

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES EN ECOSISTEMAS LÓTICOS DEL VALLE DEL PATÍA. Revisión de literatura científica 1991 – 2015

Hilldier Zamora González*, Mayra Andrea Zamora Moreno**

**Profesor Universidad del Cauca. Popayán, Cauca - Colombia. Carrera 7 N° 10N18, Popayán, Cauca-Colombia. hilldier@unicauca.edu.co. **Bióloga Universidad del Cauca. Master of Science in Ecohydrology. School of Sustainability. Christian Albrechts Universität, zu Kiel. Kiel, Alemania en conjunto con la Universidad de Łódź. Łódź, Polonia., mayraz12@hotmail.com*

Resumen

A partir del año 1981 el Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, ha venido adelantando investigación limnológica en los ecosistemas acuáticos del departamento del Cauca y otras regiones de Colombia. El primer trabajo en el cual se incluye la cuenca del río Patía, se desarrolló con el patrocinio de Colciencias y la Universidad del Cauca y se publicó en 1991. De allí en adelante se han realizado proyectos de Investigación, de Consultoría y Trabajos de grado con estudiantes de los programas de Biología y Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales en ríos y quebradas del Valle del Patía.

El presente artículo procura entregar una recapitulación actualizada, de la información existente sobre los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales -MAEs- en ecosistemas lóticos (ríos y quebradas) del Valle del Patía, a investigadores y demás especialistas e interesados en el tema, enfatizando en la composición de esta comunidad biótica. Para tal fin se acopiaron trabajos característicos, procurando cubrir con ellos un área representativa. Una de las conclusiones a la que se llega, es que a pesar que la oferta climática, cobertura vegetal y físico-química hídrica, entre otras variables, es semejante para todos los ríos y quebradas estudiados, las diferencias que se presentan entre ellos en términos de riqueza y diversidad, en gran medida se debe al uso y manejo que ejerce la población humana en los ecosistemas de la cuenca. A la fecha se han registrado especímenes pertenecientes a 4 Phyla, 6 Clases, 17 Ordenes, 59 familias y 104 Géneros. *Palabras clave:* Macroinvertebrados, ecosistemas lóticos, río intermitente, río permanente, calidad del agua, Valle del Patía.

Introducción

El presente artículo presenta una recapitulación actualizada, objetiva e imparcial de la información existente sobre los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales -MAEs- en ecosistemas lóticos (ríos y quebradas) del Valle del Patía a investigadores, especialistas e interesados en el tema, enfatizando en la composición, riqueza y diversidad de esta comunidad biótica. Para tal fin, se compilaron y analizaron los resultados de diferentes trabajos sobre este importante componente faunístico en el mencionado ecosistema, desarrollados por el Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales de la Universidad del Cauca, durante la ejecución de proyectos de Investigación, de Consultoría y Trabajos de grado con estudiantes de los programas de Biología y Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales, a lo largo del período comprendido entre los años 1991 y 2015.

Los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales -MAEs-, se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista, es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm de longitud. Pueden ser colectados con redes de ojo de malla entre 200–500 μ (Zamora, 1993) superando además en fase adulto o último estado larvario los 2.5 mm.

Este grupo incluye taxa del Phylum Arthropoda, Crustácea: (Anfípoda, Isópoda, Decápoda y Arachnida o Hidracarina); Insecta (Plecóptera, Ephemeroptera, Trichóptera, Díptera, Odonata, Hemíptera, Coleóptera, Magalóptera, entre otros). También

otros Phyla como: Mollusca, Annélida, Platyhelminthes, Nemátoda, Coelenterata. Estos organismos se encuentran en ríos y lagos, sobre o enterrados en el fondo, sobre rocas u otros sustratos como troncos sumergidos, hojarasca, también adheridos a vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente y otros se desplazan sobre la superficie del agua.

La comunidad de MAEs es de trascendental importancia en la limnología para el entendimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, constituyéndose en componentes esenciales para el flujo de energía a lo largo de la cadena alimenticia, según sea su nivel trófico, bien como predadores de otros organismos o como presa de los peces y demás fauna vertebrada asociada al medio acuático. Actualmente se utilizan como bioindicadores del estado de la calidad ambiental de los cuerpos de agua y así como su participación en los procesos de deriva de materia orgánica. Por otra parte, aportan riqueza y diversidad biótica a los ecosistemas acuáticos.

Materiales y métodos

Área de Estudio. El Valle del Patía es un valle interandino a 550 msnm, corresponde a la región baja de la cuenca del río Patía (Fig.1) la cual presenta una proximidad espacial entre los ecosistemas del chocó biogeográfico, el andino y amazónico, además de ser un área que presenta un importante enclave xerofítico de gran interés para la región, que tiene influencia climática en el área

de la cuenca hasta altitudes de 1600 msnm, tanto en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental como en el flanco occidental de la Cordillera Central. La intervención antrópica en los ecosistemas de la cuenca es alta, debido a que los quehaceres de la mayor parte de la población están relacionados con cultivos, ganadería, extracción maderera, deforestación y explotación minera artesanal. Estas prácticas inapropiadas de uso y manejo de los suelos han contribuido a la fragmentación del bosque y al deterioro de todos los ecosistemas, con pérdida de la biodiversidad (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2006).

