

MACROINVERTEBRADOS Y ALGAS PERIFÍTICAS DE LA QUEBRADA CAJONES, UNIDAD DE MANEJO DE CUENCA UMC RÍO ESPEJO MUNICIPIO DE MONTENEGRO, QUINDÍO, COLOMBIA

MACROINVERTEBRATES AND PERIPHYTON ALGAE IN THE CAJONES STREAM, MANAGEMENT BASIN UNIT UMC ESPEJO RIVER, MONTENEGRO, QUINDIO. COLOMBIA

Nadia Lucia Obando Correal¹ y César Augusto Bustamante Toro²

¹ Egresada programa académico Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad del Quindío. E-mail: naluobando@gmail.com

² Profesor e investigador programa académico Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, Grupo de Investigación BIOEDUQ Facultad de Educación. Universidad del Quindío. E-mail: ceabusta@uniquindio.edu.co

Recibido: Noviembre 16 de 2014

Aceptado: Noviembre 30 de 2014

*Correspondencia del autor, programa académico Licenciatura en Biología y Educación Ambiental, Facultad de Educación, Universidad del Quindío. E-mail: naluobando@gmail.com

RESUMEN

En la Quebrada Cajones del municipio de Montenegro – Quindío se realizó un estudio sobre macroinvertebrados y algas perifíticas. Para ello, se tomaron muestras en sustratos rocoso (epilítico) y vegetal (epifítico) y también muestras de agua para las variables físico-químicas. Se procesó la información aplicando estadísticos descriptivos e índices ecológicos alfa (Pielou, Margalef, Simpson y Shannon) y beta (Jaccard) y los índices bióticos (BMWPCol y ASPT). Para los macroinvertebrados se colectaron 12.451 especímenes, distribuidos en cinco clases, 11 órdenes y 27 familias; la clase mejor representada fue Insecta con 7 órdenes de los cuales el Díptera fue la más abundante con un 39.9% y la familia Chironomidae presentó una dominancia significativa. La diversidad alfa y beta y los índices bióticos permiten establecer que la parte alta de la microcuenca registró baja uniformidad y dominancia con valores significativos en riqueza y aguas muy limpias; la parte media presentó baja dominancia, diversidad media y aguas levemente contaminadas y la parte baja presentó una baja diversidad, mayor abundancia con aguas levemente contaminadas. Por su parte, la comunidad de fitoperifiton estuvo representada por cuatro divisiones, 12 órdenes, 18 familias y 25 géneros; la división más representativa fue Bacillariophyta con 7 familias, 13 géneros y 72.8% de abundancia relativa; el sustrato epifítico presentó la menor abundancia y la mayor riqueza de taxa. Los resultados evidencian que ésta quebrada pequeña es un importante reservorio de biodiversidad y su drenaje aporta dinámicas y procesos ecológicos de la red hídrica local y regional.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Fitoperifiton, Índices Ecológicos, Índices Bióticos, Calidad del Agua, Quebrada Cajones, Montenegro, Quindío

ABSTRACT

In the Cajones stream of Montenegro - Quindío a study of macroinvertebrates and periphytic algae was performed. In order to carry out the study, samples in rocky substrates (epilithic) and plant (epiphytic) and water samples for physicochemical variables were taken. The information was processed using descriptive statistics and ecological indices alpha (Pielou, Margalef, Simpson and Shannon) and beta (Jaccard) and biotic indices (BMWP / Col and ASPT). For macroinvertebrates 12,451 specimens were collected, distributed into five classes, 11 orders and 27 families ; the best class was represented by insecta with 7 orders, the Diptera was the most abundant with 39.9% and Chironomidae showed significant dominance. The alpha and beta diversity and biotic index established that the upper part of the watershed showed low consistency and dominance with significant values and very clean water; the middle part showed low dominance, media diversity and slightly contaminated water and the lower reaches had low diversity, with higher abundant, and polluted water. Meanwhile, fitoperifiton community was represented by four divisions, 12 orders, 18 families and 25 genera; the most representative division was Bacillariophyta with 7 families, 13 genera and 72.8% relative abundance; epiphytic substrate had the lowest abundance and higher taxa richness. The results show that this small stream is an important reservoir of biodiversity and drainage contributes to dynamics and ecological processes of local and regional water supply.

Keywords: Macroinvertebrate, Phytoperiphyton, Ecological index, Biotic index, Water quality, Cajones stream. Montenegro, Quindío.

INTRODUCCIÓN

Los ríos y quebradas de los andes colombianos son de gran importancia ecológica y socio-económica puesto que son la principal fuente de agua de las poblaciones; particularmente las partes altas y medias de las fuentes hídricas superficiales que son utilizados para el abastecimiento de pequeños acueductos rurales y para el sostenimiento de extensas zonas agrícolas y ganaderas (Sánchez 1996)⁽¹⁾. De tal manera que estudiar las condiciones bióticas en estos sistemas dinámicos y variables como los ríos y corrientes hídricas requiere el desarrollo de varias aproximaciones en sus aspectos ecológicos, físico-químicas e hidromorfológicos que varían espacial y temporalmente (Díaz-Quirós *et al.* 2004)⁽²⁾.

La Quebrada Cajones es una de las principales corrientes hídricas de primer orden hidrológico de la jurisdicción de Montenegro-Quindío, pero infortunadamente se constituye en el principal receptor de las aguas residuales que produce el 90% del municipio (Alcaldía Municipal de Montenegro, 2008)⁽³⁾. Dichos vertimientos no sólo afectan negativamente la calidad del agua y el bienestar de las comunidades bióticas, sino también contribuyen a la pérdida potencial de sus usos y al desmejoramiento estético y paisajístico de sus riberas (ESQUÍN, 2002)⁽⁴⁾.

