



DIVERSIDAD DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LA LAGUNA DE SONSO, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Duberly Mosquera Restrepo
Universidad del Valle

Martha L. Palacios Peñaranda
Universidad Autónoma de Occidente

Elizabeth Muñoz
Universidad Autónoma de Occidente

Alejandro Soto
Universidad Autónoma de Occidente

Enrique Javier Peña S.
Universidad del Valle

Recibido: enero 22, 2009 Aceptado: noviembre 5, 2009

Resumen

Se evaluó la diversidad de macroinvertebrados acuáticos bentónicos y asociados a macrófitas en la laguna de Sonso entre 2007 y 2008. Se tomaron muestras en diferentes estaciones con una pala draga de 500 ml de capacidad y con redes de 4 m² y 0.5 µm de ojo de malla respectivamente. Se realizó un análisis cualitativo de la variación temporal de los macroinvertebrados acuáticos de la laguna de Sonso y descripción de algunos aspectos sobre la ecología de estos organismos usando la literatura científica e institucional disponible. Entre 1998 y 2006 se reportaron aproximadamente 45 Familias pertenecientes a diferentes gremios tróficos y características de calidades de agua que van desde muy contaminadas (Tubificidae y Chironomidae) hasta muy limpias y propias de cuerpos de agua lóticos (Blephariceridae y Psephenidae). En los muestreos realizados entre 2007 y 2008 se reportan principalmente organismos característicos de aguas con cierto nivel de materia orgánica (Hydrophilidae, Curculionidae, Chironomidae, Oligochaeta e Hirudinea). También se recolectaron moluscos gasterópodos y bivalvos. La familia Dytiscidae se colectó principalmente asociada al buchón de agua *Eichornia crassipes*. Los resultados presentados son un aporte para el conocimiento de la biodiversidad de los ecosistemas lénticos y constituye información básica para el establecimiento de políticas de normatividad e implementación de planes de manejo en la laguna.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Coleopteros acuáticos, *Tropisternus*, *Berosus*, Laguna de sonso

Abstract

The diversity of aquatic macroinvertebrates associated with macrophytes and benthic habitats in Sonso wetland system was evaluated between 2007 and 2008. Samples were collected during both, wet and rainy season with a net of 500 ml capacity and networks of 4 m² and 0.5 µm mesh eye respectively. An extensive survey of literature related with macroinvertebrates distribution in wetlands was performed during the twelve years (1996-2008). About 45 families belonging to different trophic guilds and characteristics of water qualities were reported. The presence of certain classes can be used to select functional groups: from highly polluted (Tubificidae and Chironomidae) to very clean and typical of lotic water bodies (Blephariceridae and Psephenidae). During the last survey between 2007 and 2008, a variety of groups were included, which represented a type of water with organic matter (Hydrophilidae, Curculionidae, Chironomidae, Oligochaeta and Hirudinea). The study also registered gastropods and bivalve mollusks. The family Dytiscidae is associated exclusively with *Eichornia crassipes* collected in the wetland. The data represented a contribution to the knowledge of the biodiversity of lentic ecosystems and constitutes basic information to develop a management plan of the lagoon.

Keywords: Macroinvertebrates, Aquatic Coleoptera, *Tropisternus*, *Berosus*, Laguna de sonso

1 Introducción

La laguna de Sonso es una importante reserva natural del Valle del Cauca que, actúa como vaso regulador del río Cauca y constituye el albergue de una gran diversidad de especies de flora y fauna. Pese al conocimiento limitado sobre la taxonomía, la biogeografía y la auto ecología de los macroinvertebrados acuáticos del trópico [1], se ha reportado un número representativo de familias y géneros para el área de estudio que permite su uso como indicadores del estado ambiental del ecosistema.

Dentro de este contexto, el presente trabajo tiene como propósito presentar los resultados de la biodiversidad de los macroinvertebrados en la laguna de Sonso durante el año 2008, e incluye una revisión bibliográfica sobre estudios previos desde 1998. El documento constituye información básica para la implementación de planes de manejo de la Laguna de Sonso.

