

Artículo de  
ReflexiónCalidad del agua de la quebrada la Yuca en el campus social de la  
Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá) ColombiaYudy Yomarly Cortés Cadena<sup>1</sup>  
Lina Constanza Hernández Acosta<sup>1\*</sup>  
Marlon Peláez-Rodríguez<sup>2</sup><sup>1</sup>Investigador Grupo de investigación CAPREA, Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá) Colombia.<sup>2</sup>Docente Investigador categoría A, Líder Grupo de investigación CAPREA, Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá) Colombia.

## Resumen

En los estudios de bioindicación de calidad de aguas los macroinvertebrados acuáticos son los organismos más utilizados, gracias a las ventajas que ofrecen (poca movilidad, de buen tamaño, fácil identificación, entre otras). En este estudio se plantó caracterizar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en dos puntos de la quebrada la Yuca, ubicados dentro del campus social de la Universidad de la Amazonia (Florencia - Caquetá), con el objetivo de evaluar los posibles impactos generados al ecosistema hídrico y la calidad del mismo. Las colectas se realizaron en los meses de febrero, junio, agosto y noviembre del año 2014. Un total 831 individuos se colectaron, pertenecientes a 8 órdenes y distribuidos en 25 familias; los órdenes más diversos fueron Trichoptera con 32% y Ephemeroptera con 16%; la familia Perlidae se presentó en todas las épocas de muestreo y fue la más abundante con 101 individuos. Con base a los valores obtenidos en las variables físico-químicas, el caudal y los índices biológicos BMWP y EPT, se determinó que la calidad de agua en las dos estaciones estudiadas de la quebrada la Yuca, es aceptable y han sido ligeramente contaminadas, lo que se confirma al evidenciar pocos efectos de perturbación.

**Palabras claves:** Bioindicación, BMWP, EPT y Macroinvertebrados

## Abstract

In the studies of bioindicación of water quality the macroinvertebrates are the most used organisms, thanks to the advantages that offer (almost sessile, of good size, easy identification, between others). The present study characterized the community of aquatic present macroinvertebrates in two points of the Gully the Yuca, located inside the social campus of the University of the Amazonia, Florencia - Caquetá, with the aim to evaluate the possible impacts generated to the water ecosystem and the quality of the same one. The collections were realized in February, June, August and November, 2014. In total there were collected 831 individuals belonging to 8 orders distributed in 25 families, the most diverse orders were Trichoptera with 32 % and Ephemeroptera with 16 %; the family Perlidae appeared in all the epochs of sampling and was the most abundant with 101 individuals. With base to the values obtained in the indexes BMWP/Col and EPT one determined that the water quality on both studied stations of the Gully the Yuca, they are of acceptable quality and have been contaminated lightly, which is confirmed on having demonstrated few effects of disturbance.

**Key words:** Bioindicación, BMWP, EPT and Macroinvertebrates.

## Autor para Correspondencia\*:

li.hernandez@udla.edu.co

Recibido 05 de julio de 2015.  
Aceptado 25 de diciembre 2015.

## Introducción

Más del 70% del planeta está compuesto de agua, sin embargo, solo el 1% se encuentra disponible para los organismos, de tal manera que el porcentaje disponible es de vital importancia, porque asegura la existencia y el desarrollo de las futuras generaciones (Méndez de Seguí & Troiani de Cúccaro 2007). De ahí la expresión “*El agua dulce se ha convertido en el elemento decisivo en el planeta Tierra*” (Wilson 2002) citado por Springer *et al.* (2010), que sin duda incentiva a la búsqueda de nuevas alternativas que permitan mitigar los daños y conservar el recurso hídrico (Álvarez & Pérez 2007).

En Colombia, gran parte de los efectos negativos en los ecosistemas acuáticos, están relacionados con las actividades antrópicas, principalmente por la excesiva generación de residuos domésticos e industriales, que día a día aumentan y con frecuencia son arrojados a los ríos (Roldán 2003). En el departamento de Caquetá, la mayoría de las fuentes hídricas presentan este tipo de problemática y están expuestas a perturbaciones que pueden alterar sus componentes bióticos y abióticos (Serrato-Hurtado & Duque 2008, Manrique-Losada & Peláez-Rodríguez 2013).

Dentro de los componentes biológicos de un ecosistema acuático, se destaca la fauna bentónica que ha sido de suma importancia en la evaluación de la calidad de aguas. Es por eso que a través del tiempo los macroinvertebrados acuáticos han

sido considerados como uno de los mejores bioindicadores de esta calidad, debido a que tienen una amplia distribución, sus ciclos de vida son largos, responden a las tensiones ambientales en corto tiempo, son relativamente fáciles de coleccionar e identificar y son en su mayoría sedentarios por lo que reflejan las condiciones de su hábitat (Roldán 2012).