Situaciones como esta hacen que en Colombia y en

particular el eje cafetero, la degradación de las fuentes hídricas por aguas residuales domésticas, agropecuarias y agroindustriales, se hayan convertido en uno de los principales problemas para afrontar en el transcurso de los próximos años, puesto que representa inconvenientes para la salud pública y el medio ambiente (Bohórquez *et al.* 2005)⁽⁵⁾. Aunque determinar la condición ambiental de los ríos y quebradas es difícil para protegerlos o restaurarlos, es fundamental conocer su estado ecológico actual, particularmente cuando la condición de referencia de las corrientes se desconoce y éstas han estado sujetas por largo tiempo a perturbaciones antropogénicas (Arango *et al.* 2008)⁽⁶⁾. Por lo tanto, se hace necesario implementar estudios limnológicos que permitan conocer la composición, funcionamiento, dinámicas y estructura ecológica de los ríos y quebradas de los andes colombianos.

En el área andina Colombiana se han realizado estudios limnológicos haciendo énfasis en comunidades bénticas y bioindicadores de calidad del agua en ríos y quebradas pequeñas como los reportados por: Machado y Roldán 1981⁽⁷⁾; Posada *et al.* (2000)⁽⁸⁾; Zúñiga de Cardoso *et al.* (1993, 1997)^(9 y 10); Roldán (2003 y 2008)^(11 y 12); Aragón *et al.* (2004)⁽¹³⁾; Hernández *et al.* (2005)⁽¹⁴⁾; Zamora (2007)⁽¹⁵⁾; Castellanos y Serratos (2008)⁽¹⁶⁾; Montoya y Ramírez (2007)⁽¹⁷⁾ y Reinoso-F *et al.* (2008)⁽¹⁸⁾, Chara *et al.* (2009 a y b)^(49,50), Chara (2010)⁽⁵¹⁾ y Zúñiga *et al.* (2013)⁽⁵⁴⁾. Con relación al departamento del Quindío

algunos estudios han sido realizados por; Vargas (1997)⁽¹⁹⁾; Mejía y Rivera (2006)⁽²⁰⁾; Londoño *et al.* (2005 y 2006)^(21 y 22); Giraldo *et al.* (2008)⁽²³⁾; Bustamante *et al.* (2008 a y b)^(24 y 25); Bustamante *et al.* (2011)⁽²⁶⁾ y Monsalve y Bustamante (2009)⁽²⁷⁾

Desde dicha perspectiva, aún son escasos los estudios en comunidades bénticas de las microcuencas de la región andina del eje cafetero colombiano, por lo tanto el propósito principal de esta investigación fue estudiar la composición y estructura de los macroinvertebrados y algas perifíticas presentes en la Quebrada Cajones Unidad de Manejo de Cuenca del río Espejo, con el fin de contribuir al conocimiento ecológico de esta importante fuente hídrica del municipio de Montenegro, Quindío.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Quebrada Cajones pertenece a la Unidad de Manejo de Cuenca (UMC) del río Espejo jurisdicción del municipio de Montenegro departamento del Quindío, cuenta con una longitud estimada de 12.5 Km., recibe las aguas de La Cristalina y Pinares, sistema de corrientes (riachuelos) que se forman a partir de nacimientos en área rural del municipio, recorre el sector urbano en un trayecto de aproximadamente 2.7 Km, y sigue su recorrido hasta el Parque Nacional del Café donde confluye sus aguas al río Espejo(Alcaldía Municipal de Montenegro, 2008)⁽³⁾.

Fase de Campo

Se seleccionaron seis (6) estaciones de muestreo teniendo en cuenta el gradiente y longitudinal y altitudinal que conforman la parte alta, media y baja de la microcuenca Cajones Tabla 1.

Se realizaron jornadas de muestreo una vez cada mes durante un periodo de cinco (5) meses, desde Febrero hasta Junio del año 2010. En las estaciones se midieron parámetros *in-situ* como altitud, coordenadas, humedad relativa, temperatura, velocidad de la corriente, profundidad y ancho de la quebrada; se tomaron muestras de agua tipo puntual empleando frascos Winkler para el oxígeno disuelto y DBO5, frascos de 200 mL previamente esterilizados para análisis bacteriológicos y botilitros para los demás análisis físicos y químicos siguiendo los protocolos de la APHA, AWWA, WPCF (2005)⁽²⁸⁾ (Tabla 2).

Tabla 1. Estaciones de muestreo Quebrada Cajones

ESTACIONES	ALTITUD (msnm)	Coordenadas	
		Lat. Norte	long. Oeste
Parte alta:			
1. Vereda. Pinares Finca La Floresta	1.305	4° 34' 56"	75° 43' 50"
Parte alta:			
2. Vereda. La Frontera Finca Chapinero	1.285	4°34'22"	75°44'49"
Parte Media:			
3. Barrio Los Robles	1.261	4°34'10"	75°45'01"
Parte Media:			
4. Barrio Luis Carlos Flores	1.250	4°33'56"	75°45'26"
Parte baja:			
5.Parque del Café Bambusario	1.232	4°33'41"	75°45'12"
Parte bajo:			
6. Parque del Café Ferrocarril	1.224	4°34'39"	75°45'01"

Las muestras biológicas se tomaron en una longitud de 10 m de largo por el ancho de la quebrada, el esfuerzo de muestreo fue de 1 hora por persona por estación. Los macroinvertebrados se colectaron mediante el empleo de pinzas (captura manual) y una red multihábitat (red en D) en contra corriente y en diferentes sustratos como rocas, arena, troncos y hojarasca, éstos se fijaron en alcohol al 70% en viales previamente rotulados según lo propuesto por Domínguez y Fernández (1998)⁽²⁹⁾. Las muestras de perifiton se tomaron en sustratos epilítico (roca) y epifítico (vegetal) a partir de raspado con espátulas y succión con la ayuda de goteros, posteriormente el material se depositó en recipientes oscuros previamente rotulados y fijados con lugol al 10%siguiendo lo recomendado por Ramírez(2006)⁽³⁰⁾.

Fase de Laboratorio

Los análisis físico-químicos y bacteriológicos se efectuaron en el Laboratorio de Aguas y Ambiental de la Universidad del Quindío, teniendo en cuenta las técnicas y procedimientos recomendadas por el Estándar Métodos de la Asociación Americana de Salud Pública APHA, AWWA, WPCF (2005)⁽²⁸⁾ (Tabla 2). Los resultados obtenidos fueron interpretados con base en los rangos establecidos por el decreto (1594/84)⁽³¹⁾ que indica los criterios de calidad para vertimientos y usos del recurso hídrico.

