica sobre la fenología de estas poblaciones en esta región de Colombia. Por otro lado, se observó para el género *Polythore* sp que su presencia-ausencia fluctuaba cada cuatro meses como un ciclo regular, es decir, se presentó en el primer muestreo, en el segundo no, en el tercero si y así sucesivamente.

El género *Leptonema* sp (Hydropsychidae) presentó las mayores abundancias durante todos los muestreos; estas larvas se caracterizan por ser constructoras de redes con materiales minerales y orgánicos, las cuales son relativamente grandes y cuyo tamaño aumenta con la edad al tiempo que las larvas pasan de ser micrófagas a ser más carnívoras (Merritt y Cummins, 1996).

El índice BMWP/Col mostró buenas condiciones del agua, aunque valdría la pena en una futura investigación aumentar el número de variables físicas (caudal), químicas (nutrientes) y microbiológicas (coliformes totales y fecales) a evaluar, para mejorar el diagnóstico de la calidad del agua de esta fuente hídrica.

#### AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del grupo de Biodiversidad Acuática de la Institución Educativa Fray Julio Tobón Betancur y en especial a Andrés Felipe Galeano por su apoyo en los trabajos de campo y de laboratorio.

#### LITERATURA CITADA

- Costa, C, Vanin, S.A., Casari-Chen, S.A. 1988. *Larvas de Coleóptera Do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidad de Sao Paulo, Brasil.
- Espinal, L.S. 1992. Formaciones vegetales de Antioquia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, **24**: 60-67.

- Fernández, H.R, Domínguez, E.** (eds.). 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucumán; Argentina.
- Gómez, M.I, Álvarez, L.F, Roldán, G, Velásquez, D.P, Peláez, E.** 2003. *Determinación de los valores de bioindicación de los moluscos de agua dulce y taxonomía de la familia Hydrobiidae (Gastropoda: Rissoidea) en Colombia*. Universidad Católica de Oriente.
- Hawkes, H.** 1979. Invertebrates as indicators of rivers quality. *In: A biological indicators of water quality*. James & L. Evison Ediciones.
- Merritt, R.W, Cummins, K.W.** 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Third ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.
- Montoya, Y.** 2007. Colonización de sustratos rocosos por los macro-invertebrados acuáticos en la quebrada Los Andes, El Carmen de Viboral, Antioquia-Colombia. *Revista Universidad Católica de Oriente* **23**: 89-106.
- Roldán, G.** 2003. *Bioindicadores de la calidad del agua en Colombia, propuesta para el uso del BMWP/Col*. Ed Universidad de Antioquia, Colombia.
- Roldán, G.** 1992. *Fundamentos de limnología neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- Roldán, G.** 1988. *Guía para el estudio de los macro-invertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Fondo FEN-Colombia, Colciencias-Universidad de Antioquia. Ed. Presencia Ltda, Santafé de Bogotá.