Unidades Bioclimáticas

Con base en la clasificación de zonas de vida de Leslie R Holdridge, información relacionada con la caracterización biofísica del Patía (CRC 2009) e imágenes de satélite, se definen para este artículo las Unidades climáticas, para el área directa y de influencia del presente trabajo. La temperatura, la precipitación y la correspondiente humedad son tres variables determinantes del clima y su influencia en el componente biótico de los ecosistemas, de tal manera que determinan en gran medida la composición y estructura de las

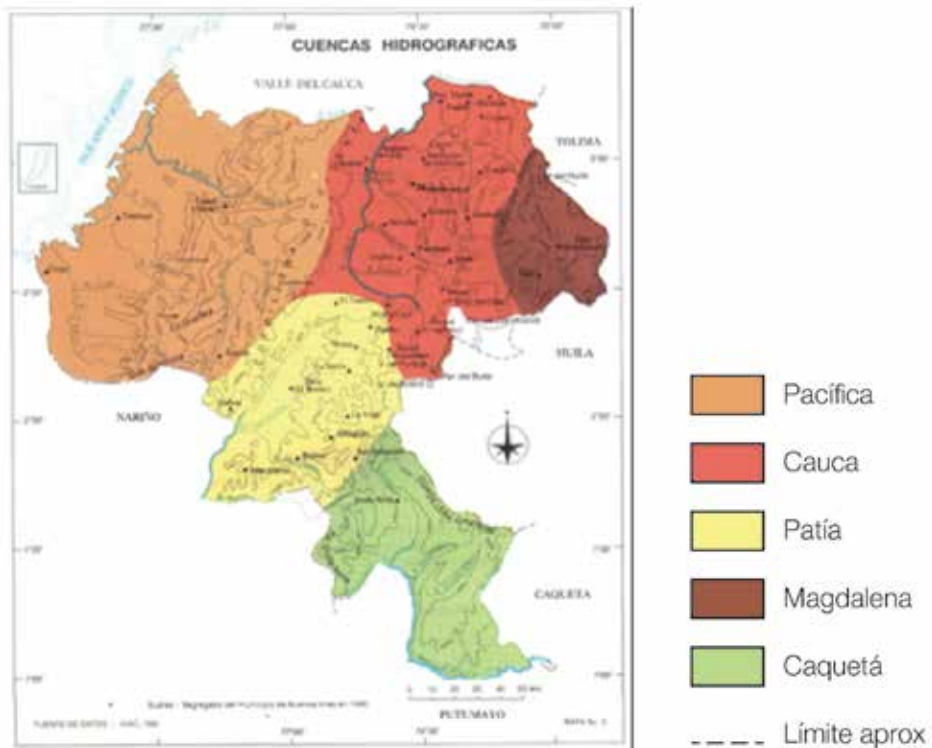


Figura 1. Mapa de las cuencas hidrográficas del departamento del Cauca.

comunidades florísticas y faunísticas. Conforme a la variación altitudinal, el área de estudio se encuentra entre los 570 y 2.000 msnm abarcando los pisos térmicos cálido y templado:

- Frío entre los 2000 a 3000 m de altitud
- Templado entre los 1200 a 2000 m de altitud
- Cálido, con altitudes que oscilan entre los 570 a 1200 msnm.

Descripción de las unidades bioclimáticas definidas para el área de influencia del estudio en la tabla 1:

Áreas frías: Corresponde a bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB/T) con una biotemperatura media entre 12 y 18 °C, un promedio anual de lluvias superior a los 2000 mm. Altitud entre los 2.000 a 3.000 msnm.

Áreas templadas subhúmedas: Con bosque seco Premontano (bs-PM/T). Con una biotemperatura media anual entre 18 a 24 °C, un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm y un rango altimétrico entre los 1200 a 2000 msnm.

Áreas cálidas subhúmedas a semiáridas: Correspondiente a bosques seco Basal Tropical (bs-B/T) y bosque muy seco Basal Tropical (bms-B/T). El bosque muy seco tropical tiene una biotemperatura media anual superior a los 24°C y un promedio anual de lluvias entre 500 y 1000 mm., y altitudes entre 570 y 1000 msnm.

Clima: Para el área de estudio, la parte media con altitudes entre 1200 y 2000 msnm y baja con altitudes entre 570 y

1200 msnm, están conformadas por terrazas aluviales onduladas en su mayor parte, en los flancos occidental de la cordillera Central y flanco oriental de la cordillera Occidental. La zona de investigación en los flancos de las cordilleras corresponde a una zona de vida de transición entre bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PM/T) y bosque seco Basal Tropical (bs-BT) (Holdridge, 1978) con clima cálido subhúmedo a seco y en su parte baja, central y plana, a un bosque seco Basal Tropical (bs-B/T) a bosque muy seco basal Tropical (bms-B/T), con clima cálido seco. El principal ecosistema lótico es el río Patía, receptor final de todos los drenajes del Valle de su mismo nombre, constituidos por ríos y quebradas unos de régimen Permanente y otros Temporales o Intermitentes.

Temperatura: La temperatura media anual del área de estudio está entre 18°C y 28.1 °C, con máximas absolutas de la parte baja entre 37,6 y 41,0.°C en los meses de Julio y Agosto, meses en los que se registran los valores más altos de temperaturas. Las temperaturas mínimas oscilan entre 12,3°C y 17,8 °C (IDEAM, 2014).

Precipitación: De acuerdo con los datos de las estaciones meteorológicas del Valle del Patía (Figura 2), en La Fonda (580 msnm), y El Estrecho (720 msnm) que se consideran representativas para el área de estudio y con un registro histórico desde 1990 hasta 2014, el régimen anual de lluvias es bimodal, con un periodo lluvioso que va de Octubre a Diciembre y de Marzo a Mayo, siendo el mes más lluvioso

Tabla 1. Unidades bioclimáticas del área de estudio

Piso Térmico	Biotemperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Zona de vida	Altitud (msnm)	Provincias de humedad
Frío	12-18	>2000	Bosque muy húmedo	>2000	Per-Húmedo
Templado	18-24	500-1000	Bosque seco	1200 a 2000	Sub-Húmedo
Cálido	24-28	1000-2.000	Bosque seco	570 a 1200	Sub-húmedo
		500-1000	Bosque muy seco		Semi-Árido

Noviembre con un promedio de 218 mm. El periodo o estación seca corresponde a los meses de Junio a

Septiembre, siendo el mes menos lluvioso Julio con 29,4 mm (IDEAM, 2014) (figura 2).