El reconocimiento de las comunidades biológicas se

PARÁMETROS	MÉTODO ANALÍTICO
Humedad relativa (%)	Termohigrómetrofischercentific 11-G51-15 S/N 61602533
Profundidad del cauce (m)	Vara métrica
Ancho del cauce (m)	Decámetro
Velocidad de corriente (m/s)	Distancia X Tiempo
Temperatura aire (°C)	Termómetro ambiental Silver Brand Germany z-s- 800003
Temperatura del agua (°C)	Termohigrómetrofischercentific 11-G51-15 S/N 61602533
Turbiedad (FAU)	TurbidímetroLovibond Pc SpectronAhas
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	Oxímetrohandlylab LF1 1 SCHOOT instruments GmbHD-55122 Mainz
Concentración de oxígeno disuelto (mg/L)	Método yodométrica (modificación de azida)
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Incubación "Estandar" a 5 días
Sólidos totales (mg/L)	Gavimétrico (evaporación a 103 °c
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Gavimétrico (Filtración en fibra de vidrio)
Coliformes fecales (UFC/ ml)	Filtración por membrana con chromocult
Coliformes totales (UFC/ ml)	Filtración por membrana con chromocult
Conductividad (uS/cm)	Conductímetro HANNA
pH	Potenciómetro HANNA HI99001
Dureza total (mg/L)	Titulométrico con EDTA speeds-afe™by HANNA
Alcalinidad total (mg/L)	Titulación potenciómetro speeds-afe™by HANNA

efectuó en el Laboratorio de Biología de la Universidad del Quindío. Los macroinvertebrados se identificaron hasta el nivel taxonómico de familia, para este caso se utilizó un estereoscopio binocular (LEICAZOOM 2000) y la ayuda de claves dicotómicas, descripciones e ilustraciones de: Álvarez (2005)⁽³²⁾; Posada y Roldán (2003)⁽³³⁾; Domínguez y Fernández (2001)⁽²⁹⁾; Domínguez y Fernández (2009)⁽⁵²⁾; Merritt y Cummins (1996)⁽³⁴⁾; Roldán(1996 y 2003)^(35 y 36); y Pennak (1989)⁽³⁷⁾.

Para la determinación taxonómica de la comunidad de las algas perifíticas se emplearon descripciones, ilustraciones y claves dicotómicas de: APHA, AWWA, WPCF (2005)⁽²⁸⁾; Lobo (2004)⁽³⁸⁾; Ramírez (2000)⁽³⁹⁾; González (1998)⁽⁴⁰⁾; Aceto y Zúñiga (1998)⁽⁴¹⁾; Sze (1997)⁽⁴²⁾; Guzmán (1993)⁽⁴³⁾; Bicudo y Prescott (1993) (44); Hino y Tundisi (1984)⁽⁴⁵⁾; Needham y Needham (1978)⁽⁴⁶⁾ y Bicudo & Menezes (2006)⁽⁵³⁾. El conteo e identificación se efectuó con la ayuda de un microscopio binocular (NIKON E-200); la cuantificación se

realizó en términos de individuos por mililitro (Ind./ml) a partir de la decantación por 24 horas de la muestra y depositando posteriormente 2 gotas equivalentes a 0.20 ml en un portaobjetos.

Análisis de la Información

Para cada estación se procesaron los valores de las variables físico-químicas y bacteriológicas a través de estadística descriptiva e Igualmente se aplicaron los índices de contaminación acuática (ICA) propuestos por Ramírez y Viña (1998)⁽³⁶⁾ que son: Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS).

Para determinar la estructura numérica de los macroinvertebrados y el fitoperifiton se emplearon los índices de diversidad Alfa (Shannon-Weaver, Dominancia de Simpson, Equidad de Pielou y Riqueza de Margalef) con el programa estadístico Drivers (Pérez y Sola, 1993)⁽⁴⁷⁾; la diversidad Beta (Similitud de Jaccard) con el software Past y el con listado de las familias macroinvertebrados se aplicó el índice BMWP y ASPT (Roldán, 2003)⁽³⁶⁾.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

La fauna de macroinvertebrados de la quebrada Cajones estuvo representada por 5 clases, 11 órdenes y 27 familias con un total de 12.451 individuos recolectados (Tabla 3). La clase mejor representada fue Insecta con 7 órdenes, 23 familias y una abundancia relativa de 71.9%; el orden Díptera fue el más abundante con un 39.9% y representado por 4 familias. Este hecho corrobora lo reportado por Roldán y Ramírez (2008)⁽¹¹⁾, pues el orden Díptera es el más complejo, abundante y mejor distribuido en el mundo.

La familia más abundante fue Chironomidae (Díptera) con 2649 individuos que representa el 21.8%; la familia Vellidae (Hemiptera) fue la segunda más abundante con 2199 Individuos que representa el 15.2% y la tercera familia más abundante fue Simuliidae (Díptera) con 1225 individuos equivalente al 9.8%.

Tabla 3. Composición taxonómica y abundancias de la comunidad de macroinvertebrados

Clase	Orden	Familia	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Abun. Total	Abun. Relativa	
Insecta	Plecóptera	Perlidae	45	22	1	0	0	0	68	0.5%	
		Ephemeroptera	Baetidae	312	303	173	10	165	20	983	7.8%
	Leptoypidae		39	71	59	26	39	19	253	2.0%	
	Oligoneuridae		38	84	31	0	4	0	157	1.3%	
	Leptophlebiidae		4	28	23	20	8	2	85	0.6%	
	Trichoptera		Hydropsichidae	170	228	109	76	96	13	692	5.5%
			Helicopsychidae	44	73	9	0	0	0	126	1.0%
			Glossomatidae	46	70	26	10	9	4	165	1.3%
			Odontoceridae	11	9	16	17	20	12	85	0.7%
			Hydrobiosidae	22	18	32	34	39	23	168	1.3%
			Leptoceridae	6	16	64	92	118	74	370	2.9%
	Hemiptera	Philopotamidae	30	24	8	0	0	14	76	0.6%	
		Polycentropodidae	0	6	6	2	0	0	14	0.1%	
		Vellidae	436	976	316	110	153	24	2199	15.2%	
	Diptera	Mesovellidae	0	6	74	104	0	0	184	1.7%	
		Simuliidae	106	124	276	300	422	274	1502	11.8%	
	Coleoptera	Tipulidae	Tipulidae	4	0	40	32	68	56	200	1.6%
			Chironomidae	52	0	196	484	958	590	2280	18.0%
		Empididae	0	0	0	0	10	10	20	0.2%	
		Elmidae	Elmidae	80	115	42	18	27	24	306	2.4%
			Staphylinidae	0	0	8	0	0	2	10	0.1%
			Ptilodactylidae	0	3	7	0	1	0	11	0.1%
		Odonata	Libellulidae	26	24	9	0	10	2	71	0.6%
Hirudinea	Hirudiniformes	Cyclobdellidae	2	0	148	328	471	506	1455	11.5%	
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	0	0	57	158	210	179	604	4.8%	
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	30	0	38	150	175	183	576	4.5%	
Gastropoda	Basomatophora	Physidae	0	0	0	27	85	69	181	1.4%	
Total Individuos			1503	2200	1768	1998	3088	2100	12657	100.0%	