2 Materiales y métodos

1.1 Área de estudio

La laguna de Sonso se localiza en el Sur occidente de Colombia, en el valle geográfico del río Cauca, entre las cordilleras Occidental y Central del departamento del Valle del Cauca. En jurisdicción del municipio de Buga, a 937 m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son $4^{\circ} 35' 56''$ N. y $77^{\circ} 4' 51''$ 30 W. Actualmente la Laguna de Sonso hace parte del sistema regional de áreas protegidas administrado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). El área de reserva comprende 2045 ha; corresponde al área lagunar 745 ha aproximadamente y 1300 a la zona amortiguadora [2]. El sistema lagunar protegido por la reserva está conformado por la laguna de Sonso y las madrevejas el Burro y la Marina. La figura 1 muestra el área de estudio y las estaciones de muestreo.

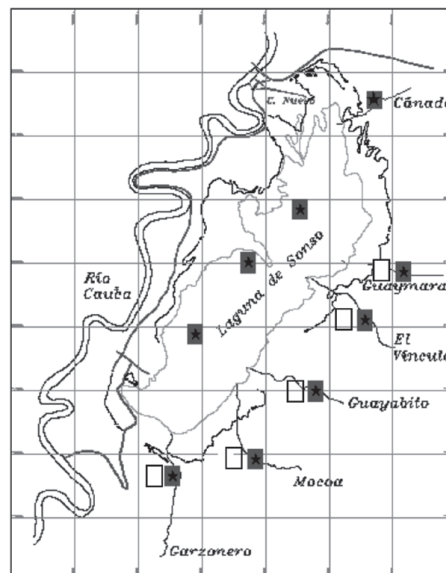


Figura 1 Sitios de muestreo en la Laguna de Sonso

2.2 Muestreo

Se tomaron muestras de macroinvertebrados acuáticos bentónicos (debido a su relación con el sedimento de la laguna, medio en el cual se han encontrado concentraciones altas de metales pesados) en el canal Carlina (3° 53' 19.5" N, 76° 21' 0.5 W) (principal conector de la laguna con el río Cauca), en las zonas norte (3° 52' 00.7" N, 76° 21' 21.7" W), centro (3° 51' 37.8" N, 76° 21' 34.8" W) y sur (3° 51' 23.7" N, 76° 21' 44.2" W) de la laguna de Sonso para un total de cuatro estaciones.

Para la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos bentónicos se siguieron los protocolos estandarizados [3, 4]. Para los organismos bentónicos se tomó una muestra de 500 ml de sedimento con una paladraga. Para los organismos del litoral se usaron redes de 4 m² y 0.5 µm de ojo de malla. Las muestras se transportaron en frascos plásticos con alcohol al 95% (para contrarrestar la dilución) debidamente rotulados hasta el Laboratorio de Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Occidente.

2.3 Fase de laboratorio

Para la separación de los organismos se lavó el sedimento con un juego de tamices Endecotts de 500 µm a 2 mm. La identificación se realizó con un estereoscopio Nikon SMZ645 dotado de una estéreo lupa para magnificación. Se usaron las claves taxonómicas de organismos bentónicos sudamericanos [5, 6]. Finalmente los organismos fueron fijados y preservados con alcohol al 75% en frascos de vidrio rotulados.

2.4 Análisis de datos

El análisis de la variabilidad de la diversidad en el tiempo siguió métodos de comparación cualitativos debido a que cada trabajo siguió un plan de muestreo diferente en cuanto a la frecuencia de muestreo, los métodos de recolecta y la cantidad y ubicación de las estaciones de muestreo en el área lagunar aproximada de 745 ha. Se tomaron datos de estudios previos por la Corporación Ambiental del Valle del Cauca-CVC (Grupo de Hidrobiología) y la Universidad del Valle realizados entre 1998 y 2006.

3 Resultados

3.1 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos durante el periodo 1998 y 2006

Coleópteros

Se ha registrado un total de nueve familias y 14 géneros del orden coleoptera en la laguna con. En general, se reconocen cerca de 5000 coleópteros para los ecosistemas acuáticos del trópico [7]. Habitan generalmente una gran variedad de medios acuáticos con diferentes niveles y formas de contaminación [8, 9, 10, 11].