Para evaluar la calidad del agua se han implementado diferentes índices, en los cuales el principal bioindicador han sido los macroinvertebrados, el índice más conocido y aplicado es el BMWP/Col adaptado para Colombia por Roldán (1992). Este índice incorpora datos cualitativos de presencia o ausencia de individuos, asignando puntajes por familia en un rango de 1 a 10 según la tolerancia a la contaminación orgánica. En diferentes regiones del país como Antioquia, Cauca, Valle del Cauca y Tolima (Zuñiga de Cardozo *et al.* 1997, Reinoso 1998, Zamora 2001), desarrollaron respectivamente adaptaciones de este mismo índice, que de acuerdo con López-Erao *et al.* (2012), la adaptación de Zamora, es la que mejor se relaciona con las condiciones ecológicas de los ríos de la región Andino-Amazónica Colombiana.

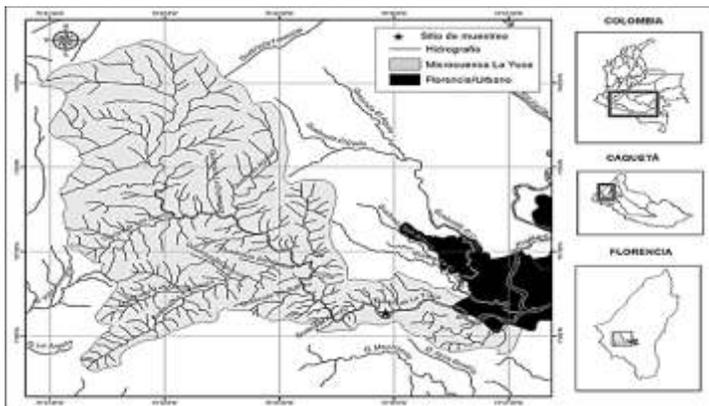
La determinación de la calidad de un ecosistema acuático, también debe evaluarse a través de variables físicas y químicas del ambiente, puesto que estos parámetros afectan directamente a las comunidades biológicas; por esa razón es importante establecer y entender este tipo de relaciones entre

las variables físico-químicas y la estructura de la comunidad estudiada, con el fin de tener mayor confiabilidad en los resultados de la evaluación de la calidad del agua (Manrique-Losada & Peláez-Rodríguez 2010, Torralba & Alonso 2010). En este sentido, en el presente estudio se planteó caracterizar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en dos puntos de la quebrada la Yuca, dentro del Campus Social de la Universidad de la Amazonia (Uniamazonia) y a su vez relacionó esta comunidad con algunas características del ambiente, con el interés de conocer el estado actual del ecosistema acuático.

## Metodología

### Área de estudio

La quebrada La Yuca nace a los 1350 msnm en la vereda Alto Bonito, en el corregimiento Santo Domingo del municipio de Florencia (Caquetá) Colombia; tiene una longitud de 20.739 metros, con un área de 5.753 hectáreas (POMCA-Río Hacha 2006). En su cuenca baja, se encuentra la Campus Social de la Universidad de la Amazonia abarcando 13 hectáreas al margen derecho del afluente y siendo, en esta parte, donde más se evidencia la utilización de sus aguas como uso recreacional por la comunidad educativa y demás habitantes del municipio (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del Campus social Uniamazonia, dentro de la microcuenca de la Quebrada La Yuca (Tomado de Celis-Granada *et al.* 2015).

### Método de muestreo

Se seleccionaron dos puntos de muestreo ubicados en la quebrada La Yuca, dentro del campus social de la Uniamazonia, en las siguientes coordenadas geográficas: estación 1(E1) N 1° 36' 22,39" N y W 75° 39'1,25" W, estación 2 (E2) N 1° 36' 12,15" y W 75° 38' 57,92" (Figura 2). El muestreo se realizó en el año 2014, los días 14 de febrero, 6 de junio, 8 de agosto y 29 de noviembre. En los puntos de muestreo se determinó el caudal realizando una medición transversal del cuerpo de agua, midiendo la profundidad cada metro y con ayuda de un molinete se registró la velocidad.



