
ESTRUCTURA NUMÉRICA DE LA ENTOMOFAUNA ACUÁTICA EN OCHO QUEBRADAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO-COLOMBIA

Numeric Structure Of The Aquatic Entomologic Fauna In Eight Streams Of The Departament Of Quindío-Colombia

JOHN JADER RIVERA-USME¹, Lic. en Biología y Educación Ambiental;
DIANA LUCÍA CAMACHO-PINZÓN¹, Lic. en Biología y Educación
Ambiental, ALVARO BOTERO-BOTERO², Lic. en Biología y Educación
Ambiental.

¹ Universidad del Quindío.

jaderrivera@yahoo.com.ar - chitobates@yahoo.com.ar

² Fundación Neotrópica-Colombia, Armenia - Quindío.

albotero33@yahoo.com

Dirección para correspondencia: Carrera 7 No. 12-55 La Tebaida
Quindío, Colombia.

Presentado 11 de diciembre de 2007, aceptado 23 de febrero de 2008, correcciones 31 de marzo de 2008.

RESUMEN

Se realizó un estudio de la entomofauna acuática de ocho quebradas del departamento del Quindío, Colombia en La Tebaida y Calarcá. Entre agosto y diciembre de 2004 se colectaron 1917 especímenes distribuidos así: Trichoptera con 524 (la familia más abundante fue Hydropsychidae con 425), Coleoptera 421 (Elmidae con 396 individuos), Heteroptera 391, Odonata 216, seguido por Ephemeroptera, Diptera y Neuroptera. Los índices ecológicos empleados fueron la diversidad de Shannon-Wiener, la riqueza total y la equidad de Pielou, los cuales arrojaron valores altos; la similitud de Jaccard para las quebradas La Tebaida y Calarcá fue de 0,66 evidenciando pocas variaciones en la entomofauna acuática. Mediante el análisis de las variables físicas y químicas se determinó que estas quebradas presentan un buen nivel de conservación.

Palabras clave: entomofauna acuática, estructura numérica, Quindío (Colombia).

ABSTRACT

A study of the aquatic entomologic fauna of eight streams from department of Quindío, Colombia in La Tebaida and Calarcá was carried out. During August to December of 2004, 1917 individuals were collected: Trichoptera with 524 specimens (Hydropsychidae with 425 was the most abundant family), Coleoptera with 421 (Elmidae with 396 individuals), Heteroptera 391, Odonata 216, followed by Ephemeroptera, Diptera and Neuroptera. The ecological indexes used were the

Shannon-Wiener diversity, total richness and equity of Pielou which showed high values; the similitude of Jaccard for streams La Tebaida and Calarcá was 0,66 making evident few variations. Through an analysis of the chemical and physical variables good conservation level in this streams was determined.

Key words: aquatic entomologic fauna, numeric structure, Quindío (Colombia).

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas lóticos son típicamente complejos y envuelven muchos fenómenos físicos, químicos y biológicos dentro de una intrincada dinámica espacial y temporal (Allan, 1995). Además, la diversidad biológica de estos ecosistemas empieza a ocupar un papel relevante dentro del conjunto de preocupaciones que determinados científicos, conservacionistas y en general un número creciente de personas muestran por su deterioro (Brown, 1997).

Esta preocupación por el deterioro de la biodiversidad ha generado un interés por aquellos grupos dominantes y en general poco estudiados como son los insectos acuáticos, estos, son uno de los componentes más diversos en los ecosistemas acuáticos, ocupando una gran variedad de nichos funcionales, además, son un eslabón de considerable importancia en la dinámica metabólica de los ecosistemas acuáticos, constituyendo un componente de producción secundaria fundamental y por lo tanto una vía de flujo energético considerable para otros niveles tróficos (González y García, 1984).

Es nuestro deber aprovechar la diversidad de la entomofauna acuática para el planeamiento y manejo conservacionista de la misma y del recurso hídrico ya que estos organismos reflejan las características de su medio y son muy sensibles a cambios ambientales, por esto se encuentran en un alto riesgo a desaparecer al igual que su ambiente.

Para el Neotrópico el conocimiento de los insectos acuáticos es aun limitado, algunos de los trabajos que brindan aportes valiosos al conocimiento de los insectos acuáticos son: Dacosta (1956) hace una recopilación de los insectos limnéticos de Suramérica; Flint *et al.* (1999) realizan un catálogo de los *trichoptera*, Fernández y Domínguez (2001) recopilaron en una guía claves para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.