La familia Hydrophilidae es característica de aguas contaminadas con abundante vegetación acuática y esta representada por los géneros *Berosus* y *Tropisternus*, ambos con adultos y ninfas acuáticas. La familia Elmidae es la familia mejor representada de los coleópteros con cuatro géneros, todos con ninfas y adultos acuáticos. Es posible encontrarlos debajo de material vegetal en descomposición en aguas poco a moderadamente contaminadas, hecho que explica la presencia de elmidos en la laguna de Sonso. Géneros de la familia Ptilodactylidae (*Anchytarsus*) y Psephenidae (*Psephenops*) son bentónicos asociados a sustratos rocosos - arenosos con material vegetal. Ambas familias demandan aguas muy limpias y condiciones ecológicas propias de ecosistemas lóticos (corrientes) de alto y mediano gradiente. La presencia de Ptilodactylidae y Psephenidae en la laguna puede ser explicada por eventos de deriva a través de los tributarios.

Dípteros

Es el grupo dominante con nueve familias y 12 géneros (cuatro de ellos sin determinar). Las familias de diptera mejor representadas son Culicidae, Chironomidae y Tabanidae con dos géneros cada una. Los culícidos son propios de aguas contaminadas y su presencia junto con Tipulidae, Stratiomyidae y Tabanidae en la laguna de Sonso pueden estar asociadas a condiciones de deterioro de la calidad del agua.

Representantes de la familia Simuliidae y Psychodidae son característicos de aguas limpias y poco contaminadas respectivamente, mientras que los Blephariceridae se encuentran en aguas muy limpias. Están especializados para vivir en cascadas y rápidos de ríos de montaña [12]. Otros autores también reconocen las adaptaciones biológicas de Blephariceridae para colonizar medios lóticos, en parte por los altos niveles de oxígeno disuelto que requieren. Lo anterior sugiere que su distribución en el humedal sea limitada y explicada por eventos de deriva de larvas y exuvias.

Odonatos

En la laguna de Sonso el grupo de odonatos está representado por cuatro familias y ocho géneros. Las especies de la familia Coenagrionidae viven en aguas poco contaminadas de tipo oligo-mesotróficas y se encuentran representadas ampliamente con cuatro géneros. El género *Argia* prefiere corrientes moderadas, a diferencia de los géneros *Ischura*, *Telebasis* y *Acanthagrion*, que viven en medios lénticos con vegetación, lo cual sugiere que la distribución de *Argia* sea restringida a las zonas de drenaje o pequeños tributarios y canales cercanos al humedal.

La Familia Libellulidae es la más diversa del suborden Anisoptera [13] y cuenta con 26 géneros reportados para Colombia [14]. Sin embargo, en la Laguna de Sonso solo se encuentran dos géneros. El Género *Dythemis* prefiere aguas corrientes

con substratos arenosos indicando aguas oligotróficas, mientras que *Macrothemis* habita aguas lóxicas de flujo lento y con vegetación. Se resalta la presencia del género *Aeshna* (Familia Aeshnidae) tanto en las dos madrevejas (La Marina y El Burro) como en la Laguna de Sonso debido a que esta vive en aguas quietas con abundante vegetación acuática y se caracteriza por desarrollarse en aguas poco contaminadas a moderadamente contaminadas.

Hemípteros

Se reportan ocho familias y 10 géneros del orden Hemiptera en el ecosistema lagunar. Es uno de los grupos más comunes en la laguna de Sonso y se les considera indicadores de diversas calidades de agua. La familia Hydrometridae tolera esta asociada a niveles de contaminación y se puede verse afectada por la disminución de la tensión superficial del agua principalmente por la presencia de contaminantes detergentes. La familia Mesoveliidae puede desarrollarse en aguas moderadamente contaminadas. Las Familias Naucoridae y Notonectidae solo se encuentran en ecosistemas acuáticos poco contaminados, mientras que la familia Gerridae y Veliidae se asocian con condiciones de calidad ecológica identificadas en la Laguna de Sonso. El género *Lethocerus* (Familia Belostomatidae) fue colectado durante los muestreos ícticos realizados por Sanchez en 2006 (sin publicar) en la madreveja la Marina.

