

Aspectos sobre la historia natural de macroinvertebrados en esteros semipermanentes de la altillanura en el departamento de Casanare

Aspects of the natural history of macroinvertebrates in the high plains semi-permanent wetlands in the Department of Casanare

Jairo A. Camacho-Reyes¹, Claudia P. Camacho-Rozo²

¹ Docente Asociado Escuela de Ciencias Biológicas- Grupo Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad -"Xiua", Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia- Tunja
E-mail: jairoa.camacho@uptc.edu.co

² Bióloga UPTC- Grupo Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad- "Xiua". Estudiante de Posgrado en Zoología, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela
E-mail: claopatty07@gmail.com

Grupo Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad -"Xiua", Escuela de Ciencias Biológicas- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC. Tunja

RESUMEN

Se realiza aportes al conocimiento sobre los ciclos vitales de los macroinvertebrados y se caracterizan sus microhábitats, en tres cuerpos de agua semipermanentes en sabana inundable y de desborde en la altillanura del municipio de Yopal-Casanare (Esteros San Martín (SM), el Trompillo (T) y la Ilusión (LI): 05° 21' 31"N 072° 13' 16"W; ubicados a 214 m.s.n.m.). Resultado del análisis cualitativo del material colectado en muestreos multianuales (1998, 1999, 2002 y 2008) en tres (I, II y III) épocas diferentes de lluvias en los meses de mayo a diciembre, se registraron 19 familias con 29 morfoespecies (24 sp SM, 20 T, 18 LI) para la etapa I; 28 familias y 47 morfoespecies (35 SM, 27 T, 32 LI) en la etapa II y 35 familias, 57 morfoespecies (52 SM, 40 T, 35 LI) en la III.

Las comunidades de macroinvertebrados en estos ecosistemas evidencian varias etapas del ciclo vital: adultos; adultos y larvas; adultos, larvas y pupas; larvas y pupas; larvas. El Estero San Martín registro la mayor diversidad de especies seguido por el Trompillo y la Ilusión. El Estero San Martín presentó la mayor diversidad en el mes de diciembre, seguido de julio y el menor registro se obtuvo en mayo, época que coincide con el inicio de inundación de las sabanas.

En estos ambientes de la llanura y la altillanura de la Orinoquía, los macroinvertebrados acuáticos desarrollan estrategias reproductivas y de supervivencia especiales para sobreponerse a los cambios drásticos impuestos

por el medio, como se interpreta la valoración físico-química "In situ" del agua de los esteros estudiados, cuyos valores promedio multianuales son: Temperatura 29.4°C, Conductividad Eléctrica 263 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH 6.0 y OD 4.4 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Palabras clave: Esteros, macroinvertebrados, semipermanentes, Yopal.

ABSTRACT

It makes contributions to knowledge about the life cycles of macroinvertebrates and their microhabitats are characterized in three semi-permanent water bodies in flooded savannah and overflow in the high plains of the municipality of Yopal-Casanare (tropical ponds San Martín (SM), the Trompillo (T) and Illusion (LI): 05° 21' 31"N 072° 13' 16"W, located at 214 meters). Result of qualitative analysis of material samples collected from multi-year (1998, 1999, 2002 and 2008) in three (I, II and III) different periods of rainfall in the months from May to December, there were 19 families with 29 morphospecies (24 sp SM, 20 T, 18 LI) for stage I; 28 families and 47 morphospecies (35 SM, 27 T, 32 LI) in stage II; and 35 families, 57 morphospecies (52 SM, 40 T, 35 LI) in the stage III. Macroinvertebrate communities in these ecosystems show various stages of life cycle: adult, adults and larvae, adults, larvae and pupae, larvae and pupae, larvae. The San Martín pond recorded the highest species diversity followed by Trompillo and Illusion. The San Martín pond presented the greatest diversity in the month of December, followed by July and the lowest reading was obtained in May, coinciding with the onset of flooding of the plains.

In these environments the plain and the high plains of the Orinoco, aquatic macroinvertebrates develop reproductive and survival strategies to overcome special drastic changes imposed by the environment, as interpreted physical-chemical assessment in situ of water ponds studied, whose multi-year average values are: temperature 29.4 °C, Electrical Conductivity 263 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH 6.0 and OD 4.4 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$

Key words: macroinvertebrates, tropical ponds, semipermanent, Yopal.

INTRODUCCIÓN

La fauna de humedales permanentes, semipermanentes y temporales es dependiente de éstos en grado diverso y en correspondencia con la variación del nivel hídrico. Las características ambientales del ecosistema y del entorno, el tiempo de permanencia de los cuerpos de agua y de los ciclos vitales de la biota allí establecida, la cual puede ser totalmente acuática o anfibiótica.

Entre la biota de los ecosistemas lénticos, grupos de macroinvertebrados como Turbellaria, Gasterópoda, Bivalvia, Oligochaeta, Hirudínea, Hidracárida, Amphipoda, Cladocera, Conchostracea, Ostrácoda, Copépoda y algunos hemípteros, tienen como hábitat el medio acuático durante sus ciclos vitales y reproductivos. Otros macroinvertebrados como Odonata, Díptera y algunos del orden Coleóptera, entre otros, son anfibióticos. Los invertebrados anfibióticos

presentan algún grado de metamorfosis y en la mayoría de los casos hacen la ovoposición en el medio acuático, donde se desarrollan las etapas larvales y pupales. Para algunas especies las etapas de larva y pupa duran solo días o semanas, en tanto que para otras pueden requerir meses y hasta años para su desarrollo y emergencia (Merritt & Cummins, 1978; Roldán 1988, 2003).