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
104,7	91,8	111	141,9	113	41,5	29,4	31,2	79,9	185	218	162

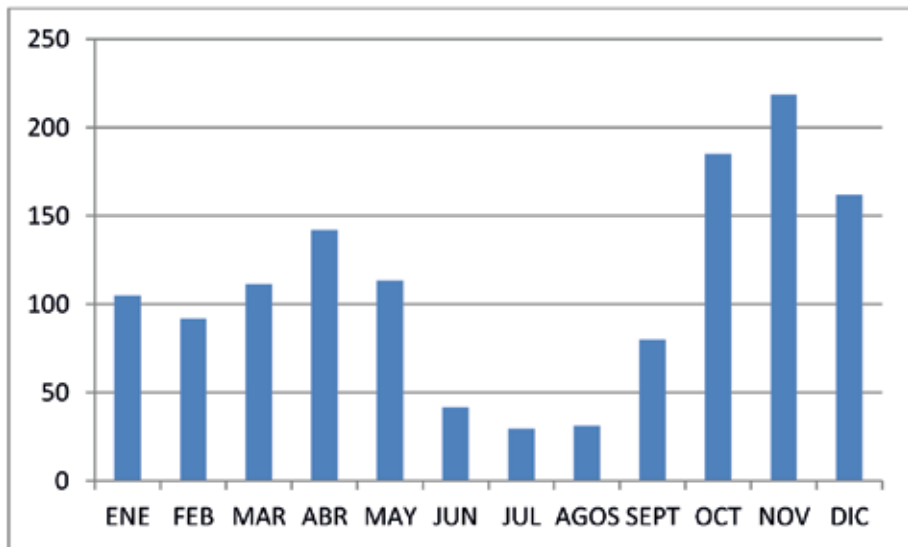


Figura 2. Distribución de la precipitación media mensual entre 1990 y 2014, Fuente: IDEAM, 2014.

Geología general: La unidad geológica del área de estudio para la prospección de aguas subterráneas, son las rocas volcánicas sedimentarias de la Formación Galeón de edad Terciario Superior-Cuaternario. Se caracteriza por formar colinas bajas, suaves y onduladas que sobresalen solo 5 m sobre el valle y que pueden confundirse con terrazas. Están constituidas por intercalaciones de ceniza, arcillositas, areniscas blancas, areniscas conglomeráticas, y areniscas con pómez redondeadas cuyos diámetros varían entre 0.5 cm y 5 cm (Torres *et al.*, 1992).

Depósitos de llanuras aluviales y terrazas: Estos depósitos constituyen aluviones y terrazas, asociados al río principal Patía y sus afluentes, como la quebrada Potrerillos; están constituidos esencialmente por arenas, arcillas y gravas con cantos redondeados cuyos tamaños alcanzan hasta 30cm de diámetro. Las arenas son esencialmente de cuarzo, contienen además feldespato, anfíboles y minerales pesados destacando la magnetita. Las gravas están compuestas por fragmentos líticos de andesitas, basaltos, diabasas, gabros, esquistos, cuarzos y dacitas en menor proporción (Torres *et al.*, 1992).

Vegetación natural: La vegetación natural en la región ha sufrido un dramático proceso de deforestación, está representada por pequeños relictos localizados generalmente a las orillas de los cursos de agua. El tipo fisonómico corresponde a la zona de transición anteriormente definida. La vegetación de acuerdo con los remanentes existentes, alcanza una altura promedio de 20 m, sobresaliendo árboles como

las ceibas (*Ceiba pentandra*) y samanes (*Samanea saman*), el algarrobo (*Hymenaea courbaril*), Cañafisto (*Cassia grandis*), totumo (*Crescentia cujete*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), mata ratón (*Gliricidia sepium*) y almendros (*Terminalia catappa*). El sotobosque está constituido por arbustos y hierbas espinosas típicamente xerofíticas (Torres *et al.*, 1992).

Otras especies vegetales comunes son: cují o pelá (*Acacia farnesiana*), Limonacho (*Achatocarpus nigricans*), cadillo (*Achyranthes aspera*), bleado (*Amaranthus dubius*), caracolí (*Anacardium excelsum*), guayacán (*Bulnesia arborea*), pringamosa (*Cnidocolus tubulosus*), uña de gato (*Fagara pterota*), y pastos como *Bouteloua* sp. y *Rhynchelytrum repins*, (Fernández y Fernández, 1992).

El bosque ripario bastante escaso, está rodeado por potreros de tipo rotatorio, es decir que el ganado no permanece ahí durante todo el año, solo durante ciertos períodos de tiempo de acuerdo con el régimen pluviométrico.

Actividades agropecuarias: Se observan en forma general actividades agrícolas de subsistencia, cultivos de pancoger como plátano, maíz, cacao, yuca, algodón y algunos cultivos de frutas y caña, los cuales dependen en gran medida del agua subterránea que se extrae por sistemas de bombeo.

La ganadería se distribuye a nivel extensivo en la mayoría de las fincas, y a nivel intensivo en algunas pocas haciendas aisladas, los bebederos están constituidos principalmente por lagunas artificiales y por las quebradas y riachuelos.

Entre otras actividades antrópicas observadas, que ejercen una influencia directa con las quebradas incluyen: la ganadería, bebederos para ganado, derivación de agua para uso doméstico y agrícola (frutas, principalmente), cultivos, extracción del agua subterránea por sistemas de bombeo, extracción maderera y deforestación.

Toma de las muestras de Macroinvertebrados: Para estructurar el presente estudio se acopiaron registros sobre MAEs adelantados por el grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales -GERHC- de la Universidad del Cauca a partir de 1991 hasta 2015, (Zamora, 1991, 1994, 1996, 1997, 2002, 2008, 2013a, 2013b.), en diferentes ríos y quebradas del Valle del Patía en el departamento del Cauca, siguiendo en todos los casos el siguiente protocolo de trabajo.