Efemerópteros

Del orden Ephemeroptera solo se reportan para la laguna la familia Baetidae y sus géneros *Baetis* y *Dactylobaetis*. En las madrevejas el Burro y la Marina no se obtuvieron registros de efemerópteros, esto puede ser debido a sus exigencias de calidad de agua (limpias o poco contaminadas) y de hábitat (lóticos).

Hidrácnidos

El orden Acari, al que pertenecen arañas y ácaros acuáticos (hidrácnidos, hidrácaros, halácaros, etc.) es poco conocido en Colombia [11]. Para la laguna de Sonso, se colectó solo en el espejo lagunar y solo se determinó a nivel de orden, sin embargo, por distinciones morfológicas se cree que en el humedal se encuentran dos géneros. Es sabido que el desarrollo de los hidrácnidos es complicado parasitando en una de sus fases a varias especies de insectos acuáticos [7]. Dichos hospederos habitan la Laguna de Sonso. La familia más conocida en nuestro medio es Lymnessiidae, estos son característicos de aguas muy limpias y se encuentran en diferentes tipos de ecosistemas acuáticos.

Decápodos

Según Sánchez (*com. per.*), se reportan para la Laguna de Sonso las especies *Macrobrachium praechox* y *Procambarus clarkii* de las Familias Palemónidae y Cambarinae

respectivamente. Para el caso de *M. Praeox*, sus registros están para la Laguna de Sonso y las Madre Viejas la Marina y el Burro, mientras que *P. clarkii* no se reporta para el sistema lagunar, pero sí para las fuentes de captación y pequeños tributarios. Ambas especies son foráneas de la cuenca del Alto Cauca, la primera de ellas proveniente de la Orinoquía, y posiblemente, trasplantada accidentalmente con los ejemplares de Cachama que se utilizan para cultivo en estanques (Peck, *com. per*). El Camarón Rojo (*Procambarus clarkii*) originario de México y la cuenca del Mississippi, fue introducido al Valle del Cauca en el año de 1985 [15], como especie experimental para su cultivo. Es importante resaltar que esta especie presenta el hábito de formar madrigueras profundas en la tierra y en las estructuras como puentes y canales, considerándose como un problema para la estabilidad de este tipo de construcciones. Además, el carácter de especie introducida trae consigo la presión hacia otras especies autóctonas, ya sea por competencia o por depredación.

Bivalvos

La Clase Bivalvia esta compuesta por dos ordenes, dos familias (Mycetopodidae y Sphaeriidae) y tres géneros. Estos moluscos se caracterizan por ser filtradores de materia orgánica.

Gasterópodos

Representados por dos ordenes, cinco Familias y ocho géneros. La familia Physidae prefiere aguas contaminadas. Lymnidae, Planorbidae y Thiaridae son propios de aguas moderadamente contaminadas, aunque Lymnidae pueden presentarse en aguas contaminadas. La Familia Ampullaridae es característica de aguas limpias.

Platelmintos

Los platelmintos estuvieron representados por el género *Dugesia* (familia Planariidae), el cual se encuentra en aguas limpias y muy limpias, principalmente debajo de rocas en aguas corrientes, por lo cual, su presencia en el humedal sugiere un estudio mas detallado.

Anélidos

Las clases Hirudinea y Oligochaeta se encuentran en ecosistemas con alto contenido de materia orgánica en descomposición y bajos niveles de oxígeno disuelto. En la Laguna de Sonso se registraron los oligoquetos *Tubifex*, *Limnodrilus*, *Lumbriculus* y *Nais* y un género desconocido de sanguijuela (Hirudinea). La presencia de anélidos puede ser indicador de un estado eutroficación del ecosistema lagunar.

4 Variaciones temporales de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos durante el periodo 1998 y 2006

Los coleópteros de la familia Limnichidae solo fueron reportados en 1998 [16]. Estos organismos viven en la zona litoral de humedales. Su ausencia en muestreos recientes puede estar asociada a las características del litoral de la laguna por la propagación del buchón de agua (*Eichornia sp.*). Las familias Curculionidae y Dryopidae únicamente se colectaron en los muestreos de 2006 [2], fecha en la cual Staphylinidae, Dytiscidae, Psephenidae y Ptilodactylidae, no se registraron. La ausencia de estas familias (todas habitantes de ambientes inalterados o poco intervenidos) en el último muestreo, son indicación del proceso de contaminación que sufre la laguna.