En Colombia, Roldan (1988) realizó la guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos de Antioquia constituyéndose como base para nuevos estudios. Zamora (2002) realizó el análisis biogeográfico de los macroinvertebrados epicontinentales para el departamento del Cauca, Colombia. Molano *et al.* (2005) realizaron el listado de la familia Gerridae de Colombia registrando 52 especies. Romero *et al.* (2006a,b) estudiaron los Ephemeroptera y Trichoptera del parque nacional natural cueva de los Guácharos en el Huila, Colombia. Latorre *et al.* (2006) evaluaron las variaciones espacio temporales de la comunidad de insectos acuáticos en el departamento de Cundinamarca. Posada y Roldan (2003) elaboraron una clave para el noroccidente de Colombia del orden trichoptera. Torres *et al.* (2006) estudiaron las comunidades de insectos acuáticos en el río Tutunento del departamento del Chocó, Colombia. Rojas, *et al.* (2006) realizaron una contribución al conocimiento de los chinches semiacuáticos en ambientes lóticos y lénticos del departamento de Risaralda, Colombia.

Camacho y Molano (2005) construyeron una clave para la identificación de los Gerridae del departamento del Quindío. Camacho *et al.* (2005) publicaron un listado de la entomofauna acuática del departamento del Quindío reportando 57 familias, además plantean que en dicho departamento los organismos considerados indicadores de contaminación son los que se encuentran con mayor frecuencia en las fuentes hídricas reflejando así el deterioro de los ecosistemas acuáticos del Quindío. El objetivo de este proyecto es contribuir al conocimiento de la entomofauna acuática presente en el departamento del Quindío.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó desde el mes de agosto hasta el mes de diciembre del 2004, en ocho quebradas de tipo primario y secundario, cuatro en el municipio de La Tebaida y cuatro en el municipio de Calarcá, departamento del Quindío. Las quebradas muestreadas en el municipio de Calarcá fueron: Cofre (4°29'47"N y 75°38'54" O) 1.727 mns; El Salado (4°29'47"N y 75°38'39"O) 1.742 mns; La Honda (4°29'78"N y 75°38'41"O) 1.741 mns y Platanillas (4°29'78"N y 75°38'43"O) 1.742 mns. La temperatura ambiente promedio de 20,7 °C, la profundidad de las quebradas oscilo entre 22-51 cm y un ancho entre 82-200 cm, en las riberas de los cuerpos de agua se encontró vegetación subacuática y acuática. El sustrato de las quebradas estaba conformado por piedras, arena, fango y hojarasca en descomposición los cuerpos de agua estudiados se encontraban asociados a un bosque secundario bajo húmedo montano (Holdridge 1979) y donde su vegetación aledaña fueron los laureles (Lauraceae-*Ocotea* spp.), mano de oso (Araliaceae-*Orepanax* spp.), verde y negro (Boraginaceae-*Cordia* spp.), chagualos (Clusiaceae-*Chrysochlamis* spp.), heliconias (Heliconiaceae-*Heliconia* spp.), montefrios (Euphorbiaceae-*Alchornea* spp.) y niguitos (Melastomataceae-*Miconia* spp.) entre otros.

En el municipio de La Tebaida (El Valle de Maravelez) se muestrearon los siguientes cursos de agua: el afluente (4°23'56"N y 75°47'30"O) 1.155 mns; El Bosque (4°24'35"N y 75°47'42"O) 1.121 mns; Cristales (4°24'33"N y 75°47'48"O) 1.149 mns y El Golfo (4°24' 58"N y 75°48'33"O) 1.158 mns. La temperatura ambiente promedio fue de 24,5 °C. La profundidad oscilo entre 30-120 cm y el ancho de las quebradas de 70-28 cm. El sustrato de las quebradas estaba compuesto principalmente por piedras, arena y materia orgánica, las riberas de los afluentes se encontraban colonizadas por vegetación acuática y subacuática, las quebradas están asociadas a un bosque seco (Holdridge 1979), en la vegetación se presenta formas herbáceas y arbustivas entre ellas (Poaceae-*Cinodondactylon* sp. y *Panicum* sp.), cultivos de cítricos (Rutaceae-*Citrus* sp.) y bosques de guadua (Poaceae-*Guadua angustifolia*); en las orillas de los afluentes, además se registraron otras especies como cordoncillos (Piperaceae-*Piper* spp.), laureles (Lauraceae-*Ocotea* sp.), heliconias (Heliconiaceae-*Heliconia* sp.) y caracolí (Anacardiaceae-*Anacardium* sp.).

ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

En cada una de las ocho quebradas estudiadas se midieron las siguientes variables *in*

situ: la altura y coordenadas geográficas con una unidad de posicionamiento satelital (GPS), ancho, profundidad con flexómetro y vareta graduada, pH con potenciómetro digital, temperatura del agua y del aire con termómetro ambiental, conductividad con conductímetro; el oxígeno disuelto por el método winkler, alcalinidad total y dureza total siguiendo las recomendaciones de Estándard Methods APHA (1992) en el laboratorio Ambiental de la Universidad del Quindío.