La vida de los invertebrados en los ecosistemas lénticos semipermanentes y temporales depende de factores tales como la variación en la concentración de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, el pH, la temperatura, la cantidad de luz que penetra, la concentración de iones disueltos, los sedimentos y otros materiales alóctonos y autóctonos del sistema y por el crecimiento del fitoplancton. La temperatura cambia tanto estacionalmente como con el perfil de

la profundidad, y la disponibilidad de oxígeno puede ser limitada, principalmente en los períodos secos, ya que únicamente la capa superficial del espejo de agua está en contacto directo con el aire, mientras que el oxígeno es consumido por la descomposición de materia orgánica en las capas más profundas. Dichas variaciones en oxígeno, temperatura y radiación solar determinan la distribución y adaptaciones de los seres vivos en aguas quietas (Odum, 1986; Camacho & Ruíz, 1994; Margalef, 1995; Ramírez & Viña, 1998; Smith & Smith, 2001).

Los humedales experimentan cambios ambientales como el calentamiento y enfriamiento de las aguas superficiales, cambios de la temperatura y las concentraciones de oxígeno en todo el ecosistema acuático (Odum, 1986), afectando las poblaciones de organismos que los habitan dependiendo del lugar donde vivan en la columna de agua.

Muchos ecosistemas lénticos de sabanas de la Orinoquía, son conocidos como lagunas tropicales o "esteros", los cuales se caracterizan por ser permanentes, semipermanentes o temporales (Camacho 1988, 1995). Algunos esteros se localizan cerca de los márgenes de ríos y caños, siendo subsidiados por éstos durante las épocas de lluvias e inundaciones. Otras lagunas tropicales se localizan en sabana abierta aisladas de caños y cañadas (Camacho, 1995) y se mantienen con las aguas lluvias de la zona y del nivel freático. Los esteros presentan profundidades que oscilan en promedio entre 20 y 100 centímetros, generalmente cubiertos por vegetación acuática enraizada sumergente y emergente que termina su ciclo biológico en épocas de sequía.

Desde el punto de vista ecológico y de la Biología de la Conservación, las comunidades de macroinvertebrados en los esteros generan especial interés para su estudio, en razón a que estos ecosistemas presentan desecación total durante una época del año (diciembre hasta abril) y los ciclos de vida de la biota que los habita depende de las características ambientales y físico-químicas del agua.

Por otro lado, la comunidad de macroinvertebrados de estos hábitats, evidencia un limitado registro de información.

A partir de lo anterior, se genera la iniciativa de estudiar los macroinvertebrados acuáticos de las lagunas tropicales, para lo cual se plantearon las siguientes preguntas: 1) ¿Que ocurre con los macroinvertebrados cuando los esteros entran en proceso de desecación?, 2) ¿Que particularidades adaptativas presentan los diferentes grupos de macroinvertebrados de vida acuática en estos ecosistemas semipermanentes y temporales?, 3) ¿Cual es el comportamiento de las principales variables físico-químicas en estos cuerpos de agua durante cada ciclo hidrológico anual?. 4) ¿Se establece alguna dependencia de los macroinvertebrados en sus ciclos reproductivos y vitales en relación con los cambios ambientales de los esteros?

ÁREA DE ESTUDIO

Los muestreos se llevaron a cabo en esteros semipermanentes conocidos localmente con los nombres de San Martín, el Trompillo y la Ilusión, en sabana inundable y de desborde en la altillanura en jurisdicción del municipio de Yopal, vereda Tacarimena, a 25 kilómetros del casco urbano sobre la margen derecha del Río Cravo Sur, afluente del río Meta (Figuras 1 y 2). Se ubica a una altitud de 320 msnm y una temperatura promedio de 26 °C. Presenta un paisaje de sabana y algunos relictos de bosque de galería (con alta, media y baja intervención antrópica), los cuales en la época de mayor precipitación se inundan, por fuentes hídricas cercanas tales como caños permanentes, esteros y cañadas semipermanentes y temporales.

Para la identificación del régimen pluviométrico fueron tenidos en cuenta los reportes hidrológicos del IDEAM mediante promedios multianuales de los años 1975 a 2005 de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Yopal, localizada a una distancia de 27 kilómetros del área de estudio.