Al igual que los coleopteros, los Dípteros no han demostrado ser un grupo estable o tolerante a los cambios que pueda haber sufrido la Laguna de Sonso desde 1998, año en el cual solo se reportó la familia Culicidae. En 2001 y 2003 se registraron seis familias más. Mientras que en 2006 solo se encontraron Chironomidae y Ceratopogonidae. Este cambio puede dar cuenta de que efectivamente la laguna se ha degradado fuertemente al desaparecer organismos que habitan aguas limpias como Psychodidae y Blephariceridae y reproducirse solo dipteros propios de aguas muy contaminadas como Chironomidae y Ceratopogonidae.

Igualmente preocupa la desaparición de tres familias de Odonatos, seis de Hemípteros, dos de Moluscos y la ausencia total de Efemerópteros y platelmintos en los muestreos de 2006 con respecto a los de 2001 y 2003 (entre estos dos años el cambio biótico no fue significativo). Sin embargo, es posible que la poca cantidad de muestras colectadas en 2006 explique en gran parte la ausencia de estos grupos. Esto también puede ser causa de la importante disminución de la diversidad Géneros (en 2003 se reportaron en total 45 géneros de macroinvertebrados, mientras que en 2006 solo se reportan 26). Las familias Corixidae (Hemiptera), Sphaeridae (Veneroidea), Physidae (Bassomatophora) y Thiaridae (Mesogastropoda) se reportan por primera vez en 2006, junto con los ya mencionados quironómidos y ceratopogonidos.

Teniendo en cuenta los registros de 1998, 2001, 2003 y 2006, la comunidad de macroinvertebrados estuvo conformada por cuatro Phylum, ocho Clases, 14 Ordenes, 46 Familias y 71 géneros (algunos de ellos sin una determinación taxonómica precisa), lo que demuestra que el sistema lagunar de Sonso ha sustentado en la última década una diversidad importante, con los ordenes Coleóptera y Diptera como dominantes (Tabla 1).

La ausencia de los ordenes Trichoptera y Plecoptera puede estar relacionada en parte por la exigencia de aguas corrientes y limpias, mientras que la presencia abundante de oligoquetos indica condiciones pobres de calidad de agua en la Laguna.

FAMILIA	GÉNERO	REGISTROS				GREMIO TRÓFICO
		Escobar (1998)	CVC (2001)	CVC (2003)	CVC (2006)	
Dytiscidae	<i>Thermonectus</i>		♦	♦		Por lo general las larvas son depredadoras o micrófagas y los adultos vegetarianos (fitófagos). Según la especie
Hydrophilidae	<i>Berosus</i>		♦	♦	♦	
	<i>Tropisternus</i>			♦	♦	
Elmidae	<i>Macrelmis</i>			♦		
	<i>Disersus</i>		♦	♦		
	<i>Cylloepus</i>		♦	♦		
	<i>Heterelmis</i>				♦	
Staphylinidae	<i>Stenus</i>		♦	♦		
Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>		♦	♦		
Psephenidae	<i>Psephenops</i>		♦	♦		
Dryopidae	<i>Elmoparnus</i>				♦	
	s.i.				♦	
Curculionidae	s.i.				♦	
Limnichidae	s.i.	♦				
Culicidae	<i>Culex</i>		♦	♦		Pueden ser micrófagas, raspadores o macrófagas. También comensales o semiparásitas en diversos organismos
	<i>Culex ?</i>	♦		♦		
Chironomidae	<i>Chironomus</i>				♦	
	s.i.				♦	
Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia</i>				♦	
Simuliidae	<i>Simulium</i>		♦	♦		
Stratyomidae	<i>Odontomyia</i>		♦	♦		
Psychodidae	s.i.		♦	♦		
Tipulidae	<i>Tipula ?</i>		♦	♦		
Blephariceridae	<i>Limonicola</i>		♦	♦		
Tabanidae	<i>Chrysops</i>		♦	♦		
	<i>Tabanus</i>		♦	♦		
Libellulidae	<i>Dythemis</i>		♦	♦	♦	
	<i>Macrothemis</i>	♦	♦	♦		
Coenagrionidae	<i>Argia</i>		♦	♦		
	<i>Telebasis</i>		♦	♦		
	<i>Ischnura</i>	♦	♦	♦		
	<i>Acanthagrion</i>		♦	♦		
Aeshnidae	<i>Aeshna</i>		♦	♦		
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>		♦	♦		
Notonectidae	<i>Buenoa</i>		♦	♦		
Gerridae	<i>Limnogonus</i>		♦	♦		
	<i>Trepobates</i>	♦	♦	♦		
Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>			♦		
	<i>Mesoveloidea</i>		♦	♦		
Corixidae	<i>Tenobia</i>				♦	
Hydrometridae	<i>Hidrometra</i>		♦	♦		
Naucoridae	<i>Pelocoris</i>		♦	♦		
Belostomatidae	<i>Lethocerus *</i>					
Vellidae	<i>Huseyella</i>	♦			♦	
Baetidae	<i>Baetis</i>		♦	♦		Macrófagos de rocas (raspadores)
	<i>Dactylobaetis</i>		♦	♦		
Acari (orden)	Morpho 1		♦	♦	♦	Deutoninfas y adultos depredadores de microcrustáceos y ninfas de insectos. Larvas parásitas de insectos grandes principalmente
	Morpho 2		♦	♦		