La abundancia que presentó la familia Chironomidae se debe fundamentalmente a que estos organismos pueden vivir en rangos muy amplios de temperatura, pH, salinidad o concentración de oxígeno, como también adaptarse a distintos tipos de corriente, profundidad, productividad, altitud y latitud como lo manifiesta Decamps & Naiman, (1991)⁽⁴⁸⁾. Asimismo, los principales factores a tener en cuenta en la distribución de Chironomidae en arroyos y ríos son: la temperatura y la velocidad de corriente, lo que indirectamente condiciona la disponibilidad de alimento y el tipo de sustrato. La gran amplitud ecológica exhibida por esta familia es el producto de una muy amplia serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento (Decamps & Naiman, 1991)⁽⁴⁸⁾.

Por otra parte, se evidencio un aumento de carga orgáni-

ca aguas abajo del trayecto de la microcuenca Cajones el cual favorece la presencia y proliferación de grupos tolerantes a condiciones sépticas como las familias Tubificidae y Chironomidae (Zúñiga, *et. al.*, 1993)⁽⁹⁾; situación que puede reflejar intervenciones antrópicas en las estaciones de la parte media y baja (4, 5 y 6) donde se presentan descargas de aguas residuales domésticas que generan la oferta suficiente de materia orgánica requerida para dichos organismos.

Tabla 4. Índices ecológicos diversidad alfa comunidad de macroinvertebrados

Estación	1	2	3	4	5	6
Uniformidad de Piellou	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
Riqueza de Margalef	3.6	2.9	3.0	1.4	2.1	2.0
Dominancia de Simpson	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2
Diversidad de Shannon	2.4	2.1	2.3	1.6	1.9	1.8

La Diversidad de Shannon presento un rango de valores entre medios y bajos propios de sitios que presentan estados de intervención antrópica y transformaciones del cauce y zona ribereña lo cual se relaciona con disminución de las poblaciones y la dominancia de algunas especies particulares.

Los resultados del índice de Similitud de Jaccard (Anexo 1) según los rangos establecidos por Ramírez (2006)⁽³⁰⁾, muestra que existe una similitud del 100% en la fauna de macroinvertebrados entre las estaciones 5 y 6 lo cual puede deberse a la homogeneidad de condiciones físicas, químicas, microbiológicas e hidromorfológicas presentes en estos tramos bajos de la quebrada y por ende el hábitat propicio para que los individuos de familias como Libellulidae, Chironomidae, Tipulidae, Simuliidae e Hydropsichidae se encuentren tanto en la estación 5 como en la 6. Igualmente estas estaciones son consideradas semejantes a la estación 3 pues comparten un 65% de similitud que puede ser entendido por el grado de intervención antrópica y la cantidad de descargas de aguas residuales domésticas que son vertidas en dichos tramos.

Por otro lado, las estaciones 1 y 2 presentaron un 85% de similitud con respecto a la composición de macroinvertebrados, esto puede deberse a las buenas condiciones físicas y químicas que tienen estas aguas y que albergan morfoespecies de las familias Perlidae, Oligoneuridae, Leptophlebiidae, Odontoceridae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Staphylinidae y Ptilodactylidae; situación que difiere de la estación 4 con un 45% de similitud.

Tabla 5. Valores de los índices bióticos BMWP y ASPT en la Quebrada Cajones.

Estación	BMWP	ASPT	Calidad	Indicador
1	160	8,7	Muy buena	Muy buena
2	165	8,3	Muy buena	Muy buena
3	98,5	6,1	Aceptable	Aceptable
4	37	4,1	Dudosa	Dudosa
5	73	5,2	Aceptable	Aceptable
6	73	5,2	Aceptable	Aceptable

Los valores de los índices bióticos BMWP y ASPT (Roldán, 2003 y Zamora, 2007)^(36 y 15) (Tabla 5), reflejan que las estaciones 1 y 2 de la parte alta de la quebrada Cajones presentan aguas muy limpias, debido a que estas se encuentran cercanas al nacimiento y por tanto reflejan una mínima intervención antrópica. Mientras que la estación 3 su corriente hídrica recibe vertimientos de

aguas residuales doméstica por ende mostró alteraciones y fue catalogada como levemente contaminada con un puntaje de 98.5 para el BMWP y 6.1 para el ASPT. Esta situación se incrementa luego que la quebrada continúa su recorrido por el sector urbano hasta llegar a la estación 4, ésta indicó un estado de contaminación y de dudosa calidad del agua con un puntaje de 37 para el BMWP y 4.1 para el ASPT. Es de resaltar que la quebrada Cajones en su parte baja refleja cierta capacidad de autodepuración puesto que las estaciones 5 y 6 a pesar de tener aguas con calidad aceptable, éstas se encuentran levemente contaminada y mostraron mejoría respecto a la estación 3 y 4 de la parte media.

Composición y estructura de la comunidad de fito-perifiton

La composición y abundancia de la comunidad de fito-perifiton de la Quebrada Cajones (Tabla 6), estuvo representada por 4 divisiones, 12 órdenes, 18 familias y 25 géneros; para un total de 21.592 (Ind/ml). La división más representativa fue Bacillariophyta, distribuida en 7 familias y 13 géneros con una abundancia relativa de 72.8% y el género más dominante fue *Fragilaria* sp. C con un 15.9% de abundancia relativa.