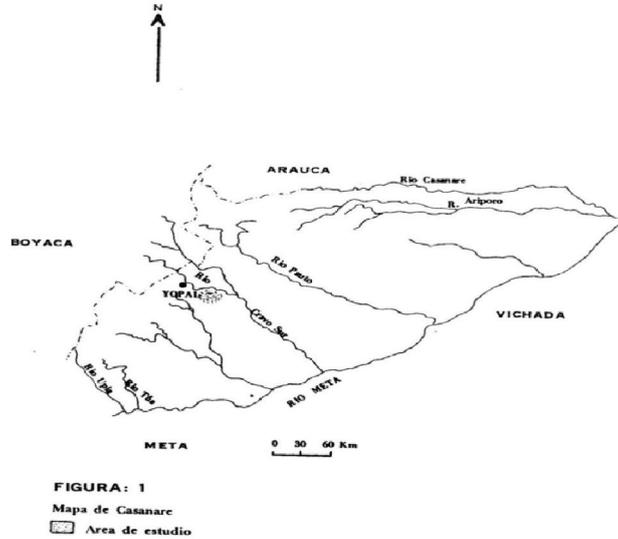


Figura 1. Ubicación geográfica del departamento de Casanare, Colombia

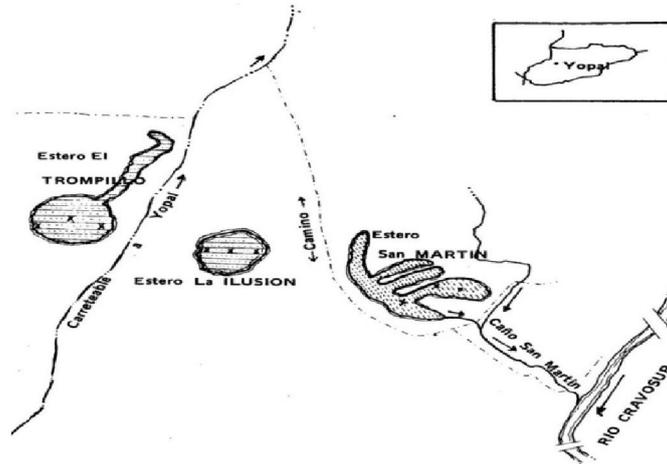


Figura 2. Ubicación local de los esteros muestreados. (Tomado de Camacho 1995)

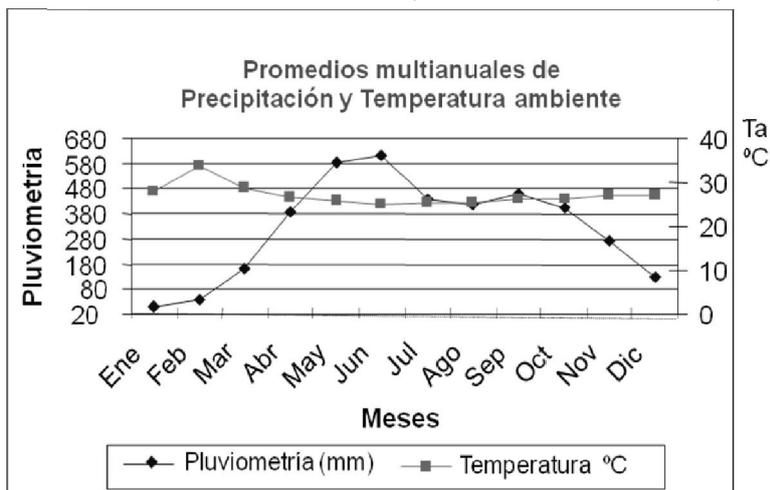


Figura 3. Diagrama Ombrotérmico (°C) y Pluviométrico (mm/mensuales) con promedios multianuales, registrado en la Estación del Aeropuerto de Yopal- Casanare, desde 1975 al 2005

A partir de esta información se evidencia que durante cada ciclo anual se presenta una época de mayor

precipitación, entre los meses Mayo y Junio, con valores que oscilan entre 413.9 y 411 mm (Figura 3).

MATERIALES Y MÉTODOS

En los microhábitats de bentos y perifiton de vegetación enraizada y flotante, de cada uno de los tres esteros se realizó colectas integrales cualitativas, en la zona litoral y el centro del espejo de agua, empleando redes de pantalla y tipo D-net (Roldán, 1988 y 2003) y bandejas de fondo blanco. Los muestreos se iniciaron entre 15 y 30 días posteriores al inicio de llenado de los esteros por inicio de las lluvias en los meses de abril o mayo de cada año (colecta multianual I). Otros muestreos multianuales fueron efectuados en los meses de julio o agosto (colecta multianual II) y en noviembre o diciembre (colecta multianual III), teniendo como referencia el comportamiento pluviométrico multianual observado en el diagrama Ombrotérmico para la región (Figura 3).

En los muestreos del año 2008 y algunos de años anteriores, fueron registrados datos Físicos y Químicos de cada cuerpo de agua: Temperatura del agua (°C), pH, Conductividad Eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) con equipos

digitales previamente calibrados y Oxígeno Disuelto (OD en mg/l) mediante el método Winkler. El material biológico fue fijado con una solución de formalina al 10 % o alcohol al 70 % según las características morfológicas de cada grupo de los organismos colectados.

El material colectado de macroinvertebrados en cada muestreo fue organizado y separado para su posterior separación y determinación taxonómica de larvas, pupas o adultos con ayuda de Claves y material bibliográfico, como: Michaelsen, 1914; Piaget, 1914; Balwin & Chandler, 1959; Merrit & Cummins, 1978; Roessler, 1985 y 1986; Roldán, 1988 y 2003; Brinkhurst y Marchese 1991; Pennak, 1991; Gaviria, 1993; en el Laboratorio de Hidrobiología- Grupo de Investigación Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

RESULTADOS

A partir de los trabajos de Camacho (1988 y 1995), se continúan los muestreos biológicos y se complementan con mediciones de parámetros fisicoquímicos "in situ", dependiendo de la disponibilidad de equipos y reactivos, en los años 1998, 1999, 2000 y 2008, haciendo seguimiento e identificando la presencia- ausencia y las etapas de ciclos de vida de los grupos de macroinvertebrados acuáticos en los esteros objeto de estudio.

Las variables físico- químicas reportan los siguientes valores promedios: Temperatura del agua entre 27.5 °C y 29.9 °C, pH entre 5.5 y 6.9, Conductividad Eléctrica con rangos entre 145 y 420 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y Oxígeno Disuelto (OD) con valores entre 2.0 mg/l y 6.9 mg/l con el método Winkler, (Tabla 1)

La presencia- ausencia de los macroinvertebrados colectados en los muestreos multianuales I, II y III, con sus correspondientes etapas del ciclo vital durante los tiempos de permanencia de los esteros se presentan en las tablas 2, 3 y 4.