ESTRUCTURA NUMÉRICA DE LA ENTOMOFAUNA ACUÁTICA

La recolección de la entomofauna se realizó mediante jamas acuáticas tipo D-NET con 0,5 mm de luz en el centro y orillas de las quebradas, removiendo el sustrato y recogiendo aguas abajo los organismos arrastrados por la corriente, también se realizó de forma convencional levantando piedras, troncos y hojarasca, y con la ayuda de pinzas entomológicas y bandejas plásticas blancas se colectaron los individuos adheridos a dichos sustratos. El esfuerzo de muestreo fue de hora hombre red para un total de 64 horas.

Los organismos fueron fijados en etanol al 70% en frascos previamente rotulados; para su determinación taxonómica fueron trasladados al laboratorio de entomología (LEUQ), para ello se utilizaron las siguientes claves: Arango y Roldán (1983), González (1987), Roldán (1988), López (1991), Fernández y Domínguez (2001), Padilla (2002), López *et al.* (2003), Posada y Roldan (2003) Camacho y Molano (2005) y González (s.f.).

ANÁLISIS ECOLÓGICO

Para conocer la diversidad de las familias en cada una de las quebradas se utilizaron el índice de Shannon-Weiner y equidad de Pielou (Peet 1974, Magurran 1988; Baev *et al.*, 1995). Además se empleó el índice de riqueza faunística total (ST) (García y González 1986) y para establecer la semejanza entre las quebradas del municipio de La Tebaida y Calarcá se realizaron los cálculos del índice de similaridad de Jaccard (Magurran 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

El oxígeno disuelto permaneció estable en un rango 6,1-7,0 mg/L (Tabla. 1), en los sistemas lóticos este depende de la presión atmosférica, la temperatura y la altura sobre el nivel del mar (Machado y Roldán, 1981), los cuerpos de agua presentan una transparencia entre el 75-100% facilitando la penetración de la luz y con ello la actividad autotrófica. Además, la turbulencia generada por el sustrato garantiza un aumento en la concentración de oxígeno en el agua y una mayor disponibilidad de hábitat para organismos menos tolerantes a los bajos niveles de oxígeno. Estos valores de oxígeno favorecen una alta densidad biológica y el desarrollo de la entomofauna acuática (Guerrero y Manjares, 2003). La temperatura del agua y el ambiente no presentó mayores fluctuaciones (temperatura del agua 18,2-21,5 °C; temperatura del aire 21-27,5 °C), ésta es una característica de los ecosistemas tropicales donde las temperaturas no sufren grandes variaciones como las que

Variables físicas y químicas	Calarcá				La Tebaida			
	Cofre 100	El Salado 100	La Honda 100	Platanillas 100	El Afluente 100	El Bosque 100	Cristales 75	El Golfo 100
Transparencia (%)	100	100	100	100	100	100	75	100
Temperatura del aire (°C)	20	21	21	21	24	24	27,5	22
Temperatura del agua (°C)	18,4	18,2	18,2	18,7	21	21	21,5	21
pH	7,5	7,1	7,3	7,7	6,9	7,5	7,2	7,6
Oxígeno (mg/L)	6,9	6,2	6,8	6,7	6,4	7	7	6,1
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	59	59	32	56	48	46	21	68
Conductividad (µS/cm)	1,17	0,63	0,45	0,83	1,41	1,43	1,08	2,14
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	59	49	53	74	77	75	39	73

Tabla 1. Valores de las variables físicas y químicas registradas en las quebradas de Calarcá y La Tebaida (Quindío).

ocurren en las zonas templadas debido a los cambios estacionales (Roldan *et al.*, 2001). El pH fluctúa entre 6,9-7,7 y la alcalinidad de 0,45-2,14 µS/cm; estos rangos corresponden a sistemas oligotróficos con valores cercanos a la neutralidad para todas las quebradas y no son limitantes para la vida (Roldan *et al.*, 2001).

La alcalinidad registrada fue de 39-77 mg/L CaCO₃ y la dureza total varió entre 21-68 mg/L CaCO₃ correspondiendo a un sistema de aguas poco duras (Sierra, 1983); estos valores son característicos de aguas tropicales (Roldán, 1992) donde su mayor aporte se debe al calcio ya que las cuencas hidrográficas son ricas en calcio (OEA, 1977).