La división Bacillariophyta conocida como diatomeas constituye un grupo especial entre las algas perifíticas por la particular característica de su pared celular silicificada y constituida por dos mitades (valvas o tecas) que se corresponden mutuamente (Acleto y Zuñiga,1998)⁽⁴¹⁾. En términos generales las diatomeas han sido consideradas como microalgas muy eficientes y rápidas para colonizar, debido a la plasticidad morfo-fisiológica que tienen para habitar diversos sustratos.

Por tal motivo y debido a las características morfo-fisiológicas como presencia de pared celular, gran adaptabilidad y alta tasa de reproducción, resistencia a la acción de los elementos y capacidad de adhesión al sustrato mediante la secreción de mucílago péctico; características que le brindan protección y un amplio rango de tolerancia a muchos factores de vulnerabilidad, por ende la mayoría de sus representantes puedan sobrevivir en diferentes ambientes (Lewin *et al.*, 1977 citado por Hernández-Atilano *et al.*, 2005 y Acleto y Zuñiga,1998)^(14 y 41)

Con respeto a los microhabitats o sustratos (Figura 1), el epifítico estuvo representado por 4 divisiones distribuidos en 12 órdenes, 18 familias, 25 géneros y con una

Tabla 6. Composición y abundancias del fitoperifiton en la Quebrada Cajones

División	Familia	Género	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Abun.Total	Abun. Relativa	
Bacillariophyta	Cymbellaceae	Cymbellasp.	435	555	175	25	55	120	1365	6.3%	
		Gomphonemasp.	110	195	115	225	425	135	1225	5.6%	
	Bacillariaceae	Ceratoneissp.	170	120	150	200	110	90	850	3.9%	
		Nitzchiasp.	70	45	45	150	65	90	485	2.3%	
	Fragelariaceae	Diatomasp.	500	425	110	0	10	0	1045	4.8%	
		Synedrasp.	725	635	140	0	0	0	1500	6.9%	
		Fragilariasp.	205	240	255	495	1215	935	3440	15.9%	
	Naviculaceae	Naviculasp.	125	25	190	415	1265	790	2915	13.5%	
		Caloneissp.	15	0	65	185	225	235	810	3.7%	
	Achnantheaceae	Achnanthesp.	0	0	50	175	140	30	465	2.2%	
		Cocconeissp.	15	65	125	105	120	175	605	2.8%	
	Ephitemiaceae	Ephithemiasp.	25	50	45	80	105	100	435	2.0%	
	Melosiraceae	Melosirasp.	100	200	80	85	60	30	570	2.6%	
Chlorophyta	Oedogoniaceae	Bulbochaetesp.	195	150	120	0	0	0	465	2.2%	
	Volvocaceae	Volvox sp.	0	0	70	100	190	125	530	2.5%	
	Oocystaceae	Chlorellasp.	65	160	170	5	15	0	415	1.9%	
	Desmediaceae	Closteriumsp.	90	215	235	255	170	130	1150	5.3%	
		Cosmariumsp.	170	175	100	120	185	60	860	4.0%	
	Chlorococcaceae	Chlorococcumsp.	35	105	75	105	240	105	710	3.3%	
	Chladophoraceae	Chladophorasp.	0	35	35	150	55	10	300	1.4%	
	Microsporaceae	Microsporasp.	35	15	70	25	0	0	145	0.7%	
	Cyanophyta	Chroococcaceae	Anabaenasp.	0	0	80	120	185	60	495	2.3%
		Nostocaceae	Nostocsp.	20	30	15	0	0	0	65	0.3%
Oscillatoriaceae		Oscillatoriasp.	0	5	35	220	245	145	700	3.2%	
Euglenophyta	Euglenoaceae	Euglenasp.	5	5	0	0	15	20	45	0.2%	
Total			3095	3450	2550	3240	5095	3385	21592	100%	

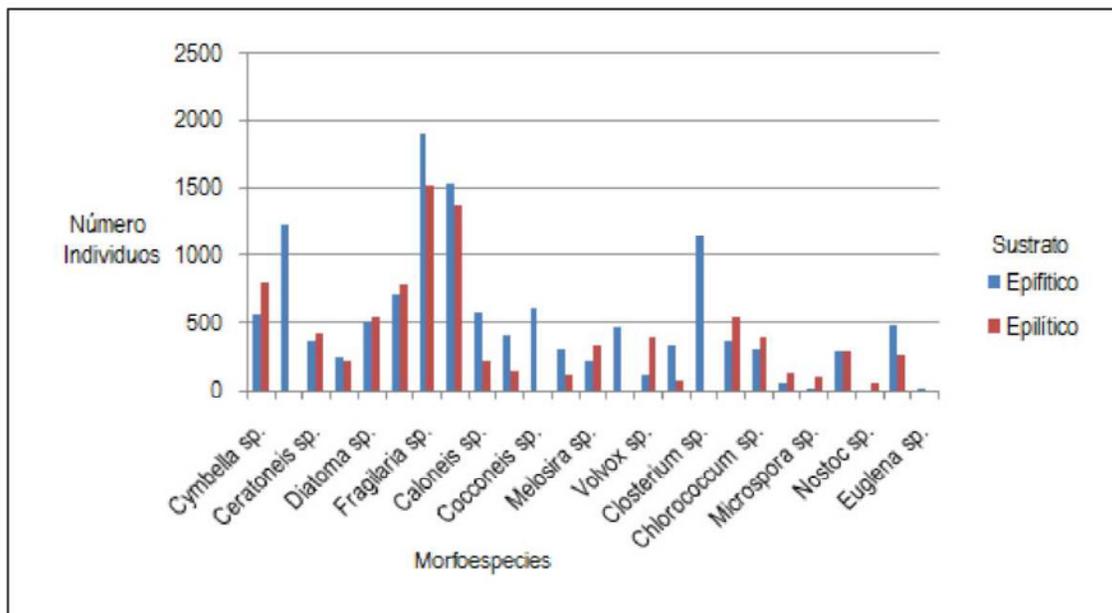


Figura 1. Composición y abundancia de la comunidad de fitoperifiton de la Quebrada Cajones en sustratosepifítico y epilítico.

abundancia del 47.4%; además registró menor abundancia y mayor riqueza de taxa. Probablemente porque el hábitat ofrecido por el material vegetal es vulnerable a ser arrastrado fácilmente por corrientes fuertes, aunque puede retener mayor cantidad de nutrientes necesarios para la supervivencia de estos individuos (Sze, 1997; Ramírez, 2000)^(42 y 39).