En la primera colecta multianual I (Tabla 2) se registraron 19 familias con 29 morfoespecies, distribuidas así: 24 en el estero San Martín (SM), 20 en el Trompillo (T) y 18 en el estero La Ilusión (LI). En la etapa de colecta II se obtuvieron 28 registros de familias representadas en un total de 47 morfoespecies (35 SM, 27 T, 32 LI) (Tabla 3). Por último en la colecta multianual III se registraron 35 familias con 57 morfoespecies (52 SM, 40 T, 35 LI) (Tabla 4).

Tabla 1. Datos Físicoquímicos en promedios multianuales de Temperatura del agua (°C), Conductividad Eléctrica (µs/cm), pH y Oxígeno Disuelto (mg/l)

ESTERO	Temperatura Agua °C			Conductividad Eléctrica µs/cm			pH			Oxígeno Disuelto mg / l		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Muestras *												
SAN MARTÍN	29.4	27.5	28.5	250	145	420	5.7	6.6	5.9	3.6	6.0	2.0
TROMPILLO	29.6	28.3	29.9	240	180	410	5.4	6.9	5.8	3.9	6.5	3.8
LA ILUSION	29.7	28.6	29.8	190	160	380	5.5	6.5	5.9	3.5	6.9	3.9
PROMEDIOS	29.5	28.1	29.4	226	161	403	5.5	6.6	5.9	3.6	6.4	3.2

* Períodos promedio multianuales de muestreo: I = abril / mayo; II = junio / julio / agosto; III = noviembre / diciembre

Tabla 2. Relación de macroinvertebrados colectados en los esteros semipermanentes San Martín (SM), El Trompillo (T) y La Ilusión (LI) en muestreos multianuales en los meses de abril o mayo. Se enfatizan las etapas de los ciclos vitales

PHYLUM	CLASE	ORDEN / FAMILIA	GÉNERO / ESPECIE	ESTERO	ETAPAS DEL CICLO VITAL
Mollusca	Gasterópoda	Pilidae	<i>Pomácea</i>	SM, LI	Juveniles, Conchas y opérculos
		Planorbidae	<i>Helisoma</i>	SM, LI	Conchas
	Bivalva	Unionidae	<i>Anodontites sp</i>	SM, LI	Valvas
Anelida	Oligochaeta	Naididae	<i>Dero digitata</i>	SM, T	Adultos?
			<i>Dero furcatus</i>	SM, LI	Adultos?
		Tubificidae	<i>Tubifex sp</i>	SM, T	Adultos?
Arthropoda					
SubPhylum Crustácea	Branchopoda		<i>Chydorus sp</i>	SM, T, LI	Adultos, Juveniles
		Chydoridae	<i>Alona sp</i>	SM, T, LI	Adultos, Juveniles
	Copépoda	Cyclopoida	<i>Allocyclops sp?</i>	SM, T, LI	Adultos, Juveniles
	Ostrácoda	Cyprididae	<i>Candona sp</i>	SM, T, LI	Adultos
		Odonata / Aeshnidae	<i>Aeshna sp</i>	SM, T	
SubPhylum Unirramia	Insecta	Coenagrionidae	<i>Ischnura sp</i>	LI, T	
		Hemiptera / Naucoridae	<i>Pelocoris sp</i>	SM	Ninfas temprana
		Notonectidae	<i>Buenoa sp</i>	SM, T	Ninfa temprana
			<i>Belostoma sp</i>	SM	Ninfa temprana
		Belostomatidae	<i>Lethocerus sp</i>	SM	Ninfa temprana
		Corixidae	<i>Hesperocorixa sp</i>	T	Ninfa temprana
				T	Adultos
		Coleóptera / Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp</i>		
			<i>Berosus sp</i>	T, SM, LI	Adultos
			<i>Acilius sp</i>	T, SM, LI	Adultos
Dytiscidae	<i>Dytiscus sp</i>	T, SM, LI	Adultos		
	<i>Agabus sp</i>	T, SM, LI	Adultos		
Curculionidae	<i>Sp 1</i>	T, SM, LI	Adultos		
Diptera / Chironomidae	<i>sp1, sp2, sp3</i>	T, SM, LI	Larvas		
	<i>Culex sp</i>	T, SM, LI	Larvas		
Culicidae	<i>Anopheles sp?</i>	T, SM, LI	Larvas		
	<i>Aedes sp</i>	T, SM, LI	Larvas		

Tabla 3. Relación de macroinvertebrados colectados en los esteros semipermanentes San Martín (SM), El Trompillo (T) y La Ilusión (LI) en muestreos multianuales en los meses de junio, julio y agosto. Se enfatizan las etapas de los ciclos vitales