Los muestreos se realizaron mensualmente durante 12 meses abarcando las épocas climáticas de la zona, durante por lo menos un año en cada proyecto.

Para los análisis cualitativos, los muestreos se realizaron empleando red de pantalla con ojo de malla de 0.5mm. En este caso, los muestreos se complementaron revisando manualmente piedras, substratos marginales, flotantes y superficiales con ayuda de pinzas, pinceles y tamices. El muestreo se daba por terminado cuando no se encontraban representantes de nuevos taxa. Para los muestreos cuantitativos se utilizó una red Surber con área de 0.25 m² sobre el sustrato y un diámetro de poro de 0.5mm de su malla.

En cada sitio se realizaron muestreos puntuales durante 30 minutos. La cualificación y cuantificación de comunidades bentónicas se realizó mediante observación directa. Los organismos colectados fueron identificados y contados en el laboratorio de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad del Cauca, utilizando claves y guías taxonómicas correspondientes, entre otras, las propuestas por Roldán (1988), Merrit y Cummins (1984), Flint y Harris (1999), Pennak (1978), Rodríguez *et al.* (1992) y Fernández y Domínguez (2009), Domínguez y Fernández (2009).

Evaluación físico-química hídrica: Para la medición de las variables físico-químicas hídricas se tomaron muestras compuestas de tres puntos en el área transversal del lecho (ribera 1, zona intermedia y ribera 2). Se realizó un aforo por zona de muestreo y adicionalmente, en cada punto de toma de muestras de macroinvertebrados se registró la velocidad de la corriente. Para la medición en el laboratorio de algunos parámetros químicos, se tomó un litro de agua en viales plásticos (Tabla 1) que fueron etiquetados, almacenados y refrigerados para el transporte.

Las variables físico-químicas, los materiales y los métodos utilizados para su medición se presentan en la tabla 2.

Resultados y discusión

Los ecosistemas lóticos objeto de análisis del presente estudio, se encuentran en la cuenca hidrográfica del río Patía, al sur del departamento del Cauca, subcuencas río San Jorge y ríos Guachicono-

Mazamorras, al oriente, subcuencas río Sajandí, Quebradas Las Tallas y Olaya al occidente, estas subcuencas entregan sus aguas al río Patía que transita a menor altitud por el centro de un valle aluvial plano, enmarcado por las cordilleras Occidental y Central, recaudando las aguas de pequeños ríos y quebradas algunos de carácter intermitente, como es el caso de la quebrada Potrerillos. Figura 1, tabla 2.

La Cuenca del Patía

Representa el 17,1% del Departamento, y corresponde al área de captación del río Patía, desde su nacimiento en las faldas del volcán Sotará hasta el límite con el Departamento de Nariño. Está conformada por 16 subcuencas. La Subcuenca del Valle del Patía, tiene un área de captación de 32.855,1 Ha.

La mayoría de las quebradas en el Valle del Patía, son corrientes de tercero y cuarto orden, de aguas claras, con áreas de captación pequeñas y cortas longitudes. Todas presentan drásticas variaciones del caudal dependiendo mayormente del régimen pluviométrico, durante la época seca las quebradas intermitentes como es el caso de la quebrada Potrerillos el ancho del cauce se reduce progresivamente hasta desaparecer el flujo de agua continuo, formándose pozos aislados superficialmente pero conectados por el nivel freático, los cuales presentan diferencias en las características físicas y químicas. Por el contrario, durante la época de lluvias se presentan fuertes crecidas de diversas intensidades. Todos los ríos (orden cinco en adelante) de la cuenca son permanentes.

Tabla 2. Variables físicas y químicas medidas en cada muestreo.

Variables	Unidad	Material y/o Método
Pluviosidad	mm	Pluviómetro
Caudal	m ³ /s	Molinete
Temperatura del agua	° C	Termómetro
Conductividad	µmhos/cm	Conductímetro
Turbiedad	NTU	Espectrofotométrico
Oxígeno disuelto	mg/l	Oxímetro
Dióxido de carbono	mg/l	NaOH y fenolftaleína
pH	---	pH-metro
Alcalinidad total	mgCaCO ₃ /l	A partir de pH y CO ₂
Dureza Total y Carbonácea	mg CaCO ₃ /l	Kit Merck
Amonio	µg/l	Kit Merck
Nitritos	µg/l	Kit Merck
Nitratos	µg/l	Kit Merck
Fósforo	mg/l	Espectrofotómetro
DBO	mg/l	Laboratorio
DQO	mg/l	Laboratorio

Tabla 3. Ríos y Quebradas muestreadas, Cuenca del Patía. (Zamora *et al.* 2008, 2014, Vidal *et al.* 2013,).

	Ríos / Quebradas	Altitud msnm	Latitud N	Longitud W
1	Río Sánchez	1103,1	1° 58' 29.09"	76° 57' 4.7"
2	Río San Jorge (La Playa)	813,7	1° 58' 37.76"	77° 00' 35.7"
3	Río San Jorge (Capellanías)	752,3	1° 55' 35.22"	77° 05' 46.2"
4	Quebrada Los Huevos	1450,0	2° 02' 25,5"	76° 55' 45.2"
5	Río Mazamorras	1200,0	2° 02' 30.3	76° 56' 8.9"
6	Río Esmita	1000,0	2° 12' 34,4"	76° 40' 30,5"
7	Río Guachicono bajo	900,0	2° 02' 56.7"	77° 00' 22.4
8	Río San Jorge (Dos ríos)	600,0	1° 56' 41,4"	77° 09' 44,5"
9	Río Patía	620,0	2° 04' 11.1"	77° 04' 36.1"
10	Río Sajandí	630,0	2° 08' 31.8"	77° 01' 08.2"
11	Quebrada las Tallas	620,0	2° 05' 21.3"	77° 09' 22.4"
12	Quebrada La Olaya	615,0	2° 01' 43.2"	77° 07' 52.6"
13	Quebrada Potrerillos parte alta	700,0	2° 07' 05.1"	77° 00' 09.1
14	Quebrada Potrerillos parte media	642,0	2° 06' 03.8"	77° 03' 00.2"
15	Quebrada Potrerillos parte baja	613,0	2° 06' 14.0"	77° 04' 02.1"

Durante los períodos de bajo flujo de agua, la proporción de materia orgánica, particularmente la hojarasca es muy alta hasta la época de lluvias abundantes, durante las cuales se presenta el transporte de este material por la corriente hacia las partes medias o bajas del cauce.

