

Composición y estructura de macroinvertebrados en una laguna amazónica (Guaviare, Colombia)

Composition and structure of macroinvertebrates in an Amazonian lagoon (Guaviare, Colombia)

Katherine Piñeros-Garzón¹ <https://orcid.org/0009-0002-3737-5175>, Gustavo Giraldo Quintero¹ <https://orcid.org/0000-0003-3573-4154>, Jorge Andrés Buelvas-Soto^{2*} <https://orcid.org/0000-0002-7950-8960>

- ¹ Semillero de Investigación en Limnoecología, Educación y Tecnología (SILEAT) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, calle 13 # 31 -75 Bogotá D.C. – Colombia. k.pineros.g25@gmail.com
- ² Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México,

Recibido: Enero 10 de 2025

Aceptado: Julio 20 de 2025

*Correspondencia del autor: Jorge buelvas soto

E-mail: Jorge.buelvas.soto@gmail.com

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i37.324>

Resumen

Introducción. Los macroinvertebrados bentónicos son organismos ampliamente utilizados para evaluar la salud ecológica de los ecosistemas de agua dulce, dado que responden a variaciones en las condiciones ambientales. Así, su composición y estructura son indicadores clave en sistemas lacustres influenciados por el pulso de inundación. **Objetivo.** Este estudio analizó la composición y estructura de los macroinvertebrados acuáticos en una laguna permanente ubicada en la vereda Gaviotas, municipio de Calamar, Guaviare, como parte de un sistema de humedales sometido a variaciones hidroperiódicas. **Materiales y métodos.** Se realizaron muestreos en agosto y octubre de 2018 (periodo de alta precipitación) y febrero de 2019 (periodo de baja precipitación) en dos zonas: el litoral con abundantes macrófitas y la Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT). Los individuos fueron colectados con red tipo D, preservados y determinados mediante claves taxonómicas especializadas. Se evaluó la estructura de la comunidad con los índices de dominancia de Simpson, diversidad de Shannon, riqueza de Margalef y similitud de Morisita. **Resultados.** Se recolectaron 1587 individuos pertenecientes a 5 clases, 13 órdenes, 40 familias y 76 géneros o morfogéneros. Las familias más abundantes fueron Chironomidae, Libellulidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Baetidae y Glossiphoniidae. La diversidad fue mayor en la ZTAT durante la época seca. **Conclusiones.** La composición y estructura de los macroinvertebrados estuvieron influenciadas por los hidroperiodos, los cambios en las coberturas de macrófitas y las variaciones en los sustratos. La laguna presenta una alta diversidad de macroinvertebrados acuáticos, determinada por las características dinámicas de su hábitat, como el pulso de inundación y la presencia de macrófitas. Estos resultados resaltan la importancia de las interacciones entre el hábitat físico y la biota en sistemas de humedales tropicales.

Palabras clave: Amazonía, hidroperiodos, macrófitas, pulso de inundación.

Abstract

Introduction. Benthic macroinvertebrates are widely used organisms for assessing the ecological health of freshwater ecosystems, as they respond to variations in environmental conditions. Thus, their composition and structure are key indicators in lacustrine systems influenced by the flood pulse. **Objective.** This study analyzed the composition and structure of aquatic macroinvertebrates in a permanent lagoon located in the village of Gaviotas, municipality of Calamar, Guaviare, as part of a wetland system subject to hydroperiodic variations. **Materials and methods.** Sampling was carried out in August and October 2018 (high-precipitation period) and February 2019 (low-precipitation period) in two zones: the littoral zone with abundant macrophytes and the Aquatic-Terrestrial Transition Zone (ATTZ). Individuals were collected with a D-frame net, preserved, and identified using specialized taxonomic keys. Community structure was evaluated using Simpson's dominance index, Shannon's diversity index, Margalef's richness index, and Morisita's similarity index. **Results.** A total of 1,587 individuals were collected, belonging to 5 classes, 13 orders, 40 families, and 76 genera or morphogenera. The most abundant families were Chironomidae, Libellulidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Baetidae, and Glossiphoniidae. Diversity was higher in the ATTZ during the dry season. **Conclusions.** The composition and structure of macroinvertebrates were influenced by hydroperiods, changes in macrophyte cover, and substrate variations. The lagoon exhibits a high diversity of aquatic macroinvertebrates, determined by the dynamic characteristics of its habitat, such as the flood pulse and the presence of macrophytes. These results highlight the importance of interactions between the physical habitat and biota in tropical wetland systems.