**Figura 2.** Ubicación de los puntos de muestreo en la quebrada La Yuca, dentro del campus social de la Uniamazonia.

Adicionalmente, para medir la calidad del agua se tuvo en cuenta el uso de un equipo multiparametro (Waterproof PCD650) midiendo algunos parámetros físicos y químicos básicos como, temperatura (C°), potencial de hidrogeno (pH), conductividad (CON), porcentaje de saturación de oxígeno (%OD) y oxígeno disuelto (OD). Los macroinvertebrados acuáticos fueron recolectados principalmente de forma manual y utilizando una red surber en distintos microhábitats (hojarasca, rocas y arena). Las muestras se preservaron en alcohol al 70% con base a la metodología propuesta por Roldán (2012). Posteriormente se llevaron al laboratorio de aguas ubicado en las instalaciones del Campus Social de la Uniamazonia, para su análisis y determinación taxonómica a nivel de familia, con base a las claves taxonómicas de (Roldan 1988; Posada & Roldan 2003 y de Domínguez y Fernández 2009).

### Análisis de datos

La diversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se estableció utilizando el programa PAST versión 3.12 (Hammer *et al.* 2001), determinando la diversidad con el índice Shannon- Wiener (H'), dominancia de Simpson (D), riqueza con el índice de Margalef el índice Equitabilidad (J). Mediante estadística descriptiva (gráficas y tablas), se analizaron los resultados y se determinó la calidad del agua aplicando como índices biológicos el BMWP (Biological Monitoring Working Party) adaptado por Zamora (2001) y el EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera).

## Resultados

En la (E1) se determinó un promedio del caudal de 0,5436 m<sup>3</sup>/s y para la (E2) 0,4339 m<sup>3</sup>/s (Figura 3). Con estos valores se estableció el perfil de aforo a través de un gráfico de estratificación del relieve del fondo del cuerpo de agua (Figura 4).

Con respecto a las variables físico-químicas, el valor máximo de pH fue de 7,2 para el mes de noviembre y el mínimo de 6,3 en junio, así mismo, el más alto registro de conductividad

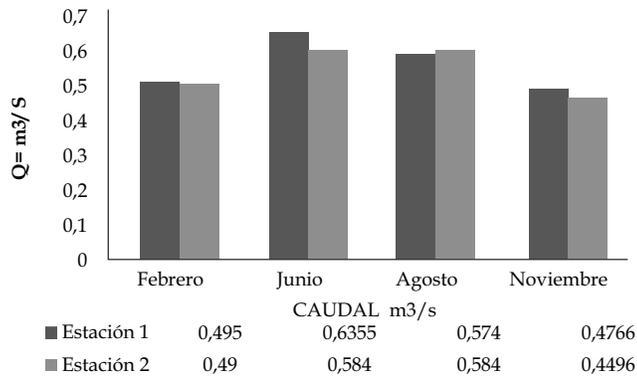


Figura 3. Valor obtenido en cada uno de los caudales analizados en las estaciones 1 y 2, respecto a cada mes evaluado.

estuvo sobre los 38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que se midió en el mes de noviembre en las dos estaciones, de igual forma el menor registro se presentó en la (E1) en el mes de agosto con un valor de 36  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La temperatura presentó un rango promedio en los cuatro meses de muestreo, sin embargo, se registraron dos valores relativamente más altos, uno en el mes de febrero con 27 °C en la (E1) y otro en noviembre con 28 °C en la (E2), teniendo en cuenta que la hora del muestro fue la misma. Con relación al porcentaje de saturación de oxígeno y la concentración del oxígeno disuelto, se promediaron los resultados para cada estación; en este sentido, en la (E1) el porcentaje de oxígeno fue de 92% y la concentración de 7,7 mg/l y para la (E2) 93% y 7,9 mg/l (Tabla 1).