PHYLUM	CLASE	ORDEN / FAMILIA	GÉNERO / ESPECIE	ESTERO	ETAPAS DEL CICLO VITAL	
Mollusca	Gasterópoda	Pilidae	<i>Pomácea</i>	SM, LI	Adultos y juveniles	
		Planorbidae	<i>Helisoma</i>	LI, SM, T	Adultos.	
	Bivalva	Unionidae	<i>Anodontites sp</i>	LI, SM, T	adultos	
Anelida	Oligochaeta	Naididae	<i>Dero digitata</i>	SM, T, LI	Adultos, capullos	
			<i>Dero furcatus</i>	SM, T, LI	Adultos	
		Tubificidae	<i>Pristina sp</i>	SM	Adultos	
			<i>Tubifex sp</i>	SM, T, LI	Adultos, capullos	
Arthropoda						
SubPhylum Chelicerata	Arachnida	Hydracarina	<i>Sp 1</i>	SM	Adultos	
SubPhylum Crustácea	Branchiopoda	Chydoridae	<i>Chydorus sp</i>	SM, T, LI	Adultos.	
			<i>Alonella sp</i>	SM, T, LI	Adultos.	
		Moinidae	<i>Moina sp</i>	SM	Adultos	
		Sididae	<i>Pseudosida cf bidentata</i>	SM	Adultos	
		Macrothricidae	<i>Hylicriptus sp</i>	SM	Adultos	
	Copépoda	Cyclopoida	<i>Alloccyclops sp?</i>	SM, T, LI	Adultos, Nauplios	
		Calanoida	<i>Sp 1</i>	SM, LI	Adultos	
			<i>Candona sp</i>	SM, T, LI	Adultos	
			<i>Chlamidotheca deformis</i>	SM, LI	Adultos	
	Ostrácoda	Podocopa/ Cyprididae	<i>Strandesia bicuspis</i>	LI	Adultos	
		Odonata / Aeshnidae	<i>Aeshna sp</i>	SM, T	Ninfas varias etapas	
		Coenagrionidae	<i>Ischnura sp</i>	LI, T, SM	Ninfas varias etapas	
		Libellulidae	<i>Acanthagrion sp</i>	LI	Ninfas	
			<i>Dythemis sp</i>	SM, LI	Ninfas varias etapas	
		Ephemeroptera/ Baetidae	<i>Baetis sp</i>	SM	Ninfa	
Tricorythidae		<i>Tricorythodes sp</i>	LI, SM			
Hemiptera / Naucoridae		<i>Pelocoris sp</i>	SM	Ninfa temprana		
Notonectidae		<i>Buenoa sp</i>	SM, T	Adultos, ninfas		
Belostomatidae		<i>Belostoma sp</i>	SM	Adultos, ninfas		
		<i>Lethocerus sp</i>	SM, T, LI	Adultos		
Corixidae		<i>Hesperocorixa sp</i>	T, SM	Adultos, ninfas		
Nepidae		<i>Sp 1</i>	LI, SM, T	Ninfas, adultos		
SubPhylum Unirramia		Insecta	Coleóptera / Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp</i>	T, SM	Larvas y adultos
				<i>Berosus sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos
			<i>Acilius sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
	Dytiscidae		<i>Dytiscus sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
			<i>Agabus sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
	Curculionidae		<i>Sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
	Elmidae		<i>Zaitzevia sp</i>	SM	Larvas y adultos	
			<i>Stenelmis sp</i>	SM	Adultos	
	Diptera / Chironomidae		<i>sp1, sp2</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas	
	Chironominae		<i>sp1</i>	T, SM, LI	Larvas	
	Tanypodinae		<i>sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas	
	Orthoclaadiinae		<i>sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas	
	Ceratopogonidae		<i>sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas	
	Culicidae		<i>Culex sp</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas	
			<i>Anopheles sp</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas	
	<i>Aedes sp</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas			
Tabanidae	<i>Crysops sp</i>	SM,	Larvas			

Tabla 4. Relación de macroinvertebrados colectados en los esteros semipermanentes San Martín (SM), El Trompillo (T) y La Ilusión (LI) en muestreos multianuales en los meses de noviembre o diciembre. Se enfatizan las etapas de los ciclos vitales