Palaemonidae	<i>Macrobrachium praechox</i>		♦	♦		Depredador
Cambarinae	<i>Procambarus clarkii</i>					Depredador
Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>				♦	Filtradores
Mycetopodidae	<i>Mycetopoda</i>	♦	♦	♦		
	<i>Anodontites</i>		♦	♦		
Lymnaidae	<i>Lymnaea</i>		♦	♦		
Planorbidae	<i>Gyraulus</i>		♦	♦		
	<i>Helisoma</i>				♦	
	<i>Biomphalaria</i>				♦	
Physidae	<i>Physa</i>				♦	
Thiaridae	<i>Hemisinus</i>				♦	
	s.i.				♦	
Ampullaridae	<i>Pomacea</i>	♦	♦	♦	♦	
Planariidae			♦	♦		Carnívoros (Depredadores de oligoquetos, microcrustáceos y larvas de insectos principalmente).
	<i>Dugesia</i>					
Tubificidae	<i>Tubifex sp 1</i>		♦	♦	♦	Detritívoros
	<i>Tubifex sp 2</i>				♦	
	<i>Tubifex sp 3</i>				♦	
	<i>Limnodrilus</i>		♦	♦		
Enchytraeidae	<i>Lumbricilus</i>				♦	
	s.i.				♦	
Naididae	<i>Nais</i>				♦	
Hirudinea (clase)	1		♦			
Total de familias reportadas		8	31	31	18	

Tabla 1. Composición de los macroinvertebrados de la laguna de Sonso.