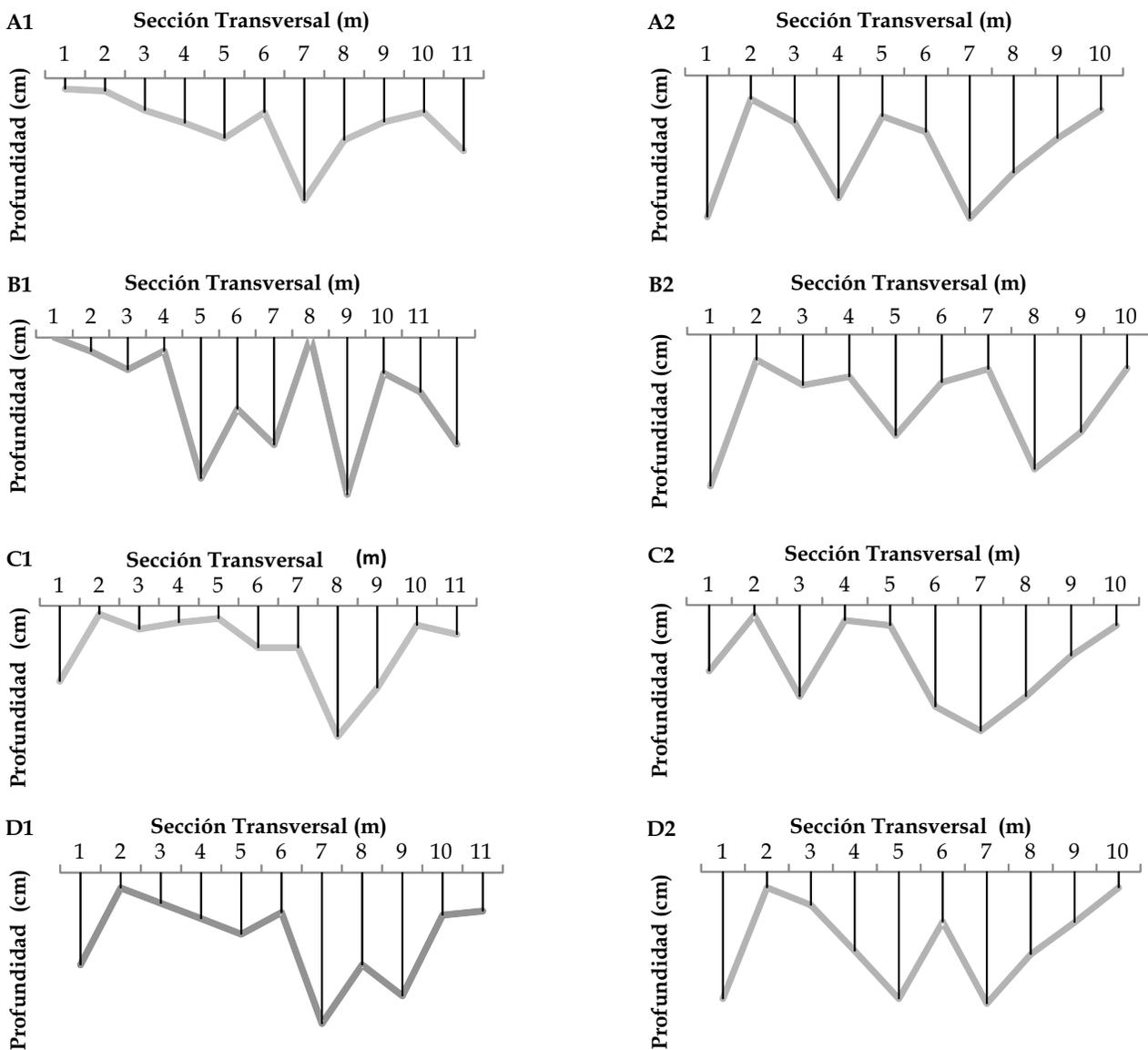


Figura 4. Estratificación del relieve, fondo del cuerpo de agua y sección transversal en cada una de las estaciones (A1: Feb, B1: Jun, C1: Ago, D1: Nov, A2: Feb, B2: Jun, C2: Ago, D2: Nov).

**Tabla 1.** Variaciones de parámetros físico-químicos en los puntos de muestreo de la Quebrada La Yuca, dentro el Campus Social Uniamazonia.

Parámetros	Unidad	Feb		Jun		Ago		Nov	
		E 1	E 2	E 1	E 2	E 1	E 2	E 1	E 2
<b>pH</b>	Potencial de H <sup>+</sup>	6,90	6,80	6,30	6,30	6,60	6,50	7,20	7,00
<b>% de Saturación</b>	%	95,00	96,90	90,60	92,80	81,90	81,70	100,10	98,90
<b>Conductividad</b>	(µs/cm)	37,78	37,68	36,95	37,09	36,28	36,78	38,54	38,39
<b>O2 Disuelto</b>	mg/l	7,50	8,00	8,20	8,30	7,30	7,20	8,20	8,10
<b>Temperatura</b>	°C	27,30	26,80	26,00	26,20	25,00	25,00	28,80	28

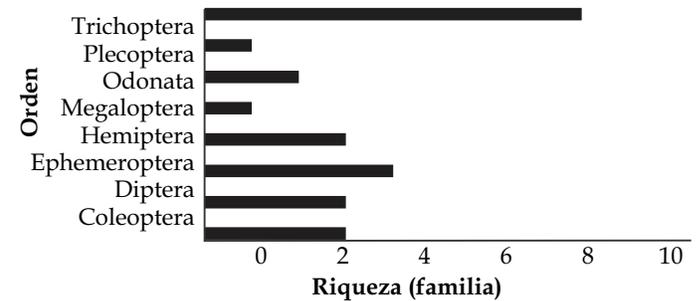
Con respecto a la biota se colectaron 831 individuos en total, correspondientes a ninfas y larvas de la clase Insecta, distribuidos en 8 órdenes y 25 familias, de las cuales Perlidae, Veliidae, Leptophlebiidae y Baetidae fueron las familias de mayor abundancia (Tabla 2). En la Figura 5, se puede apreciar que los órdenes con mayor riqueza de familias fueron Trichoptera con ocho (32%) y Ephemeroptera con cuatro (16%). Es importante resaltar que en los cuatro meses de muestreo la estación 2 (E2) siempre presentó mayor cantidad de organismos recolectados (Figura 6).