PHYLUM	CLASE	ORDEN / FAMILIA	GÉNERO / ESPECIE	ESTERO	ETAPAS DEL CICLO VITAL	
Mollusca	Gasterópoda	Pilidae	<i>Pomácea</i>	SM, LI	Adultos.	
		Planorbidae	<i>Helisoma</i>	LI, SM, T	Adultos.	
		Unionidae	<i>Tropicorbis sp</i>	SM, T	Adultos	
	Bivalva	Sphaeriidae	<i>Anodontites sp</i>	LI, SM, T	Adultos, valvas	
			<i>Sp 1</i>	SM	Adultos	
	Anelida	Oligochaeta	Naididae	<i>Dero digitata</i>	SM, T, LI	Adultos, capullos
				<i>Dero furcatus</i>	SM, T, LI	Adultos, capullos
		Tubificidae	<i>Pristina sp</i>	SM	Adultos, capullos	
			<i>Tubifex sp</i>	SM, T, LI	Adultos, capullos	
				<i>Glossiphonia sp</i>	SM, T	Adultos
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Helobdella sp 1</i>	SM	Adultos, juveniles		
		<i>Helobdella sp2</i>	SM, T	Adultos, juveniles		
Arthropoda						
SubPhylum						
Chelicerata	Arachnida	Hydracarina	<i>Sp 1</i>	SM	Adultos	
			<i>Sp 2</i>	SM	Adultos	
			<i>Chydorus sp</i>	SM, T, LI	Adultos, Efiptos	
		Chydoridae	<i>Alonella sp</i>	SM, T, LI	Adultos, Efiptos	
			<i>Eurialona sp?</i>	SM	Adultos	
	Branchiopoda	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia sp</i>	SM	Adultos, Efiptos	
		Sididae	<i>Pseudosida cf bidentata</i>	LI, SM	Adultos, Efiptos	
		Macrothricidae	<i>Hyliocriptus sp</i>	LI	Adultos, Efiptos	
		Conchostraca	<i>Cyclestheria hislopi</i>	T	Adultos	
SubPhylum	Copépoda	Cyclopoidea	<i>Allocyclops sp?</i>	SM, T, LI	Adultos	
		Calanoida	<i>Sp 1</i>	SM, LI	Adultos	
	Malacostraca	Decapoda	<i>Dilocarsinus sp.</i>	SM	Adultos	
		Brachyura				
		Podocopa / Cyprididae	<i>Candona sp</i>	SM, T	Adultos	
	Ostrácoda		<i>Chlamidotheca deformis</i>	SM	Adultos	
			<i>Chlamidotheca Sp2</i>	SM	Adultos	
			<i>Strandesia bicuspsis</i>	LI, SM, T	Adultos	
			Odonata / Aeshnidae	<i>Aeshna sp</i>	SM, T	Ninfas
		Coenagrionidae	<i>Argia sp</i>	T, LI	Ninfas	
			<i>Acanthagrion sp</i>	LI, SM	Ninfas	
		Libellulidae	<i>Dythemis sp</i>	SM, LI	Ninfas	
		Neuroptera / Corydalidae	<i>Neohermes sp</i>	T	Larvas	
		Hemiptera / Naucoridae	<i>Pelocoris sp</i>	SM, LI, T	Adultos	
		Notonectidae	<i>Buena sp</i>	SM, LI, T	Adultos	
		Belostomatidae	<i>Belostoma sp</i>	SM, LI, T	Adultos	
			<i>Lethocerus sp</i>	SM, T, LI	Adultos	
		Corixidae	<i>Hesperocorixa sp</i>	T	Adultos	
		Nepidae	<i>Sp 1</i>	LI, SM, T	Adultos, ninfas	
		Coleóptera / Hydrophilidae	<i>Berosus sp</i>	T, SM, LI	Larvas	
			<i>Acilius sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
SubPhylum	Insecta	Dytiscidae	<i>Dytiscus sp</i>	T, SM, LI	Adultos	
			<i>Lacophilus sp</i>	SM	Adultos	
			<i>Agabus sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
		Curculionidae	<i>Sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
			<i>Zaitzevia sp</i>	T, SM, LI	Larvas y adultos	
		Elmidae	<i>Stenelmis sp</i>	T, SM, LI	Adultos	
		Diptera / Chironomidae	Chironominae	<i>sp1</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas
				<i>sp2</i>	SM, T	Larvas y pupas
			Tanypodinae	<i>sp 1</i>	T, SM, LI	Larvas y pupas
Orthoclauiinae	<i>sp 1</i>		T, SM, LI	Larvas y pupas		
Ceratopogonidae	<i>Alluaudomya sp</i>		T, SM, LI	Larvas y pupas		
	<i>Culex sp</i>		T, SM, LI	Larvas y pupas		
Culicidae	<i>Anopheles sp</i>		T, SM, LI	Larvas y pupas		
	<i>Aedes sp</i>		T, SM, LI	Larvas y pupas		
Tabanidae	<i>Crysops sp</i>	SM, LI, T	Larvas			
Tipulidae	<i>Tipula sp</i>	SM, LI, T	Larvas			

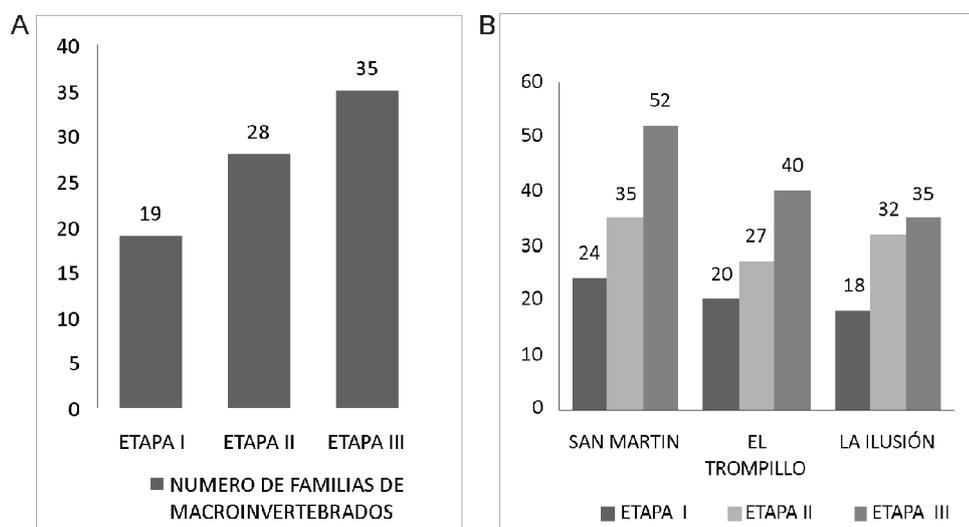


Figura 4. Abundancia de macroinvertebrados. A: Número de familias por etapa de muestreo. B: Número de géneros por etapa de muestreo en los esteros San Martín, El Trompillo y La Ilusión

DISCUSIÓN

A partir de la interpretación de la información de las Tablas 2, 3 y 4, se identifica cómo las comunidades de macroinvertebrados de los esteros semipermanentes de sabana inundable y de desborde en la altillanura casanareña, desarrollan procesos de sucesiones ecológicas secundarias, dependientes y acorde con la presencia- ausencia, el nivel y la variación de las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua durante cada ciclo hidrológico anual. Es de resaltar que la investigación biológica y fisicoquímica en pequeñas lagunas tropicales temporales y semipermanentes es insipiente, lo que limita una discusión confrontada en la mayoría de los tópicos analizados en el presente trabajo.