El sustrato epilítico registró una abundancia relativa de 52.6% distribuidos en cuatro divisiones, 9 órdenes, 16 familias y 21 géneros siendo *Fragilaria sp.* el más abundante. El sustrato presentó mayor abundancia y menor riqueza de taxa con relación al epifítico. Según Sze(1997)⁽⁴²⁾ y Ramírez(2000)⁽³⁹⁾ el hábitat ofrecido por el material rocoso a pesar de no ser arrastrado por corrientes fuertes puede tener menor cantidad y variedad de nutrientes necesarios para la supervivencia de estas poblaciones de algas bentónicas.

Tabla 7. Resultados de los índices de diversidad alfa de la comunidad de Fitoperifiton en la Quebrada Cajones

Estaciones	1	2	3	4	5	6
Uniformidad de Pielou	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
Riqueza de Margalef	2.1	2.4	2.6	2.3	2.5	2.4
Dominancia de Simpson	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Diversidad de Shannon	2.3	2.4	2.6	2.6	2.3	2.2

La Diversidad de Shannon evidencia puntajes entre medios y bajos propios de sitios que presentan estados de intervención antrópica, en donde es característico la disminución de las poblaciones y la dominancia de algunas especies particulares.

El Índice de Similitud de Jaccard (Anexo 2) debela que las estaciones 5 y 6 tienen un 90% de parentesco en la composición del fitoperifiton, debido en parte a las condiciones geomorfológicas y de calidad de agua similares entre estos tramos; las demás estaciones tienen un 70% de similitud con el sitio 1 explicado probablen-

Tabla 8. Estadísticas descriptivas variables fisico-químicas y bacteriológicas

Parámetro / Estadística	Max	Min	X	DS	CV
Físicos					
T° ambiente	32	22	26.1	2.4	0.1
T° agua	23	16.6	20.8	1.4	0.1
Humedad relativa	62	31	53.4	7.6	0.1
Profundidad	0.8	0.2	0.4	0.2	0.6
Ancho	3.1	1.6	1.8	0.5	0.3
Velocidad corriente	1.2	0.4	0.6	0.2	0.3
Turbiedad	89	6	37.6	23.4	0.6
Químicos					
pH	7.6	6.0	7.0	0.4	0.1
Alcalinidad	26	2	8.9	6.1	0.7
Dureza	100	0	30.5	24.0	0.8
Conductividad	42	16	30.4	7.1	0.2
Sólidos totales	230	45.8	109.1	38.5	0.4
Sólidos suspendidos	57	3	31.8	16.1	0.5
OD	7.7	2.7	5.9	1.3	0.2
DBO5	6.7	0	2.8	2.2	0.7
Saturación oxígeno	91	39	71.9	12.9	0.2
Microbiológicos					
Coliformes totales	8.0E--03	4.8E-01	2087.5	2569.2	1.2
Coliformes fecales	4.6E--03	8.0E-00	614.4	1164.7	1.9

te por la presencia de taxones de la división Bacillariophytas como: *Fragilaria sp.*, *Nitzschia sp.*, *Ceratoneis sp.*, *Gomphonema sp.*, *Cymbella sp.*, *Navicula sp.* y *Melosira sp.*; lo que significa que pueden ser especies euri-

tipicas que se adaptan morfo-fisiológicamente a diversos ambientes y poseen un amplio rango de tolerancia a los tensores ambientales (Acleto y Zúñiga, 1998)⁽⁴¹⁾.

Calidad del agua Quebrada Cajones

En general la quebrada presento poca profundidad y caudal, con predominio de sustratos compuestos por hojarasca, rocas pequeñas, limo y lodo, y con flujos de corrientes lentas y rápidas. En cuanto a la calidad del agua de la quebrada Cajones, el oxígeno disuelto presento una valor medio de 5.9 (mg/l) (Tabla 8), con valores máximos obtenidos en la parte alta 6.6 (mg/l) y valores mínimos en la parte baja 5.2 y 4.7 (mg/l) lo cual indica que las estaciones 1, 2 y 3 presentan condiciones aceptables de oxígeno, mientras que las estaciones 4,5 y 6 presentaron valores bajos de oxígeno disuelto.

Para la turbiedad los valores promedio más altos se presentaron en las estaciones 5 y 6 siendo de 53 y 48

(FAU) respectivamente, a diferencia de las estaciones 1 y 2 que presentaron los valores más bajos entre 29 y 19 (FAU). No obstante los valores obtenidos de la turbiedad están dentro del rango de normalidad según los estándares de calidad del agua decreto (1594/84), lo que indica que no hay alteraciones del cauce por procesos de sedimentación y de solidos suspendidos que puedan afectar el ensamble y desarrollo de la biota acuática.

En cuanto a la calidad bacteriológica, los valores promedio de parámetros como coliformes totales y fecales demuestran que la microcuenca cajones tiene algunos límites de uso según el decreto (1594/84)⁽³¹⁾, puesto que sobrepasan los valores mínimos permisibles exigidos por dicho reglamento. Por su parte, parámetros como la temperatura, pH, dureza, cloruros y solidos totales se encuentra dentro de los valores permisibles.

Tabla 9. Valores promedio de los ICA Quebrada Cajones.