ESTRUCTURA NUMÉRICA DE LA ENTOMOFAUNA ACUÁTICA

Se colectaron 1.917 individuos agrupados en siete órdenes, 41 familias (Tabla 2) lo que equivalen al 57,8% de las reportadas para el departamento del Quindío por Camacho *et al.* (2005). Angermeir y Karr (1983) afirman que en los drenajes tropicales y la abundancia de los insectos acuáticos varía entre arroyos, tipo de hábitat y estaciones climáticas. El orden más abundante fue Trichoptera con 27,3% del total de los insectos colectados, se encontraron seis familias y ocho géneros. Las larvas de Trichoptera constituyen un importante componente de las comunidades bénticas las cuales contribuyen significativamente a la cadena trófica de los ecosistemas fluviales y por lo tanto componen una gran parte de la dieta de los peces (González y García, 1984). El mayor número de individuos se encontró en el sector de Calarcá (Tabla 2), concordando con lo reportado por Correa *et al.* (1981) quienes afirman que los trichopteros aumentan con la altura, la familia con mayor número de individuos fue Hydropsychidae (425 individuos) la cual está constituida por especies que filtran las partículas del seston para ello construyen redes en la zona de corriente en tramos medios y bajos de las quebradas, además la presencia de ganchos le facilita la colonización de ambientes correntosos (González y García, 1984), es por ello que esta familia es la mejor distribuida en las quebradas, son indicadores de aguas limpias (Zúñiga, 1985). Además, Muñoz (2000) afirma que es una de las familias más diversas del orden Trichoptera en Colombia; la familia Philopotamidae (*Chimarra* sp.) se caracteriza por ser

Taxa/Afluente	La Tebaida				Calarcá				Total
	El Afluente	El Bosque	Cristales	El Golfo	Cofre	El Salado	La Honda	Platanillas	
<i>Gynacantha</i> sp.								6	6
Calopterygidae,									
<i>Hetaerina</i> sp.	6	3	18	2	28	2	1	3	63
Coenagrionidae,									
<i>Argia</i> sp.								1	1
Coenagrionidae,									
<i>Telebasis</i> sp.					6		1		7
Corduliidae	2			2	20	8			32
Gomphidae									
<i>Erpetogomphus</i> sp.					3	28	2	9	42
Gomphidae									
<i>Progomphus</i> s.p				6					6
Libellulidae	2	1			7	6			16
Libellulidae,									
<i>Erythemis</i> sp.		2	34						36
Libellulidae,									
<i>Orthemis</i> sp.					1			2	3
Megapodagrionidae				1					1
Polythoridae		1						2	3
Trichoptera									
Helicopsychidae,									
<i>Helicopsyche</i> sp.		1		2	22	5		2	32
Hydrobiosidae,									
<i>Atopsyche</i> sp.		1			1				2
Hydropsychidae,									
<i>Leptonema</i> sp.	1	51	68	36	124	82	52	7	421
Hydropsychidae,									
<i>Macronema</i> sp.					3				3
Hydropsychidae,									
<i>Smicridea</i> sp.			1						1
Hydroptilidae,									
<i>Leucotrichia</i> sp.					4				4
Leptoceridae,									
<i>Oecetis</i> sp.		1		1	3	1			6
Philopotamidae,									
<i>Chimarra</i> sp.		26		16	4	6	3		55
TOTAL	116	190	136	168	535	371	85	316	1.917

Tabla 2. Abundancia de la entomofauna acuática en los municipios de La Tebaida y Calarcá.

microfiltradora, puede vivir tanto en corrientes lénticas como en zonas de aguas rápidas en los tramos medios y bajos de las quebradas; esta familia fue la más abundante en las quebradas El Bosque y Cristales de La Tebaida. De la familia Helicopsychidae (*Helicopsyche* sp.) se registró el mayor número de individuos en la quebrada Cofre de Calarcá, allí se presentó el coriotipo caracterizado por cantos rodados lo cual es propicio para su desarrollo (Medellín *et al.*, 2004; Rincón, 1996). La familia Leptoceridae fue menos abundante, prefiere ambientes lénticos es por ello que disminuye en las zonas corren-

tosas y eligen los tramos bajos de los ríos, arroyos y quebradas (González y García, 1984). La familia Hydroptylidae (*Leucotrichia* sp.) a pesar de distribuirse en los tramos altos, medios y bajos de ríos sobre sustratos pedregosos o en vegetación donde se presentan algas de las cuales se alimentan (Posada y Roldán, 2003) tan solo se colectó en la quebrada Cofre de Calarcá, al igual que *Macronema* sp. (Hydropsychidae); es la primera vez que se reportan estos géneros para el Quindío.

El orden Coleoptera correspondió al 21,9% de los insectos colectados (Tabla 2) es típico de zonas ribereñas donde se encuentran nadando libremente o sobre la vegetación (Anzola y Pinilla, 1994), se colectaron tanto adultos como larvas algunas de sus familias son indicadoras de aguas limpias como Elmidae, quien fue la familia más abundante (396 individuos) y mejor distribuida en el área de estudio; la familia Ptilodactylidae se encuentra en hábitats de aguas someras y sustratos de aguas lóxicas (Roldán *et al.*, 1984). La familia Dytiscidae se caracteriza por ser depredadora de larvas de mosquitos según lo reportado por Swamy y Rao (1974) y Herrera *et al.* (1991) los catalogan como buenos depredadores de *Culex* sp., es posible que su baja abundancia se deba a la poca cantidad de presas.