Dependientes de la variación pluviométrica en la zona de estudio (Figura 3) en el transcurso de cada ciclo hidrológico anual, los registros de cada una de las cuatro variables fisicoquímicas (Tabla 1), indican comportamientos importantes tales como: La temperatura del agua (Promedio 29 °C) presenta una fluctuación moderada, pero que dependiendo del nivel, el volumen del agua y la exposición lumínica, influye significativamente en la ecofisiología y los procesos reproductivos de los macroinvertebrados allí establecidos y en la tasa de evaporación.

La conductividad eléctrica (CE) indica de manera indirecta la salinidad o cantidad de iones disueltos en el agua y está determinada entre otras, por la producción primaria, el grado de descomposición de materia orgánica, la geoquímica de la cuenca circundante (Roldán, 1992; Ramírez & Viña 1998; Montoya y Aguirre 2009), la evaporación y el uso antrópico dado al suelo. El estudio registra una Conductividad Eléctrica con promedio de 264 $\mu\text{s}/\text{cm}$, el cual es significativamente alto frente a los reportes para aguas continentales naturales que en promedio son inferiores a 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Roldán, 1992) El menor valor registrado en el presente estudio (145 $\mu\text{s}/\text{cm}$) corresponde a los meses de julio - agosto, en tanto que el más alto (420 $\mu\text{s}/\text{cm}$) es del mes de diciembre (Tabla 1) cuando el estero entro en etapa final de desecación. Para la elevada CE en los puntos de muestreo, es determinante la abundante necromasa vegetal en descomposición y el aporte de residuos orgánicos de animales bovinos al hacer uso como abrevaderos en los pequeños charcos de los esteros semanas o días antes de su desecación total. La CE tiene efectos ecofisiológicos sobre la osmoregulación y la supervivencia de los organismos y es evidente en el caso particular de los macroinvertebrados de ecosistemas acuáticos semipermanentes y temporales de la Orinoquía. La CE está directamente

relacionada con el aumento de la temperatura y la tasa de evaporación e inversamente con la disminución del volumen de estos cuerpos de aguas lénticas al disminuir las precipitaciones y comenzar la época de sequía. El pH (Promedio 6.0), depende de la relación existente entre los mecanismos de amortiguación o sistemas "Tampon" en el medio acuático, la liberación de CO₂ por la degradación de biomasa y los procesos respiratorios. Complementa procesos ecofisiológicos en los organismos acuáticos. El Oxígeno Disuelto (OD), con valores promedio 4.4 mg/l en el presente estudio, como gas vital es necesario por todas las formas de vida para sus procesos respiratorios. Su concentración varía con la Presión Atmosférica, la Temperatura del medio y la CE. En los esteros, compiten por OD las diferentes formas de vida y los procesos de biodegradación de materia orgánica. La menor concentración de OD en los esteros se registra en noviembre- diciembre (Promedio 3.2 mg/l con algunos registros menores de 1.0 mg/l), cuando los esteros están en etapa final de secado, aumenta la degradación de necromasa de origen animal y vegetal, aunado al aumento de la Temperatura y la CE. El OD presenta un valor intermedio a inicios del llenado de los esteros (Promedio 3.6 mg/l) y su mayor concentración se registra en los meses de junio, julio y agosto (Promedio 6.4 mg/l).

Se evidencia variación importante en la abundancia de macroinvertebrados para cada una de las tres épocas establecidas de muestreo en el ciclo hidrológico anual (figura 4: A y B) representada integralmente en 19 familias con 29 morfoespecies para los meses de abril- mayo, 29 familias con 47 morfoespecies para junio- julio- agosto y de 35 familias con 57 morfoespecies para noviembre - diciembre; así como el aumento y diversificación de etapas de los ciclos vitales en las diferentes formas de los ciclos de vida. Con excepción de la mayoría de los insectos anfibióticos, los demás grupos tienen ciclos reproductivos cortos, razón por la cual hubo presencia significativa de larvas, pupas y ninfas o estados juveniles en las etapas II y III de muestreos.

La presencia temprana de larvas de los microcrustáceos Cladocera, Copepoda y Ostrácoda, así como larvas, pupas y ninfas, de insectos en los

esteros durante los meses de abril y mayo, indica la existencia de huevos fecundados y embriones en etapa de vida latente enquistados en el sedimento desecado, formas de vida que han quedado allí desde los meses de noviembre o diciembre y que se activan con las primeras inundaciones de sabana y el proceso de llenado de las lagunas tropicales semipermanentes. En los muestreos de la época III (noviembre y diciembre) se colectó abundante número de efipios de cladóceros, los cuales alojan huevos embrionados en vida latente que sobreviven a la desecación. Los efipios son estructuras formadas por el exoesqueleto liberado en el proceso de ecdisis, cuando las condiciones del medio acuático son desfavorables para el establecimiento de nuevas cohortes de una especie de cladóceros en particular.