Estación	ICOMI	Significado	ICOMO	Significado	ICOSUS	Significado
1	0	Muy buena	0.18	Muy buena	0.01	Muy buena
2	0	Muy buena	0.30	Buena	0.06	Muy buena
3	0	Muy buena	0.17	Muy buena	0.07	Muy buena
4	0	Muy buena	1.01	Pésima	0.09	Muy buena
5	0	Muy buena	1.03	Pésima	0.11	Muy buena
6	0	Muy buena	1.00	Pésima	0.10	Muy buena

Según los resultados de los ICA propuestos por Ramírez y Viña (1998)(36) muestran que el Índice de contaminación mineral (ICOMI) registró valores que referencian ausencia de contaminación iónica y buena calidad del agua en cuanto se refiere a la mineralización del agua; probablemente se deba a que las variables relacionadas: conductividad, dureza y alcalinidad están dentro del rango óptimo considerados por los estándares de las Normas Técnicas de Calidad del Agua propuestas por el Ministerio de Salud Decreto (1594 de 1984)⁽³¹⁾.

El Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) presentó diferencias entre las estaciones puesto que las descargas y vertimientos de aguas residuales domésticas que se realizan durante el trayecto de la quebrada por el sector urbano del municipio, muestran que las estaciones 4, 5 y 6 con valores de 1.0 presentan contaminación por materia orgánica, además en estos tramos la presencia de Coliformes Fecales y Totales al igual que la demanda bioquímica de oxígeno mostró

valores más altos con respecto a la media de las otras estaciones.

Por su parte, en el Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se obtuvieron puntuaciones inferiores a 0.2 que catalogan a la quebrada cajones en muy buenas condiciones con respeto a los sólidos suspendidos y sedimentos, lo que permite indicar que los sólidos no generan efectos adversos para las comunidades bénticas presentes en ésta corriente hídrica.

En términos generales se puede decir que la calidad del agua de Quebrada Cajones se encuentra en condiciones aceptables y no compromete severamente la sobrevivencia de la biota acuática, especialmente en su parte alta. Sin embargo se requiere del esfuerzo mancomunado entre las instituciones y la sociedad civil de plantear alternativas para la prevención y control de vertimientos contaminantes y de estrategias técnicas, operativas y educativas en manejo de saneamiento ambiental para conservar esta fuente hídrica local.

BIBLIOGRAFÍA

1. SÁNCHEZ, E. 1996. El río Bogotá y su relación con Santafé de Bogotá. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
2. DÍAZ-QUIRÓS, D, RIVERA-RONDÓN, C. A. 2004. Diatomeas de pequeños ríos Andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. *Caldasia* 26(2): 381- 394 pp.
3. ALCALDÍA MUNICIPAL DE MONTENEGRO. Resolución N° 538 10. 2008. Por medio de la cual se justifica la modalidad de selección para la escogencia de un contratista.
4. EMPRESA SANITARIA DEL QUINDÍO ESAQUIN. Inéd. Informe Datos y Estadísticas Generales. Generalidades de los municipios en los cuales ESAQUIN presta los servicios de acueducto y alcantarillado. (2002) 23 pp.
5. BOHÓRQUEZ G. A., CASASBUENAS, J., BECERRA, V., APONTE, P., VERA, D., BLANCO, D. 2005. Estudio de la calidad del agua en cuatro estaciones del río Lenguaque, Cundinamarca-Colombia. *Revista Científica Unincca*. 10: 147 – 157.
6. ARANGO, M.C., ÁLVAREZ, L.F., ARANGO, G.A., TORRES, O.E., MONSALVE, A.J. 2008. Calidad del agua de las Quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia) Revista EIA, ISSN 1794-1237*. 9:121-141.
7. MACHADO, T., ROLDÁN P, G. 1981. Estudio de las características Físico-Químicas y biológicas del Río Anori y sus principales afluentes. *Actualidades Biológicas*. 10: 3 – 13 pp.
8. POSADA, J. A. G. ROLDAN y J.J. RAMIREZ. 2000. Caracterización físico-química y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la Quebrada piedras blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 48: 59-70.
9. ZUÑIGA, M C; ROJAS M A; CAICEDO, G. 1993. Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del río Cauca. Universidad del Valle, Cali Colombia.
10. ZUÑIGA M. BALLESTEROS Y., ROJAS M. (1997) Distribution and Structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationship to water quality. *Proceedings 8° International Symposium on Trichoptera* 19-23.
11. ROLDAN, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. *Ciencia y Tecnología*. Universidad de Antioquia. Medellín. 182 pp.
12. ROLDAN, G. y RAMIREZ, J. J. 2008. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia, 2da edición. Medellín, Colombia.
13. ARAGÓN A, GEOVA S, MURILLO S. (2004). Estudio comparativo sobre la colonización de fitoperifiton en dos sustratos quebrada la Francisca, municipio de Quibdó. *Revista institucional. Universidad Tecnológica del Choco*. 20: 40-45.
14. HERNÁNDEZ E, AGUIRRE N, PALACIO J. (2005). Variación Espacio-temporal de la estructura de la comunidad perifítica en la microcuenca de la quebrada la vega, municipio de San Roque (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*. 27 (82): 67-77.
15. ZAMORA, H. 2007. El índice BMWP y la evaluación biológica de la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos epicontinentales naturales de Colombia. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*. 19. 73-81 pp.
16. CASTELLANOS P. Y SERRATO, C. (2008). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 32 (122): 79-86, ISSN 0370-3908.
17. MONTOYA Y, RAMÍREZ J. (2007). Variación en la estructura de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en dos estaciones de muestreo en la zona de litoral del río Medellín. *Biol. Trop.* Vol. 55 (2): 585- 593, June.
18. REINOSO-F G, GUEVARA-G G, VEJARANO-D M, GARCÍA-M J, VILLA-N F. (2008). Evaluación del río Prado a partir de los macroinvertebrados y de la calidad del agua. *Rev. Asoc. Col. Cienc. Biol.* (20): 102 – 116.
19. VARGAS, I.C. 1997 Inventario preliminar de los macroinvertebrados bentónicos en el Río Quindío y la Quebrada Cristales. C.R.Q. Armenia.