El sustrato de estos ríos y quebradas está compuesto por rocas de mediano tamaño, principalmente por cantos rodados y guijarros, los cuales son un buen sustrato de adherencia para el perifiton y macroinvertebrados, además de gravas, arenas y hojarasca.

Caracterización físico-química hídrica

Los ríos y quebradas experimentan cambios espaciales y temporales en su morfometría (volumen de flujo de agua,

velocidad de la corriente, profundidad y ancho activo u ancho húmedo), en relación directa con los cambios pluviométricos estacionales.

Los valores de las variables físico-químicas (Tabla 4) en términos generales pueden considerarse ajustadas a ecosistemas oligotróficos y mesotróficos en la mayoría de los puntos de muestreo y a lo largo del tiempo de estudio. Reiterando que durante la época seca, en los escasos caudales y los pozos que se forman no se logran conservar condiciones óptimas de algunas variables tan importantes como el oxígeno disuelto y la temperatura hídrica, los cuales se convierten en limitantes para el desarrollo y crecimiento de poblaciones de organismos acuáticos.

Tabla 4. Valores determinados para las variables físico-químicas en los ríos y quebradas estudiados en la Cuenca del Patía. (Zamora et al. 2008, Vidal et al. 2013).

Variable	Unidad	Ríos										Quebradas					Promedio
		Sánchez	San Jorge (La Playa)	San Jorge (Capellanas)	Mazamorra	Esmita	Guachicón Bajo	San Jorge (Dos ríos)	Patía	Sajandi	Los Huevos	Las Tallas	Olaya	Potrillos alta	Potrillos Media	Potrillos baja	
Turbidez	UNT	7,3	3,7	15,8	14,1	18,0	54,6	12	14	14,1	3,6	9	11	8,6	9	9,6	15,76
Temperatura ambiente	oC	28,2	36	36	26	26	29	28	28	27	28	28	28	26	27	28,6	28,65
Temperatura del agua	oC	20,9	29,3	34,7	19	24	21,8	24	25	23	21	24	25	23,95	25,6	27,46	24,58
pH	UND	7,94	8,22	8,37	6,4	7	6,4	7,2	7,1	6,8	7,1	7	7,2	7,43	7,5	7,05	7,25
Dureza total	mg/L-CaCO ₃	15	43,2	66,5	36	12	41	8	12	37	36,0	31	46	112	110,3	83,16	47,42
Conductividad	µmho/cm	60,7	69,9	116	76,5	38	86,5	42	40	78,8	86,0	58	61	342	388,5	287,5	122,1
Nitritos	mg/L-N	0,02	0,12	0,2	0,11	0,02	0,2	0,03	0,05	0,16	0,1	0,2	0,3	0,015	0,003	0	0,1
Nitratos	mg/L	0,4	1,28	2,9	0,16	0,45	3,1	0,6	0,8	0,21	0,15	2,1	2,4	11,25	12,5	10	3,22
Oxígeno disuelto	mg/L-O ₂	10,2	5,03	4,5	8,3	6,5	7,4	6	6,5	8,3	7,4	7,8	7,1	5,2	5,27	5,39	7,24
Saturación de oxígeno	%	108	67,4	75,5	86	80	82,0	75	84	86	83	93	91	61,9	69,28	73,93	82,9
DBO	mg/L-O ₂	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	1,48	0,5	0,4	0,1	0,77	0,2	0,35	0,7	0,8	0,9	0,56
DQO	mg/L-O ₂	2	2	2	2,9	7	6	2	2,4	9	2,6	1,2	30	22	31	34	12,15
STD	mg/L CaCO ₃	49,8	57,4	95,2	30,5	86	37	57,4	85,2	90,5	74	28,1	32,7	23,6	26,1	28	66,91

Composición y estructura de la comunidad de MAEs

En los ríos y quebradas muestreadas, se colectaron especímenes pertenecientes a 4 Phyla, 6 Clases, 17 Ordenes, 59 familias y 104 Géneros (Tabla 5). En general, se presentan comunidades con organismos en su gran mayoría

propios de aguas limpias, sin embargo la riqueza y diversidad de especies en los 15 cuerpos de agua reporta dos sitios con valores bajos (13%), cuatro con valores medianos (27%) y de media-alta diversidad nueve sitios (60%).

En estos ecosistemas lóticos, dependiendo del régimen pluviométrico se presentaron

Tabla 5. Número total de taxa de los macroinvertebrados reportados por río y quebrada en el Valle del Patía. 1. Río Sánchez, 2. Río San Jorge (La Playa), 3. Río San Jorge (Capellanías), 4. Quebrada Los Huevos, 5. Río Mazamorras, 6. Río Esmita, 7. Río Guachicono bajo, 8. Río San Jorge (Dos ríos), 9. Río Patía, 10. Río Sajandí, 11. Quebrada las Tallas, 12. Quebrada La Olaya, 13. Quebrada Potrerillos parte alta, 14. Quebrada Potrerillos parte media, 15. Quebrada Potrerillos parte baja.