Llama la atención la estrategia de supervivencia del microcrustáceo bentónico *Cyclestheria hislopi* (Baird 1859) del Orden Conchostraca, el cual solo se colectó en el estero el Trompillo, únicamente durante los meses de septiembre a noviembre, época coincidente con el inicio de secado del cuerpo de agua. Ello permite identificar una estrecha relación entre las condiciones ambientales específicas del medio con la presencia - ausencia de *Cyclestheria hislopi*, pues debe permanecer en el estero en forma de vida embrionaria latente durante la mayor parte del ciclo anual. Esta fue reportada para la zona por vez primera por Camacho (1988), en desarrollo de su Trabajo de Maestría.

Otros grupos presentes en los esteros, tales como Gasterópoda, Bivalva, Oligochaeta, Hirudínea, Hydracárida, son de hábitat acuático con ciclos de vida de meses y hasta años. Su presencia y permanencia en estos ecosistemas semipermanentes, en el periodo de secado puede deberse a que como adultos entren en un proceso de estivación o dejan huevos y embriones en vida latente protegidos por envolturas estructurales secretadas por ellos mismos, en ambas situaciones se activan una vez los esteros inician su nuevo proceso de llenado.

Es de interés particular conocer la presencia de coleópteros adultos de las familias Hydrophilidae, Dytiscidae y Curculionidae en las primeras semanas de acumulación de agua en los esteros (abril y mayo).

Estos son buceadores - voladores y podrían abandonar el ecosistema acuático al final del proceso de desecación y temporalmente establecerse en ecosistemas acuáticos permanentes cercanos o en depósitos de agua de las bromelias tipo tanque, o bien permanecer como adultos en estado de latencia en los sedimentos de los esteros durante el periodo desecado.

Cada especie en particular desarrolla estrategias de supervivencia, de forma dependiente de la

presencia - ausencia y características fluctuantes de los ecosistemas acuáticos semipermanentes y temporales de sabana y de desborde en la Orinoquía. Por lo anterior es necesario profundizar en los estudios ecofisiológicos específicos para generar nuevos aportes al conocimiento de la Historia Natural de los macroinvertebrados y de línea base como soporte para los programas de conservación de los ecosistemas de la Orinoquía y la diversidad biológica asociada.

REFERENCIAS

- BALDWIN H, CHANDLER G. Fresh Water Biology. Second edition. By S.T. Edmondson. New York 1959. 780 p.
- BRINKHURST RO, MARCHESE MR. Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centro América. Segunda edición, Colección Climax N° 6 Asociación Ciencias Naturales del Litoral. Santo Tomé Argentina 1991. 207 p.
- CAMACHO JA. Estudio comparativo de la espermatogénesis en tres especies de conchostráceos colombianos: *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859), *Eulimnadia magdalenensis* Roessler, 1988 y *Lynceus* sp (Arthropoda, Crustácea, Branchiopoda, Conchostraca). Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia 1988.
- CAMACHO JA. Contribución al estudio de los macroinvertebrados acuáticos en el Departamento de Casanare (Colombia). Rev. Ciencia en Desarrollo 1995; 2 (2)36- 49.
- CAMACHO JA, RUÍZ JE. Evaluación Limnológica del Embalse La Copa (Boyacá Colombia). Primera Etapa. En Memorias Segundo Seminario Nacional de Limnología. Medellín 1994. 77- 84.
- GAVIRIA E. Claves para las especies colombianas de las familias Naididae y Tubificidae (Oligochaeta, Annelida). Caldasia 1993. 17 (2): 237- 248.
- MARGALEF R. Ecología. Edit. Omega 1995. 951 p.
- MERRITT R, CUMINS K. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. USA 1978. 441p.
- MICHAELSEN W. Die Oligochaeten Columbias: In Mem. Soc. Neaucht. Sci. Nat. 1914; 5: 201- 252.
- MONTOYA Y, AGUIRRE N. Cambios nictemerales de variables físicas y químicas en la Ciénaga de Patícos, complejo cenagoso de Ayapel, Colombia. Rev. Biol. Trop, sep. 2009; 57(3)635-646.
- ODUM E. Ecología. Edit. Interamericana 1986. 639 p.
- PENNAK R. Fresh Water Invertebrates of the United States. Edit. Jhon Wiley. New York 1991. 650p.
- PIAGET J. Quelques Mollusques de Colombie. Mem. Soc. Neaucht.. Sci. Nat. 1914. 5: 253- 269.
- RAMÍREZ A, VIÑA G. Limnología colombiana. BP Exploration Company (Colombia) Ltd. 1998. 293 p.

ROESSLER E. Estudios Taxonómicos, Ontogénicos, Ecológicos y Etológicos sobre los ostrácodos de agua dulce en Colombia. V Estudio Taxonómico del género *Chlamidotheca* Saussure 1858 (Ostrácoda, Podocopa, Cyprididae). Rev. Caldasia 1985; 24(67) 329 - 354.

ROESSLER E. Estudio Taxonómico del género *Strandesia* Stuhlmann 1888 (Ostrácoda, Podocopa, Cyprididae). Rev. Caldasia 1986: 25(71- 72) 577- 598.

ROLDÁN PÉREZ G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados en el Departamento de Antioquia.

Fondo FEN Colombia, Colciencias- Universidad de Antioquia, Bogotá. Editorial Presencia Ltda, 217 p. 1988.

ROLDÁN PÉREZ G. Fundamentos de Limnología neotropical. Medellín. Editorial Universidad de Antioquia 1992. 529 p.

ROLDÁN PÉREZ G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/ Col. Medellín. Editorial Universidad de Antioquia 2003. 170p.

SMITH RL, SMITH TM. Ecología. 4º edición. Addison Wesley, Madrid 2001. 642p.