**Tabla 2.** Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada la Yuca en dentro del Campus Social Uniamazonia.

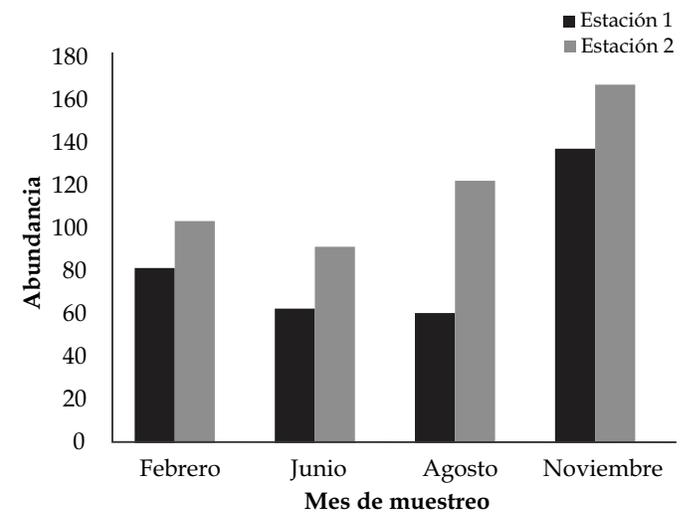
ORDEN	FAMILIA	E1	E2
Coleoptera	Elmidae	9	10
	Gyrinidae	0	12
	Psephenidae	9	9
Diptera	Blepharoceridae	19	26
	Chironomidae	0	34
	Simuliidae	11	18
Ephemeroptera	Baetidae	33	30
	Leptohyphidae	13	0
	Leptophlebiidae	44	33
	Oligoneuriidae	0	14
Hemiptera	Veliidae	9	45
	Gerridae	0	11
	Naucoridae	7	9
Megaloptera	Corydalidae	14	6
Odonata	Calopterygidae	0	15
	Gomphidae	8	0
Plecoptera	Perlidae	40	61
Trichoptera	Glossosomatidae	25	21
	Hydropsychidae	31	21
	Philopotamidae	25	12
	Hydroptilidae	21	14
	Odontoceridae	16	17
	Xiphocentronidae	10	16
	Helicopsychidae	0	16
Leptoceridae	0	37	

Al aplicar los índices biológicos para determinar la calidad del agua en cada uno de los puntos de muestreo, se reflejó similitud en el total de los valores obtenidos de tolerancia y la clasificación de la calidad, puesto que en las dos estaciones se determinaron valores muy cercanos a 70 (Tabla 3); este valor

clasifica la calidad de agua como aceptable, donde son evidentes algunos efectos de contaminación (Tabla 4). Los índices ecológicos arrojaron valores característicos de cada estación (E1 y E2) de la siguiente forma; abundancia= 344 y 487, riqueza= 18 y 23, diversidad Shannon - Wiener (H') = 2,73 y 2,97, equitatividad de Pielou (E) = 0,94 y 0,95, y Similaridad de Jaccard (J') = 64,4%. Entretanto, la dominancia de Simpson's (D) con = 0,07 y 0,06 resultó ser muy baja (Tabla 5).



**Figura 5.** Riqueza de familias, encontradas en las épocas de muestreo en el campus social de la Universidad de la Amazonia.



**Figura 6.** Abundancia de individuos colectados en las dos estaciones del Campus Social Uniamazonia, durante las cuatro épocas de muestreo.