20. MEJÍA D, M, y RIVERA J, J. (2006). Distribución de algunas familias de macroinvertebrados bentónicos con relación a las variables físicas y químicas de la quebrada la Jaramilla. La Tebaida-Quindío. Revista de investigaciones Universidad del Quindío. (16): 63 -69.
21. LONDOÑO, A. ARRUBLA, J. P. TORRES, D. ZARATE M, BELTRAN M, TORO J,L, et al.(2005). Caracterización de la calidad ambiental de la quebrada Agua Bonita, corregimiento de Barcelona, departamento del Quindío. Revista de investigaciones Universidad del Quindío. (15): 55 -64.
22. LONDOÑO, A. ARRUBLA, J. P. TORRES, D. ZARATE M, BELTRAN M, ESCOBAR J,C, et al. (2006). Caracterización de la calidad ambiental de la quebrada el Congal, corregimiento de Barcelona, departamento del Quindío. Revista de investigaciones Universidad del Quindío. (16): 93 -103.
23. GIRALDO, V., LONDOÑO, C. Y BUSTAMANTE, C. 2008. Diagnóstico de la calidad ambiental del agua para uso agrícola de la quebrada “Los Micos” afluente de la microcuenca “El Pencil” Filandia - Quindío. Asoc. Col. Cienc. Biol. 20, 144-163.
24. BUSTAMANTE, C. A. DÁVILA, C.A. TORRES, S.L. ORTIZ J.F. 2008. Composición y abundancia de la comunidad de fitoperifiton en el río Quindío. Revista de investigaciones Universidad del Quindío. 18: 15 – 21.
25. BUSTAMANTE, C. A., MONSALVE, E.A., GARCÍA, P.L. 2008. Análisis de la calidad del agua en la cuenca media del Río Quindío con base en índices físicos, químicos y biológicos. Revista de investigaciones Universidad del Quindío. 18: 22 – 31.
26. BUSTAMANTE, C. A., MARIN, N. C y CORREDOR, N.V. 2011. Estudio de calidad ambiental en la quebrada La Florida, Unidad de Manejo de Cuenca del río Quindío. Armenia – Quindío, Colombia. Asoc. Col. Cienc. Biol. 23, 65-76.
27. MONSALVE, E. A. y BUSTAMANTE, C. A. 2009. Caso 2, capítulo 10: Determinación de las características e interrelaciones de los componentes del caudal ecológico para el río Quindío en el tramo Bokuia – Balboa. Caudal Ambiental: conceptos, experiencias y desafíos. Programa editorial Universidad del Valle. Cali Colombia. Pag. 285 – 302.
28. APHA-AWWA-APCF. 2005. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 21 edición. Traducción del Standard Methods. Ed. Díaz de Santos, Madrid, España.
29. DOMINGUEZ, E. Y FERNÁNDEZ H. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales. Instituto M. Lillo. Tucumán, Argentina. 282 pp.
30. RAMÍREZ, A G. 2006. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 61 pp.
31. MINISTERIO DE LA SALUD. Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Por medio del cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos. 64 pp.
32. ALVAREZ, L.F. 2005. Metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de recursos hidrobiológicos. Instituto Alexander Von Humboldt. Pag 14 -36.
33. POSADA, J., ROLDÁN, G. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el noroccidente de Colombia. RevistaCaldasia, 21(1): 169 – 192 pp.
34. MERRITT, R., CUMMINS, Z. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Third edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa. 862pp.
35. ROLDAN, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Facultad de ciencias exactas y naturales. Centro de investigaciones CIEN.
36. RAMÍREZ, J., Y VIÑA, V. 1998. Limnología Colombiana, aportes para su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá D.C. Primera edición.Explorationcompany (Colombia) Ltda.
37. PENNAK, R. 1989. Freshwater invertebrates of United States. Third edition. Wiley-Interscience, New York. 628 pp.
38. LOBO E, A, CALLEGERO V, L, HERMANY GOMEZ N. ECTOR L. (2004) Review of the use of microalgae in south America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. Vie et Milieu, France. V.53 N.2/3: 35-45.
39. RAMÍREZ, J. J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. 207pp.

40. GONZÁLEZ, A. 1988. El plankton de las aguas continentales. Informe. Secretaría General de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 130 pp. 63
41. ACLETO, C., ZUÑIGA, R. 1998. Introducción a las algas. Editorial Escuela Nueva. Lima, Perú.
42. SZE, P. 1997. A biology of the algae. Third edition. WCB/McGraw-Hill. 278 pp
43. GUZMÁN, P. 1993. Catálogo de organismos Fitoplanctónicos identificados en el Río Guayas Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico. Vol. XII N4 99 pp.
44. BICUDO, E., PRESCOTT G. 1883. Sinopsis of North American Desmids; part II, Desmidiaceae, section 5 University Nebraska, London.
45. HINO, G., TUNDISI, J. 1984. Atlas de algas do represa do Broa. Sao Carlos Brasil. Serie Atlas. Vol. 2.
46. NEEDHAM, G., NEEDHAM, P. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de aguas dulces. Editorial Reverte, S.A. Barcelona. España. 63 pp.
47. PÉREZ, F., SOLA, M. 1993: DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad.
48. DECAMPS, H & NAIMAN, R. 1991. La ecología de los ríos. El mundo científico 9: 470-479 pp.
49. CHARA J., M del C. ZUÑIGA, L.P GIRALDO G. PEDRAZA, M. ASTUDILLO, L. RAMIREZ y C.E POSSO. 2009. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la cuenca del río La Vieja, Colombia (pp 129 – 142) Memorias Valoración de la Biodiversidad de la Ecorregión del eje cafetero. CIEBREG. Pereira, Colombia.
50. CHARA-SERNA A. M., M del C. ZUÑIGA y J. CHARA. 2009. Diversidad de Chironomidae (Insecta: Díptera) asociados a hojarasca en quebradas de la cuenca del río Otún (Risaralda Colombia) en: Resúmenes del XXXVI Congreso de la sociedad Colombiana de Entomología. Medellín.
51. CHARA-SERNA, A. M., J. CHARA, M del C. ZUÑIGA, G. X. PEDRAZA y L. P. GIRALDO. 2010. Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum*, 15(1): 27-36.
52. DOMINGUEZ, E. y H. R. FERNANDEZ. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Primera edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucuman, Argentina.
53. BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: Rima.
54. Zuñiga M del C., J. CHARA. GIRALDO, L. P. CHARA-SERNA, A. M. y G. X. PEDRAZA. 2013. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región Andina Colombiana, con énfasis en entomofauna. *Dugesiana*. 20(2):263-277.