La familia más abundante del orden *Heteroptera* fue Veliidae (Tabla 1), la cual posee un comportamiento de agregación el cual puede darse principalmente para asegurar e incrementar la eficiencia en la captura de presas (Andersen 1982), además es un método eficaz al momento de huir de los depredadores (Spence y Andersen 1994).

La familia Gerridae está ampliamente distribuida en Colombia (Rojas *et al.*, 2006) (Tabla 2); Camacho (2004) registra a *Brachymetra albinervis*, *Tachygerris* sp., *Tachygerris opacus* y *Trepobates trepidus* generalmente en quebradas limpias o medianamente contaminadas con mucho detrito, *Eurygerris fuscineris* se encuentra en sistemas lóxicos, son de aguas limpias con vegetación a la orilla y algunas veces sumergida y emergente (Molano y Camacho, 2005), Rojas *et al.* (2006) plantean que la abundancia de esta especie se incrementa cuando la temperatura del agua disminuye y el oxígeno disuelto aumenta, su presencia también está limitada por la altura sobre el nivel del mar entre el rango de 1.600-2.200 msnm (Camacho 2004), esto justifica su presencia exclusiva para Calarcá *Limnogonus aduncus* es de sistemas lóxicos de aguas limpias o poco contaminadas (Molano y Camacho 2005). *Metrobates* sp. es una especie de aguas correntosas (Camacho 2004), al igual que *Rhagovelia* sp. (Veliidae); estas familias son abundantes en las colectas por su tendencia a la agregación y por encontrarse en ambientes tanto lóxicos como lénticos. Hydrometridae (*Hydrometra* sp.) suele encontrarse en zonas de remanso (Roldán 1988), por otro lado los nepomorpha: *Ranatra* sp. (Nepidae) prefieren lugares con abundancia moderada de plantas sumergidas (López *et al.*, 2003), como ocurre en las quebradas donde se reportaron estas familias. Finalmente la familia Corixidae (*Tenagobia* sp.) es considerada por Anzola y Pinilla (1994) como posible indicador de condiciones alcalinas y buena transparencia del agua, características del sitio donde se colectó en la quebrada Platanillas, Calarcá y Belostomatidae (*Belostoma* sp.) se encontró en sitios con abundante vegetación acuática.

Los Odonatos (11,2%) (tabla 2) se caracterizan por desarrollarse en aguas lénticas y poco profundas, son indicadores de aguas limpias a ligeramente contaminadas (Pinilla, 1998), la familia más abundante fue Calopterygidae (*Hetaerina* sp.) seguida por Libellulidae (*Erythemis* sp.) los cuales viven en aguas quietas y fondos lodosos y *Orthemis* sp. vive en

aguas lénticas, además poseen gran capacidad eurihalina (Roldan 2003), la gran abundancia de los odonatos se debe a la adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y de hábitat (Arango y Roldán 1983), además Cruz (2005) reporta estas familias con una amplia distribución altitudinal. La familia Gomphidae suele encontrarse en ambientes poco intervenidos; Polytoridae se caracteriza por vivir en residuos vegetales y troncos en descomposición (Roldan 2003) y Megapodagrionidae colectado en la quebrada Golfo, se caracterizan por vivir en aguas lóxicas con abundante vegetación (Roldan 2003). La riqueza de Odonatos en estos sitios puede ser explicada por la gran adaptabilidad de estos organismos a diferentes hábitats y condiciones ambientales incluyendo sitios con ligera eutroficación (Arango y Roldán 1983).

El orden Ephemeroptera (Tabla 2) se encuentra caracterizado por poseer especies con baja tolerancia a la contaminación tales como Tricorythidae, Leptohyphidae. Roldán (2003) afirma que viven en sitios con buena oxigenación en sustratos de piedras y arena, características de los sitios donde se colectaron dichas familias (Tabla 2); Baetidae vive adherido a la vegetación sumergida y toleran cierto grado de contaminación (Roldán, 1992), Romero *et al.* (2006a) y Torres *et al.* (2006) la registran como una de las familias más abundantes; Oligoneuriidae (17 individuos) habita en aguas rápidas debajo de piedras, troncos y hojas (Roldan 2003). Además, Romero *et al.* (2006a) colectaron mayor abundancia y diversidad de especímenes de este orden en sitios a mayor altura, quizás esto se deba a que se favorecen con la altura.

El orden Diptera está representado por cuatro familias de las cuales la más abundante fue Simuliidae la que se caracteriza por vivir en aguas oligotróficas, limpias y bien oxigenadas, fue la de mayor abundancia en Calarcá pues esta familia se muestra favorecida por las temperaturas bajas (Coscarón 2001). Para Chironomidae Ashe *et al.* (1987) afirman que esta familia se distribuye en todas las regiones zoogeográficas del mundo incluyendo la Antártida; Real y Prat (1992) afirman que la densidad de estos individuos aumenta cuando hay bajos niveles de oxígeno razón por la cual se mostró una baja dominancia pues los sitios donde fueron colectados presentaban un buen nivel de oxigenación (Tabla 1). En menor proporción se colectaron individuos de las familias Stratiomyidae los cuales viven en márgenes de corrientes, charcas y pantanos adheridos a sustratos flotantes y sumergidos.