Keywords: Amazonia, hydroperiods, flood pulse, macrophytes.

Introducción

La región amazónica colombiana es reconocida por su inmensa riqueza hídrica y biodiversidad, albergando al menos 381 ecosistemas acuáticos entre sistemas lóticos y lénticos (1). Estos ecosistemas no solo forman parte del ciclo hidrológico global, sino que también son fuentes vitales de recursos hidrobiológicos, económicos y culturales (2). Una de las características más distintivas de estos ecosistemas es el pulso de inundación, un fenómeno periódico que moldea las planicies de inundación y promueve la heterogeneidad de hábitats acuáticos, lo que resulta en una alta biodiversidad que incluye grupos clave como macrófitas, peces, plancton, bacterias y macroinvertebrados (3).

En particular, los macroinvertebrados acuáticos representan un componente fundamental en los ecosistemas lénticos amazónicos debido a su papel en las redes tróficas. Son transformadores de materia orgánica alóctona, fuente de alimento para otros organismos, y biomasa clave en lagos y lagunas (4). Además, su sensibilidad a cambios en la calidad del agua y a perturbaciones ambientales los convierte en indicadores biológicos ampliamente utilizados para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos (5).

La distribución y abundancia de los macroinvertebrados en un cuerpo de agua están influenciadas por una variedad de factores ambientales, como la temperatura, la composición del sustrato, la cantidad de gases disueltos, la materia orgánica y la disponibilidad de alimento (6). Estos factores interactúan con las características propias de los ecosistemas amazónicos, como los hidroperiodos, lo que genera patrones únicos en la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados. Sin embargo, a pesar de la importancia ecológica de estos organismos, el conocimiento sobre sus ensamblajes y las dinámicas que los rigen en la región amazónica es aún limitado, especialmente en áreas poco estudiadas como el departamento del Guaviare (7).

Este trabajo aporta al conocimiento ecológico y biológico de los ecosistemas acuáticos del Guaviare mediante el estudio de la composición y estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados en una laguna permanente ubicada en la vereda Gaviotas, municipio de Calamar. La laguna, influenciada por las aguas del río Unilla durante el periodo de inundación, representa un sistema ideal para explorar cómo los hidroperiodos y las características del sustrato afectan la biodiversidad y dinámica de los macroinvertebrados. Para ello, se realizaron muestreos en dos zonas de la laguna, el litoral

con abundancia de macrófitas y la Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT). Los resultados obtenidos contribuirán no solo a llenar vacíos de información sobre la región, sino también a fortalecer las bases para futuras investigaciones y estrategias de conservación del bioma amazónico.

Materiales y métodos

Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en una laguna permanente ubicada en la finca Puerto Colombia, vereda Gaviotas, municipio de Calamar, departamento del Guaviare, Colombia (Fig. 1). Geográficamente, la laguna se encuentra en las coordenadas $1^{\circ}54'46.134''\text{N}$ y $72^{\circ}34'42.65''\text{O}$. El municipio de Calamar pertenece a la región occidental del departamento y se localiza a orillas del río Unilla, un afluente del río Vaupés que representa la principal fuente de agua y recursos piscícolas para los habitantes de la región (8).