**Tabla 3.** Calidad biológica del agua con la aplicación de los índices BMWP y EPT

ORDEN	FAMILIA	E1				E2			
		FEB	JUN	AGOS	NOV	FEB	JUN	AGOS	NOV
Coleoptera	Elmidae	-	7	-	-	-	7	-	-
	Gyrinidae	-	-	-	-	-	7	-	-
	Psephenidae	9	9	-	-	-	-	-	9
Diptera	Blepharoceridae	-	-	10	10	10	-	10	-
	Chironomidae	-	-	-	-	2	2	-	2
	Simuliidae	-	-	-	9	-	-	9	-
Ephemeroptera	Baetidae	6	6	6	-	10	-	-	6
	Leptohyphidae	-	-	9	-	-	-	-	-
	Leptophlebiidae	9	-	9	9	9	-	-	9
	Oligoneuriidae	-	-	-	-	9	-	-	9
Hemiptera	Veliidae	8	-	-	-	8	8	-	8
	Gerridae	-	-	-	-	7	-	-	-
	Naucoridae	-	8	-	-	-	8	-	-
Megaloptera	Corydalidae	6	6	-	-	-	-	-	6
Odonata	Calopterygidae	-	-	-	-	-	8	-	8
	Gomphidae	-	7	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	Perlidae	10	10	10	10	10	10	10	10
Trichoptera	Glossosomatidae	10	-	10	10	-	-	10	-
	Hydropsychidae	7	-	-	7	-	7	-	-
	Philopotamidae	-	9	-	9	-	-	-	9
	Hydroptilidae	-	-	10	10	-	-	-	10
	Odontoceridae	-	-	-	10	-	-	10	-
	Xiphocentronidae	-	-	-	9	-	-	9	-
	Helicopsychidae	-	-	-	-	8	-	-	-
	Leptoceridae	-	-	-	-	-	3	3	3
<b>Valor Total-BMWP-COL</b>		<b>65</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>93</b>	<b>73</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>89</b>
<b>BWMP (E1 Y E2)</b>				<b>71</b>			<b>70</b>		
<b>Valor índice EPT</b>		<b>63</b>	<b>38</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>55</b>	<b>33</b>	<b>71</b>	<b>58</b>

**Tabla 4.** Clasificación de la calidad del agua de la quebrada la Yuca dentro del Campus Social Uniamazonia.

Estación	E 1		E 2	
	BMWP	EPT	BMWP	EPT
<b>Clase</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>III</b>	<b>I</b>
<b>Calidad</b>	Aceptable	Muy buena	Aceptable	Muy buena
<b>Color</b>	Verde	Azul	Verde	Azul
<b>Significado</b>	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible

**Tabla 5.** Índices ecológicos de las dos estaciones evaluadas dentro del Campus Social Uniamazonia.

	Estación 1	Estación 2
Taxa_S	18	23
Individuals	344	487
Dominance_D	0,07467	0,06016
Shannon_H	2,729	2,968
Margalef	2,911	3,555
Equitability_J	0,944	0,947

**Discusión**

Los resultados del trabajo de Orozco (2009) en la quebrada la Yuca, reportan la identificación de 22 familias y a los órdenes Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera y Hemiptera como los más representativos; Según Cárdenas *et al.* (2007) estos cuatro

grupos se caracterizan por habitar ambientes acuáticos muy oxigenados y con pocas perturbaciones; en este sentido, al comparar el trabajo de Orozco con la presente investigación, existe una alta similitud en la variedad de organismos colectados, al identificarse un total de 25 taxones.

Para las dos estaciones de muestreo se obtuvo un porcentaje de similaridad de 64%, un valor que se puede considerar alto y podría estar asociado con la cercanía de los puntos, sin embargo, algunas familias se encontraron solo en una estación, como Gomphidae y Leptohiphidae en la (E1) y Oligoneuriidae, Gerridae, Calopterygidae, Helicopsychidae y Leptoceridae en la (E2). Esto debido a las diferencias significativas con respecto a la estructura del paisaje y al lecho de la quebrada, puesto que las familias encontradas únicamente en la (E1) prefieren aguas con menos corriente y con sustratos de arena y grava; por su parte las familias encontradas solo en la (E2), se caracterizan por ser nadadoras y estar en aguas más rápidas con sustratos rocosos (Oscoz *et al.* 2011). Por el contrario, la familia Perlidae se presentó durante los cuatro muestreos en las dos estaciones, según Liévano & Ospina (2007) y Peláez *et al.* (2008) los pérlidos pueden vivir en sustratos rocosos o arenosos en distintos ríos y arroyos, con corrientes rápidas como es el caso de la quebrada la Yuca.

En la estación 2, la presencia de rápidos, sustrato rocoso y menor intervención de bañistas, ayuda a que haya más variedad de nichos, presentando una mayor abundancia de individuos en todos los meses de muestreo; esto se debe a que en los ambientes que poseen gran variedad de micro-hábitats, se favorece el desarrollo de los macroinvertebrados acuáticos, lo cual influye directamente en la abundancia de estos organismos (Castellanos & Serrato 2008).