Los Neuróptera se colectaron ejemplares pertenecientes a la familia Corydalidae (*Corydalus* sp.), los cuales prefieren aguas corrientosas, bien oxigenadas, poco profundas con vegetación (Roldan 2003), como las condiciones que presentó la quebrada Cristales de La Tebaida donde se encontró la mayoría de individuos de dicha familia.

Se pudo evidenciar de manera indirecta que la entomofauna acuática se ve seriamente afectada por los cambios en las características físicas y químicas que impone el ambiente (Mejía y Rivera 2006) y la velocidad de estos cambios superan el ritmo de adaptabilidad de los organismos que allí habitan.

ANÁLISIS ECOLÓGICO

El sitio de mayor diversidad y equidad fue la quebrada El Bosque de La Tebaida y el Salado de Calarcá (Tabla 3), ésto se debe a las pocas limitaciones físicas y químicas que impone el medio al establecimiento de la entomofauna acuática y a la gran diversidad de microhábitats presentes. Según el sistema de clasificación de Wilhm y Dorris

Quebradas/índice de diversidad biológica	Shannon-Wiener	Equidad de Pielou	Riqueza Total
El Afluente (L T)	2,85	1	15
El Bosque (L T)	3,1	1	16
Cristales (L T)	1,99	0,8	9
El Golfo (L T)	2,79	1	13
Cofre (C)	3,23	1	21
El Salado (C)	2,28	0,7	19
La Honda (C)	1,88	0,7	10
Platanillas (C)	3,02	1	17

Tabla 3. Índices de Shannon-Wiener, equidad de Pielou y riqueza total para las quebradas de (L.T) La Tebaida y (C) Calarcá.

(1968) donde afirman que un índice de Shannon-Wiener superior a tres corresponde a ecosistemas de aguas muy limpias lo cual favorece el establecimiento de las comunidades acuáticas. La mayor riqueza total se encontró en la quebrada Cofre de Calarcá, esto puede deberse a que el sustrato para colonización incluye una gran variedad de estructuras naturales y que el lecho de las quebradas son lo suficientemente estables para que los organismos tengan sitios de colonización, alimentación, refugio y reproducción (Chará 2003). Se observó que hay una relación directa entre los valores de diversidad y oxígeno disuelto (Cruz 2005). La diversidad presentó una relación inversa con la profundidad en estaciones donde ésta es mayor, la disponibilidad de oxígeno disminuye tal como lo reporta Bohórquez (2005).

El índice de Jaccard evidenció que existe una similitud de 0,66 entre las quebradas de La Tebaida y Calarcá lo cual se debe a que comparten familias que son muy generalistas y con rangos altitudinales amplios. Además, ambos paisajes presentan características comunes como: abundante materia orgánica, abundancia de macrófitas acuáticas y subacuáticas y buena iluminación, factores que favorecen el establecimiento de la entomofauna acuática asociada a raíces de macrófitas lo que determina que en estos ambientes exista una mayor oxigenación por su cercanía a la superficie del agua (Viña *et al.*, 1994). Además, Sutton y Harmon (1977) señalan que el aumento en la cantidad de material vegetal determina la creación de más hábitats, lo cual a su vez, estimula su ocupación por nuevas especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen: al semillero de la Facultad de Educación (Universidad del Quindío) por proveer los recursos necesarios para esta investigación, al Laboratorio de Lic. en Biología y Educación Ambiental y al Laboratorio de Entomología LEUQ (Universidad del Quindío) por suministrar los equipos de campo y laboratorio.