Figura 1. Mapa del departamento del Guaviare, Colombia con el área de estudio señalada (punto verde). Instituto Geográfico Agustín Codazzi

El municipio presenta una temperatura promedio entre 24 °C y 35 °C, con una precipitación pluvial media anual de 2762.1 mm. Según la clasificación de Holdridge (9), la zona de estudio corresponde a un bosque húmedo tropical (bh-T), caracterizado por un régimen unimodal de lluvias. Este régimen incluye un periodo de alta precipitación entre abril y noviembre, y un periodo de baja precipitación de diciembre a marzo.

La finca Puerto Colombia se encuentra a 40 minutos del casco urbano, con acceso fluvial por el río Unilla o por vía terrestre en un trayecto de 25 minutos. El área de estudio está conformada por una laguna de poca profundidad, rodeada de vegetación arbórea (Fig. 2). La laguna se conecta con un cuerpo de agua más grande y profundo, que a su vez está vinculado al caño Rico, un afluente del río Unilla. parte del área circundante ha sido transformada para actividades ganaderas, mientras que el resto corresponde a bosque húmedo tropical en buen estado de conservación.



Figura 2. Imagen panorámica de la laguna Gaviotas (Calamar, Guaviare). Fuente: Katherine Piñeros Garzón.

Recolección de muestras biológicas.

El muestreo se realizó mediante un enfoque aleatorio estratificado, dividiendo el área de estudio en sectores homogéneos (zonas) y seleccionando las muestras de manera aleatoria. En la zona litoral se empleó una red tipo D (D-net) con apertura de malla de 250 μ m, ejecutando barridos verticales (“dipping”) en la vegetación acuática, como lo recomienda Arangúren *et al.* (10), y barridos horizontales para capturar individuos epineustónicos. Adicionalmente, se realizaron recolectas manuales en macrófitas acuáticas, buscando comunidades epifíticas.

Para la ZTAT, se utilizó la misma red D, removiendo el sustrato a lo largo del perímetro de la laguna. El material recolectado fue procesado en campo en bandejas blancas, separando los organismos con pinzas entomológicas bajo lupa. Los ejemplares se almacenaron en microtubos con alcohol al 70 % y se rotularon con información de la zona y temporada de muestreo.

Métodos de determinación

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio del semillero de investigación SILEAT de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se emplearon un estereoscopio MOTIC SMZ-171 con cámara incorporada y un microscopio LEICA DM500 para observar los caracteres morfológicos de los especímenes. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel de género en la mayoría de los casos, siguiendo claves especializadas (11,12,13,14,15). Para los quironómidos, se realizaron montajes para observar las estructuras cefálicas, que incluyó tratamiento en KOH al 10 % y fijación en láminas con gelatina glicerizada tras el proceso de lavado en alcohol.

Análisis de datos

La tabulación y representación gráfica de los datos se realizó en Microsoft Excel, mientras que el cálculo de los índices de diversidad se realizó en el programa PAST (16). Como método para la estimación de la estructura de macroinvertebrados se determinaron los índices de Shannon, dominancia de Simpson y Riqueza de Margalef, así

mismo se utilizó el índice cuantitativo de Morisita con el fin de establecer la similitud en la composición de macroinvertebrados en cada zona para cada temporada.

Resultados

Caracterización de las zonas de muestreo.

Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT)

La ZTAT está conformado por vegetación arbórea como *Pseudolmedia sp.*, *Duroia micrantha*, *Eschweilera*, *Malpighia eae*, *Richeria grandis*, *Licania latifolia*, entre otras, las cuales con sus ramas, troncos y hojas aportan abundante materia orgánica al suelo, la hojarasca es sin duda el principal sustrato de esta zona (Fig. 3). En esta zona, uno de los principales cambios apreciables fue el nivel de agua, se presentó una leve disminución (3m) en octubre en comparación con agosto de 2018; mientras que, para febrero de 2019 la ZTAT se redujo 20 m, lo que representa una menor área de colonización para las especies acuáticas. Durante este descenso se formó en la ZTAT una zona de sustrato mixto integrada por la hojarasca arrastrada por el movimiento del agua y la biomasa de la planta acuática *Najas sp.* (Fig. 4). Para los meses de mayores precipitaciones (agosto y octubre) son bajas las poblaciones de *Najas*, mientras que en época seca esta planta se expande por la superficie de la laguna. Por el contrario, en época de aguas altas son extensas las agrupaciones de la especie *Eichhornia azurea* (coberturas de hasta 10 m²), sin embargo, en época de bajas precipitaciones esta macrófita presentó una gran disminución (Fig. 5).