Taxa	Género	Ríos y Quebradas															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Arthropoda																	
Crustacea																	
Amphipoda																	
Hyaellidae	<i>Hyaella</i>		x														
Decápoda																	
Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>															x	
Insecta																	
Coleoptera																	
Chrysomelidae	<i>Galerucella</i>															x	
Dryopidae	<i>Pelonomus</i>							x		x		x		x	x	x	
	<i>Morfotipo 1</i>										x	x	x	x			
Dytiscidae	<i>Dytiscidae</i>						x		x		x		x			x	
Elmidae	<i>Cylloepus</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Macrelmis</i>		x					x		x	x	x	x	x	x		
	<i>Phanocerus</i>							x		x			x	x	x		
	<i>Heterelmis</i>			x	x	x		x		x	x	x	x				
	<i>Microcylloepus</i>			x	x						x	x		x			
Hydrophilidae	<i>Hydrobius</i>								x						x	x	
	<i>Berosus</i>														x	x	
	<i>Tropisternus</i>							x		x		x	x		x	x	x
	<i>Morfotipo 1</i>											x			x	x	

Taxa	Género	Ríos y Quebradas																			
Limnichidae	<i>Eulimnichus</i>																	X	X		
Psephenidae	<i>Psephenops</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>					X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Diptera																					
Blepharoceridae	<i>Limonicola</i>				X		X	X	X	X	X	X									
Ceratopogonidae	<i>Alluaudomyia</i>																	X	X		
	<i>Probezzia</i>												X		X	X					
Chironominae	<i>Morfotipo 1</i>																	X	X		
Culicidae	<i>Culex</i>																		X		
Dixidae, Dixinae	<i>Dixella</i>																	X	X		
Muscidae	<i>Limnophora</i>		X	X																	
Simuliidae	<i>Simulium</i>	X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i>																		X		
Tanypodinae	<i>Morfotipo 1</i>																		X	X	
	<i>Morfotipo 2</i>																		X	X	
Tipulidae	<i>Hexatoma</i>				X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	<i>Limonia</i>				X													X	X	X	
	<i>Molophilus</i>						X		X												
Ephemeroptera																					
Baetidae	<i>Baetis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	<i>Baetodes</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Morfotipo 1</i>	X		X																	
	<i>Camelobaetidius</i>	X		X		X	X	X													
Caenidae	<i>Caenis</i>																	X	X	X	X
Euthyplociidae	<i>Euthyplocia</i>					X						X									
Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i>		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Haplohiphes</i>																			X	
Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Terpides</i>	X				X		X											X	X	
	<i>Traverella</i>	X		X					X	X	X	X	X								
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	X					X		X	X			X	X	X						
Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Hemiptera																					
Belostomatidae	<i>Lethocerus</i>							X		X		X		X					X		
	<i>Belostoma</i>									X		X								X	
	<i>Morfotipo 1</i>																			X	
Gerridae	<i>Trepobates</i>																			X	
	<i>Limnogonus</i>																			X	
	<i>Gerridae</i>							X		X		X		X		X					
Hebridae	<i>Hebrus</i>																			X	

Taxa	Género	Ríos y Quebradas																						
Naucoridae	<i>Pelocoris</i>																	x	x	x	x	x	x	
	<i>Limnocoris</i>		x	x														x	x	x	x	x	x	x
	<i>Cryphocris</i>																	x	x	x	x			
	<i>Morfotipo 1</i>																							x
Veliidae	<i>Microvelia</i>																	x	x					x
	<i>Rhagovelia</i>																	x	x					x
Lepidoptera																								
Nymphulinae	<i>Parargyractis</i>																							x
Pyralidae	<i>Morfotipo 1</i>																							x
	<i>Petrophila</i>																							x
Megalóptera																								
Corydalidae	<i>Corydalus</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x													x
Odonata																								
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>																							x
Coenagrionidae	<i>Telebasis</i>																							x
	<i>Argia</i>																							x
	<i>Acanthagrion</i>																							x
	<i>Gomphidae sp</i>																							x
Gomphidae	<i>Aphylla</i>																							x
	<i>Phyllomphoides</i>																							x
	<i>Progomphus</i>																							x
	<i>Gomphidae sp</i>																							x
Libellulidae	<i>Morfotipo 4</i>																							x
	<i>Macrothemis</i>																							x
	<i>Dythemis</i>																							x
	<i>Tramea</i>																							x
	<i>Erythemis</i>																							x
Plecoptera																								
Perlidae	<i>Anacroneuria</i>																							x
	<i>Morfotipo 1</i>																							x
Tricoptera																								
Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>																							x
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>																							x
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>																							x
Hydroptilidae	<i>Ochrotichia</i>																							x
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>																							x
	<i>Leptonema</i>																							x
Leptoceridae	<i>Oecetis</i>																							x
	<i>Atanatolica</i>																							x
	<i>Triplectides</i>																							x
Odontoceridae	<i>Marilia</i>																						x	
Philopotaminidae	<i>Chimarra</i>																						x	

Taxa	Género	Ríos y Quebradas														
Platyhelminthes																
Turbellaria																
Tricladida																
Planariidae	<i>Duggesia</i>	x	x	x	x		x		x		x		x			
Annelida																
Hirudinea																
Glossiphoniiformes	<i>Morfotipo 1</i>															
	<i>Morfotipo 2</i>						x		x		x	x	x	x		
Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i>		x	x											x	
Mollusca																
Gastrópoda																
Basommatophora																
Physidae	<i>Physa cubensis</i>													x	x	
	<i>Physa</i>		x	x										x	x	
Planorbidae	<i>Biomphalaria</i>													x	x	
	<i>Gyraulus</i>						x		x		x		x	x		
	<i>Morfotipo 1</i>												x			
Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>		x									x		x	x	
	<i>columella</i>															
Mesogastropoda																
Rissoidae	<i>Rissoidae sp</i>														x	
Hidrobiidae	<i>Hidrobe</i>		x													
Ancylidae	<i>Ancylidae sp</i>						x		x		x		x		x	
Hydrobiidae	<i>Aroapirgus</i>												x			
Neogastropoda																
Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>						x		x					x	x	
Bivalvia																
Unionoida																
Hyriidae	<i>Hyriidae sp</i>						x		x		x		x		x	
Totales: 4 Phyla, 6 Clases, 17 Ordenes, 59 familias, 104 Géneros		18	16	15	17	14	46	15	51	37	56	43	53	61	52	19

Tabla 6. Diversidad biológica de los sitios según índice de Shannon-Weaver.