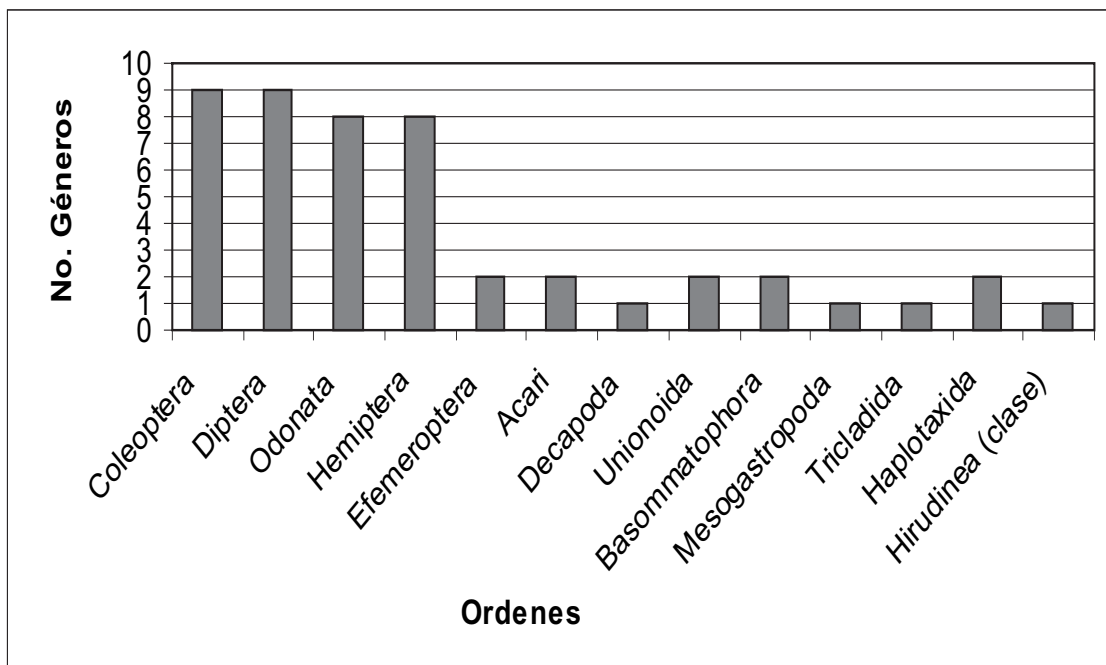


Gráfico 1. Ordenes dominantes

5 Diversidad de macroinvertebrados acuáticos entre 2007 y 2008

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos bentónicos esta representada por insectos, oligoquetos y gasterópodos, siendo los coleópteros (Insecta) los dominantes en la estación del Canal Carlina con los géneros *Tropisternus* y *Berosus* ambos de la familia Hydrophilidae y en estadio adulto. Los quironómidos se distribuyeron entre las tres primeras estaciones siendo más abundantes en la del Canal Carlina con 11 individuos (Tabla 2).

TAXA	CANAL	SUR	CENTRO	NORTE
<i>Tropisternus_sp</i>	22	0	0	0
<i>Berosus_sp</i>	17	2	0	0
Chironomidae	11	1	1	0
Oligochaeta	0	10	2	0
Gasteropoda	0	0	0	3

Tabla 2. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos (número de organismos) en la Laguna de Sonso entre 2007 y 2008

En cuanto a los macroinvertebrados acuáticos del litoral (asociados *Eichornia crassipes*), los coleópteros resultaron ser los más abundantes (Tabla 2).

Curculionidae	15
Dytiscidae	2
Bivalvia	9
Hirudinea	5

Tabla 2. Macroinvertebrados acuáticos asociados a *Eichornia crassipes*

Respecto a la composición registrada entre 1998 y 2006, no se encontraron taxones nuevos y se considera que la diversidad es relativamente baja. En general, los macroinvertebrados acuáticos asociados a *Eichornia crassipes* son característicos de ambiente eutroficados y toleran niveles relativamente bajos de oxígeno disuelto. Si bien es cierto no se ha realizado un análisis de la concentración de metales pesados en el tejido de la entomofauna acuática de la laguna, es sabido que estos organismos acumulan metales en concentraciones que dependen del contenido de estos contaminantes en el ambiente [17].

Debido a la relación trófica existente entre los productores primarios y los macroinvertebrados es de inferir que estos organismos están participando en el proceso de biomagnificación de sustancias contaminantes, como es el caso de los metales pesados. Los métodos usados para monitorear la bioacumulación de metales pesados en el tejido de insectos acuáticos ha sido aplicada por Cain *et al* [18], Solá y Prat [17] y otros autores con éxito en Norteamérica y la península ibérica respectivamente. Dichos métodos se deben modificar apropiadamente al contexto neotropical para obtener resultados confiables sobre el papel que juega la entomofauna acuática en la concentración y sustancias tóxicas en un ecosistema acuático. A partir de estos estudios de línea base, se recomienda implementar un plan de biomonitoreo usando macroinvertebrados acuáticos bentónicos y

un plan de monitoreo de la calidad física, química y microbiológica del agua. Esto permitirá caracterizar la diversidad de estos grupos evaluar el proceso deterioro del ecosistema lagunar para guiar la toma de decisiones.