Figura 3. Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT): a. Durante época de lluvias en octubre 2018. b. Durante época de bajas precipitaciones en febrero de 2019. Fuente: Katherine Piñeros Garzón.

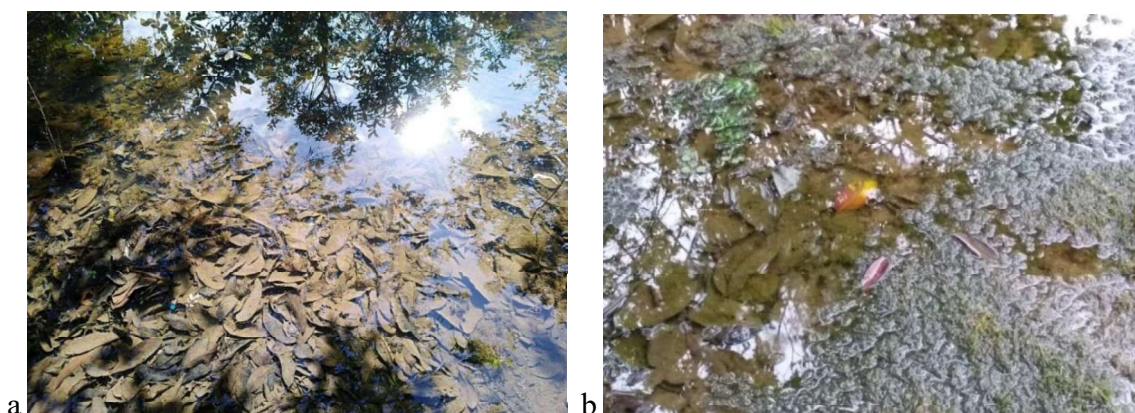


Figura 4. a. Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT) en octubre 2018. b. Zona de Transición Acuático Terrestre (ZTAT) durante febrero 2019. Fuente: Katherine Piñeros Garzón.

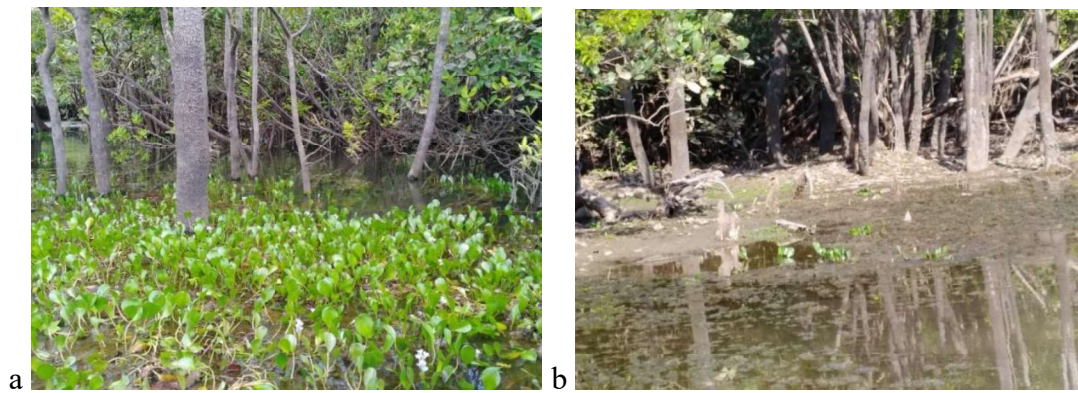


Figura 5. Población de *Eichhornia azurea*: a. en época de aguas altas. b. en época de aguas bajas.
Fuente: Katherine Piñeros Garzón.