Sitios	Ríos / Quebradas	Shannon-Weaver (H')	
1	Río Sánchez	2,63	Media/Alta Diversidad
2	Río San Jorge (La Playa)	1,05	Baja Diversidad
3	Río San Jorge (Capellanías)	0,97	Baja Diversidad
4	Quebrada Los Huevos	2,71	Media/Alta Diversidad
5	Río Mazamorra	1,82	Mediana diversidad
6	Río Esmita	2,6	Media/Alta Diversidad
7	Río Guachicono bajo	1,88	Mediana diversidad
8	Río San Jorge (Dos ríos)	2,45	Media/Alta Diversidad
9	Río Patía	3,4	Media/Alta Diversidad
10	Río Sajandí	2,0	Mediana diversidad
11	Quebrada las Tallas parte baja	2,8	Media/Alta Diversidad
12	Quebrada La Olaya	2,74	Media/Alta Diversidad
13	Quebrada Potrerillos parte alta	2,3	Mediana diversidad
14	Quebrada Potrerillos parte media	2,9	Media/Alta Diversidad
15	Quebrada Potrerillos parte baja	3,1	Media/Alta Diversidad
	Total Cuenca del Patía		Alta Diversidad

variaciones durante el transcurso del año: La subcuenca del río San Jorge presentó diversidades bajas, medianas y media alta, mientras que en la subcuenca del río Guachicono - Mazamorra, la diversidad fue mediana y media alta. Por otra parte los tributarios del río Patía provenientes de la cordillera occidental, específicamente el río Sajandí y las quebradas Olaya y Las Tallas, presentaron diversidades medianas y media alta diversidad. Quebrada Potrerillos, río Patía y Río San Jorge (dos ríos), mediana y media-alta diversidad. En términos generales la cuenca del Patía tiene alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos (Tablas 5 y 6).

Conclusiones

En el Valle del Patía, se encuentran ríos y quebradas de régimen Permanente y otros de régimen Temporales o Intermitentes, sin embargo, existe alta riqueza y diversidad de MAEs en la cuenca del Patía a pesar del estrés climático temporal que se presenta durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, cuando los caudales disminuyen considerablemente en los ríos permanentes y los intermitentes se secan presentando algunas pozas.

Durante la época seca, se registran los valores más bajos de diversidad de MAEs en los ríos y quebradas del valle del Patía, con especial énfasis en las quebradas intermitentes, las cuales se restablecen progresivamente a partir

del inicio de las lluvias en Octubre, incrementándose la abundancia de individuos y diversidad de especies hasta Mayo, lo cual se refleja en la composición y estructura de la comunidad.

Con base en lo observado en este caso, la época seca de cambios acentuados en las variables climáticas, físico-químicas y biológicas, puede ser considerada como disturbio en los ecosistemas acuáticos, pero no necesariamente debe considerarse como evento catastrófico para los organismos que han logrado adaptar su ciclo biológico y colonizan los ecosistemas que presentan dichos cambios.

La distribución ecológica, abundancia y riqueza de los MAEs dependen más de la acción conjunta de los factores climáticos físicos, químicos y biológicos de mediana intensidad, que a un factor de estos en particular.

Los ríos y quebradas estudiados presentan durante el ciclo anual, una aceptable a buena calidad biológica del agua, pese a los cambios físicos y biológicos del lecho fluvial, los cuales modifican estacionalmente el ambiente hidráulico y químico del agua, generando ambientes que seleccionan poblaciones en razón a la oferta espacial, energética y alimenticia.

A pesar que la oferta climática, cobertura vegetal y físico- química hídrica, entre otras variables, es similar para todos los ríos y quebradas estudiados, las diferencias marcadas en unos pocos de ellos en términos de abundancia y diversidad principalmente, se debe al uso y manejo que ejerce la población humana de los ecosistemas de la cuenca.

Agradecimientos

A La Universidad del Cauca por el apoyo brindado para el desarrollo de las investigaciones de las cuales se originó el presente artículo, en términos del tiempo otorgado a Docentes y operarios, transporte, infraestructura y equipos de laboratorio, reactivos y demás insumos utilizados.

A los estudiantes que desarrollaron sus trabajos de grado durante el proceso de investigación sobre estos ecosistemas lóticos adelantado por el Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales, así como en los proyectos de consultoría efectuados por la Universidad del Cauca.

Bibliografía

C.R.C. Caracterización Biofísica del Patía. Disponible en www.crc.gov.co/.../patia/CARACTERIZACION%20BIOFISCA.

Domínguez, E., Fernández, H. R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos de Suramérica. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lilio. Tucumán, Argentina. ISBN 978-950-668-015-2.

Fernández, H. R., Domínguez, E. 2009. Guía para la determinación de los Artrópodos bentónicos Suramericanos. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. ISBN 950-554-247-X.

Fernández, A., y Fernández, S.I. 1992. Contribución al estudio florístico de la hoya hidrográfica del Río Patía.

En: Novedades Colombianas-Nueva época-. Publicación del Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca. 5: 27-44.

Flint, O. Holzenthal R, y Harris S. 1999. Catalog of neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio EEUU: Ohio Biological Survey. Columbus. p. 239

Gasith, A., Resh, V. H. 1999. Streams in Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. In: Annual Review of Ecology and Systematics.30:51-82.

González M., L.J. 2008. Ordenamiento de las corrientes Guachicono bajo, Mazamoras y quebrada Los Huevos. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, departamento de Hidráulica. Popayán.

Guzmán, D. 2000. Aporte y descomposición de hojarasca de tres especies vegetales en una corriente intermitente tropical (Caño Carichuano-Guasare, Estado Zulia). Tesis. Universidad del Zulia, Venezuela. 94 pp.