A Pablo Andrés Vargas, a Fredy Molano por su valiosa colaboración en campo como en la determinación del material, a los integrantes del Semillero de Investigación del programa de Lic. Biología y Educación Ambiental por su colaboración en las labores de campo y a los propietarios de los predios donde se realizó el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLAN J. Stream ecology structure and function of running waters. Chapman & Hall. Londres. 1995. p. 388.
- ANDERSEN N. The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha): Phylogeny, adaptations, biogeography and classification. Entomonograph. Scandinavian science press limited, Klampenborg, Denmark. 1982.
- ANGERMEIR PL, KARR R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. Environ. Biol. Fishes. 1983;9:117-135.
- ANZOLA R, PINILLA G. El subsistema litoral de pequeños lagos artificiales en la microcuenca de la quebrada La Playa (Caldas, Boyacá) En: Pinilla, G. ed. Memorias del Taller Seminario Taller de Limnología "Investigaciones Limnológicas recientes en Ecosistemas Acuáticos Tropicales". Diciembre 1 y 2 de 1994. Ed. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Colombia). 1994. p. 102-123.
- APHA-AWWA-WPCF. Métodos normatizados para el análisis de agua potables y residuales. Traducción del Standard Methods. Ed. Díaz de Santos, S.A. Barcelona (España). 1992. p. 385.
- ARANGO M, ROLDÁN G. Odonatos inmaduros del departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. Rev. Actual. Biol. 1983;12(46):91-115.
- ASHE P, MURRAY DA, REISS. F. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta:Diptera). Annis Limnology. 1987;23:27-60.
- BAEV PV, PENEV LD. BIODIV: Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 1995. p. 57.
- BOHÓRQUEZ G, BARBOSA M, BARRIOS H, LOPEZ L, MORENO D. Estudio de calidad de agua del río Barro en el sector de la inspección de la aguadita análisis biológicos y fisicoquímicos. Rev. Cient. 2005;(2):1.
- BROWN Jr. KS. Insectos como rápidos e sensibles indicadores de uso sustentável de recursos naturais. Indicadores Ambientales eds. Lesjak y Borlina, N. Shell Brasil S.A,1997. p. 143-155.
- CAMACHO DL. Diversidad de chinches semi-acuáticos (Hemiptera: Gerridae) en ambientes lóticos y lénticos del departamento del Quindío. (tesis de pregrado) Facultad de Educación. Programa de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental. Universidad del Quindío. Armenia (Colombia). 2004.
- CAMACHO DL, RIVERA JJ, MORALES IT. Introducción a los insectos acuáticos del departamento del Quindío-Colombia. En: Agudelo, C. editor. Riqueza Biótica Quindiana. Armenia, Quindío. Ed. OPTIGRAF. (Colombia). 2005. p. 399-404
- CAMACHO-PINZÓN D, MOLANO-RENDÓN F. Clave ilustrada de especies para Gerridae (Insecta: Heteroptera) del departamento del Quindío-Colombia. Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío. 2005;15:75-82.
- CHARÁ J. Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. Apotema. Medellín (Colombia). 2003. p. 52.
- CORREA M, MACHADO T, ROLDÁN G. Taxonomía y ecología del orden Trichóptera en el Departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. Rev. Actual. Biol. 1981;10 (36):35-48.

COSCARÓN CL. Díptera: Simuliidae. En: Fernández H. y Domínguez E. editores. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. (Argentina) 2001. p. 195-219.

CRUZ IA. Evaluación física y química y de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la microcuenca Caraño. Universidad Tecnológica del Chocó. Revista Institucional de la Universidad Tecnológica del Chocó. 2005;2:32-38.

DACOSTA A. Insetos do Brasil. Capítulo 29. Décimo tomo. Editorial Coseltro Nacional de Pesquisas. 1956. p. 371.

FERNÁNDEZ H, DOMÍNGUEZ E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. 2001. p. 282.

FLINT O, HOLZENTHAL R, HARRIS S. Catalog of neotropical caddisflies (Insecta: Trichoptera). Ohio biological survey. Columbus, Ohio EEUU. 1999. p. 239

GARCÍA D, GONZALEZ M. Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. ICONA monografía 45. Madrid (España). 1986. p. 245.

GONZALEZ M, GARCIA D. Restauración de ríos y riberas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid (España) 1984. p. 319.

GUERRERO FB, MANJARES AH. Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (cuenca del río Guaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Acta Biol. Col. 2003;8(2):43-55.

HERRERA G, TORRENTE A, ROJAS W. Inventario y ecología de insectos acuáticos depredadores de larvas de mosquitos *Culex* en cuatro regiones de Colombia. Rev. Col. Entomol. 1991;17:34-40.

HOLDRIDGE L. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas, San José, Editorial IICA. (Costa Rica). 1979. p. 375.

LATORRE I, MONTAÑO M, RINCON M. Comunidad de insectos acuáticos del río dulce (Villeta, Cundinamarca) Rev. UDCA Actual. Divulg. Cient. 2006;9(1):151-161.

LÓPEZ M. El género *Pelocoris* en la Argentina (Heteroptera: Limnecoridae). Introducción, diagnosis, clave de especies y redescrición de *P. (P) binotulatus nigriculus* Berg *P. (P) binotulatus binotulatus* (Stal) y *P. (P) impicticollis* Stal. Physis. 1991; Secc. B, 49(116-117):13-22.

LÓPEZ M, MAZZUCCONNI SA, BACHMANN AO. Heteroptera acuáticos y semiacuáticos del Parque Nacional Mburucuyá (Provincia de Corriente, Argentina). Rev. Soc. Entomol. Argent. 2003;62(1-2):65-71.

MACHADO T, ROLDÁN G. Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anori y sus principales afluentes. Rev. Actual. Biol. 1981;10(35):3-19.

MAGURRAN AE. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, (New Jersey). 1988. p. 179.

MEDELLÍN F, RAMIREZ M, RINCÓN ME. Trichoptera del Santuario de Iguaque (Boyacá, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Rev. Colomb. Entomol. 2004;30(2):197-203.