Zona litoral

La zona litoral estuvo constituida por parches de macrófitas siendo las más destacadas por su extensión *Eichhornia azurea* y del género *Najas* sp, que además presentaron cambios en el tamaño de sus poblaciones en aguas altas y aguas bajas. También se encontraron representantes de *Salvinia auriculata* y macrófitas arraigadas de hojas flotantes con menor presencia durante las jornadas de muestreo (Fig. 6).

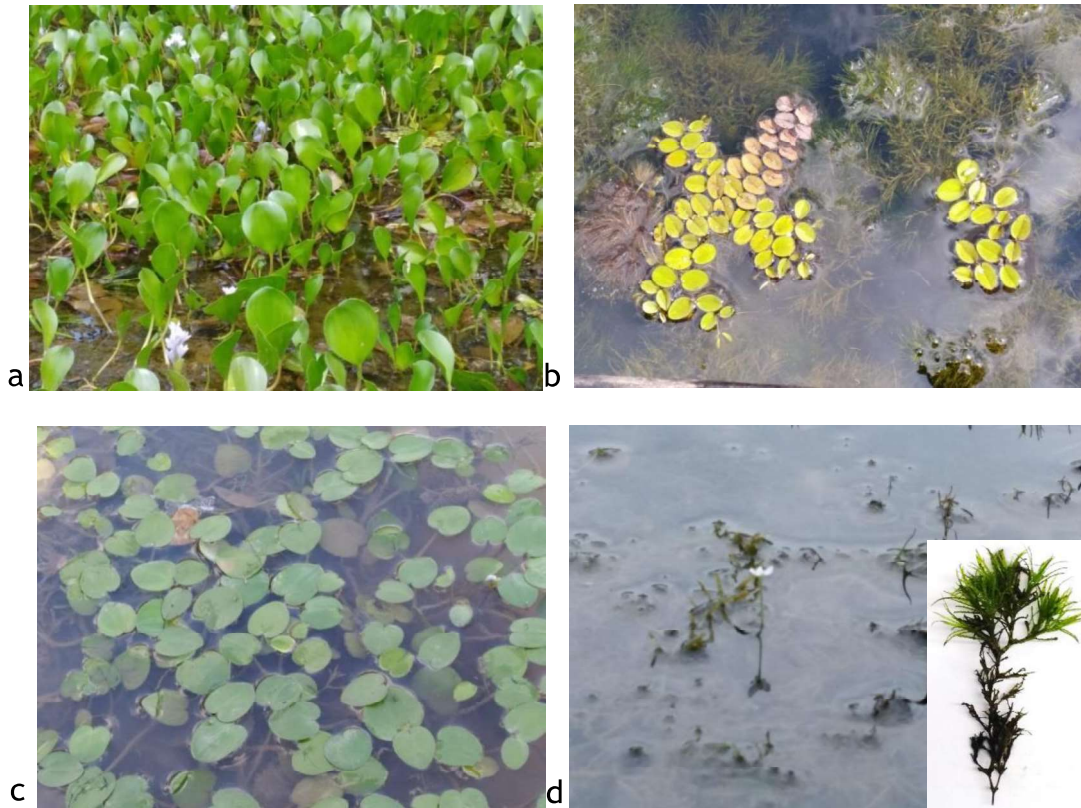


Figura 6. Plantas acuáticas presentes en la zona litoral: a. *Eichhornia azurea*, b. Planta acuática arraigada con hojas flotantes, c. *Salvinia auriculata*, d. *Najas* sp.. Fuente: Katherine Piñeros Garzón.

Composición de macroinvertebrados.

Se recolectaron 1587 individuos correspondientes a 5 clases, 13 órdenes, 40 familias y 76 géneros y/o morfogéneros (Tabla 1): La clase Insecta estuvo representada por la mayor cantidad de órdenes (6), seguida de la clase Arachnida con 2, mientras que las clases Clitellata, Branchiopoda, Collembola, Oligochaeta y Ostracoda solo presentaron un orden. En la zona litoral se colectaron 807 especímenes agrupados en 33 familias y 53 géneros mientras que en la ZTAT 779 individuos, 33 familias y 63 géneros.