En la época de muestreo del mes de febrero se presentó el caudal más bajo, esto se debe a el ciclo monomodal de la región, donde diciembre y enero son los meses con menores precipitaciones y mayores temperaturas en la región, por consiguiente, los ríos disminuyen su caudal. Según Riaño *et al.* (1993), la disminución del caudal de una afluente, disminuye el arrastre y favorece la presencia de nuevos sustratos, los cuales sirven para la colonización permitiendo el aumento de la densidad de individuos. En este sentido, noviembre (aguas descendentes) y febrero (aguas bajas), meses con menor caudal, presentaron mayor abundancia de individuos.

La conductividad eléctrica hace referencia a la cantidad de iones disueltos en el agua, presentando en este estudio valores bajos; de acuerdo con Manrique-Losada & Peláez-Rodríguez (2013), el agua de la quebrada La Yuca (Campus Social Uniamazonia) tiene un contenido de sales disueltas bajo, típico de ambientes amazónicos.

Los valores más altos de la temperatura están asociados a la época de verano y principalmente a la hora del muestreo, que se realizó entre las 12:00 y las 14:00 horas, donde los procesos fotosintéticos están completamente activos debido a alta radiación solar, influyendo de manera directa en este parámetro (Peláez 2001).

Con respecto a los valores de la concentración de oxígeno disuelto obtenido, estos están dentro de los rangos de 5 a 12 mg/l, indicativos de buena calidad y de aguas adecuadas para el desarrollo de los organismos acuáticos aerobios (Peláez

2001). Así mismo teniendo en cuenta el porcentaje de saturación, este arrojó valores que se ubican por encima del 70%, rangos encontrados en aguas superficiales no contaminadas, lo cual expresa que la calidad del agua es óptima (Manrique-Losada & Peláez-Rodríguez 2013).

Ya con respecto a la estructura de la comunidad estudiada, se refleja una diversidad de 3 bits/individuos, en los dos puntos de muestreo (hay que hacer la salvedad que este índice se trabajó a nivel de familia, cuyo valor puede aumentar si se llegara hasta especie, que es lo recomendado según la literatura). Los taxones asociados presentan cierto equilibrio, ya que los valores de dominancia de 0,06 y 0,07 son muy bajos dentro del rango del índice, lo que significa que ningún grupo domina o tiene ventaja sobre los otros. De igual forma valores del índice de equitatividad, muestran que la distribución de los organismos es uniforme.

La calidad del agua se determinó aplicando los índices biológicos que permitieron incorporar a todos los organismos colectados, de tal forma que de acuerdo con el índice BMWP, las dos estaciones fueron catalogadas con aguas de calidad aceptable, asimismo como aguas de muy buena calidad con el índice EPT (Tabla 4), ya que este incorpora los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera que son los grupos más sensibles a las perturbaciones humanas (Alonso & Camargo 2005) y en las dos estaciones hubo presencia de estos tres importantes grupos.

Para concluir, en las dos estaciones evaluadas de la quebrada la Yuca, dentro del campus Social de la Universidad de la Amazonia, se determinó que existe una diversidad de macroinvertebrados importante. Además, con base a la fauna bentónica encontrada y la aplicación de los índices de diversidad, bioindicación y de calidad físico química, se logró establecer que las dos estaciones, gozan de una calidad aceptable y de acuerdo a la calidad establecida, se confirma que las estaciones evaluadas, no poseen altos efectos de perturbación en el cuerpo de agua.

Así mismo se logró establecer que existe una fuerte relación entre los indicadores físicos-químicos y biológicos en las dos estaciones, lo que refleja la importancia de hacer una evaluación, integral, con estos dos componentes.

#### **Agradecimientos**

Al Laboratorio de Aguas de la Universidad de la Amazonia por el préstamo de equipos de campo y laboratorio, a la licenciada Viviana Moreno por su colaboración en la traducción del resumen al idioma inglés y a todas aquellas personas que aportaron al desarrollo de esta investigación.

#### **Literatura citada**

- Alonso, A. & Camargo, J.A. 2005b. Evaluating the effectiveness of five mineral artificial substrates for the sampling of benthic macroinvertebrates. *Journal of Freshwater Ecology* Vol (20): 311-320.
- Álvarez, C. & Pérez, R. 2007. Evaluación de la calidad de agua

- mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré Honduras. Valle de Yeguaré, Honduras. Tesis Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero e Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente con el Grado Académico de Licenciatura.
- Cárdenas, A.Y., Reyes, B., López, M., Woo, A., Ramírez, E. & Ibrahim, M. 2006 Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua. Encuentro. Pág. 38 (77)
- Castellanos, P. M. & C. Serrato. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. Rev. Acad. Colomb. Cienc. ISSN 0370-3908. Pág. 79-86
- Celis-Granada, M.S; Cortés-Cadena Y.Y; Gutiérrez-Díaz, M.V. *et al.* 2015. Caracterización fisicoquímica y biológica en un punto de la quebrada La Yuca (Florencia- Caquetá). Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de la Amazonia.
- Domínguez, E. & H. R. Fernández. 2009.. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- Hammer, O., Harper. DAT., Ryan. PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontología Electronica. Vol4 (1):9
- Liévano, A. & Ospina, R. 2007. Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón. Primera edición. Universidad del Bosque e Instituto von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. Págs. 130
- López-Erazo, I.S., S. Gaspar & M. Peláez-Rodríguez. 2012. Aplicación de Índices Bióticos para la evaluación de la Calidad del Agua de un Río Andino Amazónico. Momentos de Ciencia. Universidad de la Amazonia. Florencia Caquetá
- Manrique-Losada, L. L. & M. Peláez-Rodríguez. 2010. Evaluación de la calidad del agua de la quebrada La Perdiz en el área urbana de Florencia (Caquetá, Colombia). Momentos de Ciencia 7:(2), Grupo de Investigación CAPREA. Universidad de la Amazonia. Florencia (Caquetá). Colombia
- Manrique, L. L. & M. Peláez-Rodríguez. 2013. Manual de Análisis de calidad de aguas en ecosistemas acuáticos Andino-Amazónicos. Análisis físicos y químicos. Vicerrectoría de Investigaciones. Universidad de la Amazonia. Florencia Caquetá-Colombia. Pág. 179
- Méndez de Seguí M. & M. Troiani de Cúccaro. 2007. Educación Ambiental ¿un contenido transversal? Buenos Aires: Kimeln.
- Orozco, M. L. 2009. Determinación de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua de la quebrada La Yuca, Florencia (Caquetá). Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología con énfasis en Biorrecursos. Universidad de La Amazonia. 86p
- Oscos, J., Galicia D. y Miranda R. 2011. Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. Departamento de zoología y ecología de la Universidad de Navarra.
- Peláez, R. M. 2001. Avaliação da Qualidade da Água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e do Rio do Monjolinho) Através de Variáveis Físicas, Químicas e Biológicas. Universidad de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos (Teses). 145 pp.
- Peláez, R. M; Ome, B. Y. Saldaña. G. M. 2008. Impactos del uso de la tierra sobre los ríos andino-amazónicos. Estudio de caso cuenca río Hacha, Colombia. Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad. En: Colombia ISBN: 978-987-05-5533-9 , v. , p.247 - 260 1
- POMCA-Río Hacha. 2006-2025. Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Hacha 2005 – 2025. Convenio 051 de 2004. Pág. 25
- Posada. J & Roldán, G. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de trichoptera en el noroccidente de Colombia. Caldasia. 25(1).
- Reinoso, G., 1998. Estudio de la Fauna Béntica del Río Combeima. Ibagué. Colombia. En: Memorias XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Universidad del Tolima. Ibagué.
- Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia (Colciencias-Fondo FEN, Bogotá) Ed: Presencia Ltda. Págs. 217: 78-80.
- Roldán, P. G. & Ramírez, R. J. J. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2º edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 440 pp.
- Roldán, P. G. 2003. Bioindicación de la Calidad de Agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Antioquia: Universidad de Antioquia. Pág. 29
- Roldán, P. G. 2012. Los Macroinvertebrados Como Bioindicadores de la Calidad del agua. CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca). Bogotá D.C.
- Riaño, P; Basaguren, A. & Pozo, J. 1993. Variaciones espaciales en las comunidades de macroinvertebrados de río Aguera (Pais Vasco-Cantabria) en dos épocas con diferentes condiciones de régimen hidrológico. Limnética. Vol 9: 19-28.
- Serrato-Hurtado, C. & S. R. Duque. 2008. Calidad de las aguas de sistemas de la Amazonia Andina Colombiana, a través de la bioindicación con macroinvertebrados acuáticos. Gente, tierra y agua en la Amazonia. Editor Buitrago A. I. & E. M. Jiménez, Sede Amazonia, Universidad Nacional de Colombia. Pág 215-240.
- Springer. M; A. Ramírez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de Agua Dulce de Costa Rica I: Introducción a los grupos de Macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical. Volumen 50 (Supl.4). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica
- Zamora. H. 2001. El Índice BMWP y la Evaluación Biológica de la Calidad del Agua en los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales Naturales de Colombia. Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Universidad Del Cauca.
- Zuñiga de Cardozo, M. C, M. Rojas & G. Caicedo. 1997. Indicadores de Ambientales de Calidad del Agua en la Cuenca del Río Cauca. Bioindicadores Ambientales de la Calidad del Agua. Universidad del Valle, Cali.