MEJIA DM, RIVERA JJ. Distribución de algunas familias de macroinvertebrados bentónicos con relación a variables físicas y químicas de la quebrada La Jaramilla Quindío-Colombia. Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío. 2006;(16):63-69.

MOLANO F, CAMACHO DL. Especies de Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) del departamento del Quindío. En: Agudelo, C. editor. Riqueza Biótica Quindiana. Armenia, Quindío. Ed. OPTIGRAF. (Colombia). 2005. p. 370-376.

MOLANO-RENDÓN F, CAMACHO-PINZÓN DL, SERRATO-HURTADO C. Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) de Colombia. Biota Col. 2005;6(2):163-172.

MUÑOZ QF. Especies del orden *trichoptera* (insecta). Biota col. 2000;1(3):267-288.

O.E.A. Proyecto Darién estudio para la orientación del desarrollo integral de la región del Darién colombiano. Informe interno Medellín Colombia; 1977. p. 243.

PADILLA DN. Revisión del género *Buena* (Hemiptera: Notonectidae) en Colombia. Caldasia. 2002;24(2):481-491.

PEET RK. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1974;(5):285-307.

PINILLA G. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Editorial Pabón Bogotá, Colombia; 1998. p. 67.

POSADA GJ, ROLDAN G. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de *trichoptera* en el nor-occidente de Colombia. Caldasia. 2003;25(1):169-192.

REAL M, PRAT N. Factors influencing the distribution of chironomids and oligochates in profundal areas of spanish reservoirs. Netherlands Journal of Aquatic Ecology. 1992;26(2):405-410.

RINCÓN ME. Aspectos bioecológicos de los trichópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). Rev. Colomb. Entomol. 1996;22(1):53-60.

ROJAS MR, MOLANO F, MORALES IT. Contribución al conocimiento de los chinches semiacuáticos (Hemiptera: Gerridae) en ambientes lóticos y lénticos del departamento de Risaralda. Revista Investigaciones Universidad del Quindío. 2006;16:37-47.

ROLDÁN G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo Colombiano de investigaciones científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS. Universidad de Antioquia. 1988. p. 387.

ROLDÁN G. Fundamentos de limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia. 1992. p. 529

ROLDAN G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia propuesta para el uso del método BMWP/col. Ed. Universidad de Antioquia (Colombia). 2003. p. 170.

ROLDÁN G, CORREA M, MACHADO T, RAMÍREZ J, VELÁSQUEZ L, ZULUAGA F. Estudio limnológico de la represa de El Peñol. Rev. Actual. Biol. 1984;(13)50:54-105.

ROLDÁN G, POSADA JA, GUTIERREZ JC. Estudio limnológico de los recursos hídricos del parque de Piedras Blancas. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Colección Jorge Álvarez Lleras, Bogotá, D.C. 2001. p. 150.

ROMERO BI, PEREZ SM, RINCON MH. *Ephemeroptera* del Parque Nacional Natural “Cueva de los Guácharos” Huila Colombia. Rev. UDCA Actual. Divulg. Cient. 2006a;9(1):141-149.

ROMERO BI, PEREZ SM, RINCON MH. Aspectos ecológicos de los *trichoptera* del Parque Nacional Natural “Cueva de los Guácharos” Huila, Colombia. Rev. UDCA Actual. Divulg. Cient. 2006b;9(1):129-140.

SIERRA J. Análisis de aguas y aguas residuales. Universidad de Antioquia. Colombia. 1983. p. 464.

SPENCE J, ANDERSEN N. Biology of water striders: Interactions between systematics and ecology. Annu. Rev. Entomol. 1994;39:101-128.

SUTTON D, HARMON P. Fundamentos de ecología. Ed. Limusa. (México); 1977. p. 293.

SWAMY GC, RAO KH. Studies on the feeding habitats of *Eretes sticticus* (Dytiscidae-Coleoptera). Curr. Sci. 1974;43:220-222.

TORRES Y, ROLDAN G, ASPRILLA S, RIVAS T. Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Chocó-Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat. 2006;(30)114: 67-76.

VIÑA G, RESTREPO R, MOJICA J. El bentos y los organismos asociados a macrófitas en ecosistemas de planos de inundación. Memorias el segundo seminario de Limnología. Medellín (Colombia). 1994. p. 51-60.

WILHM J, DORRIS C. Biological parameters for water quality CRITERIA. Rev. Bios. 1968;18(6):477-480.

ZAMORA GH. Análisis biogeográfico de los macroinvertebrados acuáticos epicontinentales en el departamento del Cauca, Colombia. Rev. Asoc. Col. Cienc. Biol. (Col). 2002;14(1):37-51.

ZÚÑIGA MC. Estudio de la ecología del río Cali con énfasis en su fauna bentónica como indicador biológico. Revista Ainsa. 1985;8:63-85.