Agradecimientos

El estudio hizo parte del proyecto «Efectos de la contaminación por metales en la ultra estructura celular de la biota acuática y poblaciones humanas asociadas a la laguna de Sonso en el Valle del Cauca» Código: 1106-335-1855, cofinanciado por Colciencias, y ejecutado por la Universidad del Valle, la Universidad Autónoma de Occidente y la Universidad del Cauca. Los autores agradecen de manera especial a los pescadores de la zona por su colaboración en el trabajo de campo y a Gian Carlo Sánchez por la información proporcionada sobre los decápodos y la colecta de Belostomatidae.

Referencias bibliográficas

- [1] Gutiérrez, David, RISS, Wolfgang y OSPINA, Rodulfo. (2004). Lógica difusa como herramienta para la boindicación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la sabana de Bogotá – Colombia. En: *Caldasia*. Bogotá. Vol. 26. No. 1.
- [2] Mondragón, C. (2006). Información biológica general reportada en las estaciones La Península, La Draga el Bosque de las Chatas, El Rincón de los Abuelos, El Canal y Salida Río Cauca en la Laguna de Sonso municipio de Buga. CVC.
- [3] Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- [4] Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- [5] Fernandez, H. y Dominguez E. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucuman, Argentina.
- [6] Machado, T. (1989). Distribución ecológica e identificación de los coleopteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Tesis, Universidad de Antioquia. Medellín.
- [7] Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona.
- [8] Archangelsky, M. (2001). Coleoptera. En: Fernandez, H. y Dominguez E. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucuman, Argentina.
- [9] Hellawel, J.M. (1978). *Biological surveillance of rivers..* Stevenage : Water Research Center.
- [10] Alba, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía. Vol. II.

- [11] Roldán, G. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. (1988). Fondo Fen, Colciencias, Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
- [12] Courtney, G. Biology of Blephariceridae. [en línea]. 2001. Disponible en internet: <http://LIMNOLOG%20C3%8DA/biology%20blephar.htm>
- [13] Bermúdez, C. (2005), Estudio taxonómico de los adultos del orden Anisoptera (Odonata) del Valle del Cauca, Colombia. Tesis de Grado. Universidad del Magdalena. Santa Marta. Colombia.
- [14] Paulson, R.D. (2004). List of the Odonata of South America, by country. Disponible en internet: <http://www.ups.edu/biology/museum/ODofSA.html>
- [15] Florez, P. (2005). Informe Salida Río Cauca. Dirección Técnica Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC,
- [16] Escobar, J.C. Estudio Hidrobiológico de la Laguna de Sonso. (1998). Universidad del Valle. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC).
- [17] Solá, C., Prat, N. (2005). Monitoring metal and metalloid bioaccumulation in Hydropsyche (Trichoptera, Hydropsychidae) to evaluate metall pollution in a mining river: Whole body versus tissue content. Science of the total environment. España.
- [18] Cain, D., Buchwalter, D., Luoma, S. (2006). Influence of Metal exposure history on the bioaccumulation and subcellular distribution of aqueous cadmium in the insect Hydropsyche californica. Environmental toxicology and chemistry, Vol 25, No 4. USA.

Dirección de los autores

Duberly Mosquera Restrepo

Grupo de investigación en estudios ambientales para el desarrollo sostenible
- GEADES, Universidad Autónoma de Occidente, Cali- Colombia
Grupo de Investigación en Biología Vegetal Aplicada, Universidad del Valle
duberly.mosquera@gmail.com

Martha L. Palacios Peñaranda

Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Occidente
medioambiente@uao.edu.co

Elizabeth Muñoz

Grupo de investigación en estudios ambientales para el desarrollo sostenible
- GEADES, Universidad Autónoma de Occidente, Cali - Colombia
medioambiente@uao.edu.co

Alejandro Soto

Grupo de investigación en estudios ambientales para el desarrollo sostenible
- GEADES, Universidad Autónoma de Occidente, Cali - Colombia
medioambiente@uao.edu.co

Enrique Javier Peña S.

Grupo de Investigación en Biología Vegetal Aplicada, Universidad del Valle
enripena@univalle.edu.co