Holdridge, L. 1978. Ecología basada en las zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2006. Cauca: Características Geográficas.

IDEAM. 2006. Seguimiento de el Niño en Colombia. Informe N° 2.

Disponible en Internet: <http://www.ideam.gov.co>

Longo S, M. C.; 2007. Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y determinación de las características físicas y químicas durante un ciclo anual en un río intermitente. Trabajo de Grado. Universidad del Cauca, Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Popayán, Cauca.

Longo S, M. C., Zamora G. H., Guisande G., C., Ramírez R. J.J. 2010. Dinámica de la comunidad de macroinvertebrados en la quebrada Potrerillos (Colombia): Respuesta a los cambios estacionales de caudal. *Limnética*, 29 (2):195-210. ISSN:0213-8409. Asociación Ibérica de Limnología, Madrid. Spain.

Merrit, R.W., Cummins, K.W. 1984. (Eds.). An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt. Publ. Co.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad, M&T - Manuales y Tesis SEA. Vol. I. Zaragoza (España). 84 p.

Pennak, R. 1978. Fresh Water Invertebrates of the United States. Second edition. Awiley - Interscience Publication New York.

Resh, V.H., Brown, A.V., Covich, A.P., Gurtz, L.H.W., Minshall, G.W., Reicem, S.R., Sheldon, A.L., Wallace, J.B. and Wissmar, R.C. 1988. The role of disturbance in stream ecology.

In: Journal of the North American Benthological Society. 7: 443-455.

Rincón, J.E., Martínez, L., León, E., Ávila, N. 2005. Procesamiento de la hojarasca de *Anacardium excelsum* en una corriente intermitente tropical del noroeste de Venezuela. En: Interciencia. 30(004): 228-234. Disponible en Internet: [hptt://www.redalyc.uaemex.mx](http://www.redalyc.uaemex.mx)

Rodríguez, E., Hubbard, M.D. and Peters, W.L. 1992. Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. En: Biología Acuática. ISSN: 0326-1638. 16: 8-38.

Roldan, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamto de Antioquia. Fondo FEN-Colombia. Ed. Presencia. Bogotá. 217 p.

-----, 1992. Fundamentos de limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. pág. 251-454.

Silveira, M. P., Buss, D. F., Nessimian, J. L. and Baptista, D.F. 2006. Spatial and temporal distribution of Benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river. In: Brazilian Journal of Biology. 66 (2B): 623-632.

Torres, M.P., Ibáñez, D.G., y Vásquez, E.J. 1992. Generalidades sobre la geología del norte del Valle del Patía. Novedades Colombianas. Museo de Historia Natural. Universidad del Cauca. Popayán. ISSN 0121-3520. pág. 1-26.

Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, and C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. In: Can. J. Fish Aquat. Sci. 37: 130-137.

Vidal M., I. F., J.D. Villa F., H. Zamora G. 2013. Calidad biológica y físico-química hídrica en la cuenca baja del río San Jorge y algunos de sus afluentes. Bolívar, Cauca. Memorias XLVIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, Universidad del Bosque, Bogotá.

Wetzel, R.G., 2001. Fundamental processes within natural and constructed wetland ecosystems: short-term versus long-term objectives. Water Sci. Technol. 44, 1-8.

Zamora H, 1991. Macroinvertebrados dulceacuícolas en los diferentes pisos altitudinales del Dpto. del Cauca. Fase I. Universidad del Cauca – Colciencias, Depto de Biología, Popayán.

Zamora H, 1993. Macroinvertebrados dulceacuícolas en los diferentes pisos altitudinales del Dpto. del Cauca. Fase II. Universidad del Cauca – Colciencias , Depto de Biología, Popayán.

Zamora, H. 1996. Aspectos bioecológicos de las comunidades de macroinvertebrados dulceacuícolas en el Departamento del Cauca. Unicauca Ciencia. 1: 1-11.

Zamora, H. 1997. Relaciones de similitud entre las comunidades de macroinvertebrados de ecosistemas lóticos de la Isla Gorgona, la vertiente

pacífica caucana y el centro oriente del depto. del Cauca. Resúmenes del III Seminario Nacional de Limnología, Universidad del Cauca – Asociación Colombiana de Limnología A.C.L.-LIMNOS. Popayán, noviembre 12 al 15.

Zamora, H. 2002. Análisis biogeográfico de los Macroinvertebrados Acuáticos Epicontinentales (MAEs) en el Departamento del Cauca. Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 14 (1): 37-64. ISSN 0120 – 4173.

Zamora, H. 2007. El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 19 (1): 37-64. ISSN 0120 – 4173.

Zamora, G.H., E. M. Urresti, L.J. González M. 2008. Análisis de la calidad biológica para el Ordenamiento de las corrientes Guachicono bajo, Mazamorra y quebrada Los Huevos. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, departamento de Hidráulica. Popayán.

Zamora G, H.; Zamora M, M. A. 2013. Composición y abundancia de las comunidades de Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en las cuencas hidrográficas del departamento del Cauca, Colombia. Memorias XVII Congreso Mesoamericano de Biología y Conservación, VIII Simposio de Zoología. La Habana, Cuba.

Zamora M, Mayra A., Zamora, H. 2013. Análisis comparativo de comunidades de Macroinvertebrados acuáticos epicontinentales entre cuencas hidrográficas del departamento Cauca, Colombia. Memorias XVII Congreso Mesoamericano de Biología y Conservación, VIII Simposio de Zoología. La Habana, Cuba.

Anexo fotográfico



Baetidae



Calamoceratidae



Crambidae



Euthyplociidae



Glossosmatidae



Hydropsichidae



Perlidae adulto



Perlidae náyade



Hydropsychidae



Hyalellidae



Hydroptilidae



Libellulidae náyade



Indicador de aguas contaminadas



Indicador de aguas limpias



Tipulidae



Pyralidae



Physidae



Pseudothelphusidae



Sphaeriidae