De manera general los órdenes más diversos a nivel de género fueron: Coleoptera (26 géneros), Hemiptera (12), Odonata (12) y Diptera (9); se destacaron, además, por ser los órdenes con mayor abundancia. Por otro lado, Ephemeroptera no presentó variedad de géneros, Finalmente, Rhynchobdellida, Trichoptera, Araneae, Trombidiformes, Diplostraca, Symphypleona y Haplotaenidae mostraron reducida diversidad y abundancia.

En relación con las familias encontradas durante todos los muestreos, las más abundantes fueron Chironomidae (14%), Libellulidae (12%), Hydrophilidae (12%), Dytiscidae (6%), Baetidae (6%), Glossiphoniidae (5%), Notonectidae (5%), Naucoridae (4%), Caenidae (4%), Mesoveliidae (3%), Gerridae (3%), Coenagrionidae (3%), Cyclestheriidae (3%), Culicidae 3% y Familia 2 (Collembola) (3%).

Tabla 1. Composición de macroinvertebrados en la laguna Gaviotas por zonas y jornadas de muestreo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Colecta1		Colecta2		Colecta3		Abund
				LI	ZTAT	LI	ZTAT	LI	ZTAT	
Arachnida	Araneae	Lycosidae	Morfo A	4	0	10	1	0	1	16
		Salticidae	<i>Lyssomanes</i>	0	1	0	1	0	0	2
	Trombidiformes	Familia 1	Morfo B	0	0	0	1	0	0	1
		Hydrachnidae	<i>Hydrachna</i>	13	0	7	2	1	1	24
Clitellata, subclase: Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Morfo C	0	0	0	3	0	0	3
			Morfo D	0	2	0	0	0	0	2
			<i>Helobdella</i>	40	3	17	16	0	1	77
Branchiopoda	Diplostraca	Cyclestheriidae	<i>Cyclestheria</i>	12	0	34	0	0	0	46
Collembola	Symphypleona	Familia 2	Morfo E	0	0	0	0	45	0	45
Insecta	Coleoptera	Carabidae	Morfo F	0	0	0	1	0	0	1
			Morfo G	0	0	0	1	0	0	1
		Chrysomelidae	Morfo H	0	0	0	1	0	0	1
			<i>Cyrtobagous</i>	0	0	0	0	0	1	1
		Dytiscidae	<i>Bidessodes</i>	0	0	0	0	0	1	1
			<i>Bidessonotus</i>	0	0	0	0	0	2	2
			<i>Copelatus</i>	0	0	0	0	0	1	1
			<i>Cybister</i>	0	0	0	0	0	8	8
			<i>Desmopachria</i>	0	0	1	0	0	0	1
			<i>Hydaticus</i>	0	0	0	1	0	2	3
			<i>Hydrodessus</i>	0	1	0	0	0	0	1
			<i>Hydrodytes</i>	0	0	1	0	0	0	1
			<i>Thermonectus</i>	0	0	0	0	0	2	2
			<i>Laccophilus</i>	3	5	32	1	6	36	83
		Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	2	0	4	0	3	0	9
			<i>Gyrinus</i>	0	0	1	0	0	0	1
		Hydrophilidae	<i>Anacaena</i>	0	0	0	0	0	1	1
			<i>Berosus</i>	1	4	1	0	17	56	79
			<i>Helochares</i>	0	0	0	0	0	3	3
			<i>Notionotus</i>	0	0	0	0	0	1	1
			<i>Tropisternus</i>	1	0	0	2	4	106	113
		Hydroscaphidae	<i>Yara</i>	0	0	0	1	0	0	1

		Noteridae	<i>Hydrocanthus</i>	3	0	0	0	2	0	5
			<i>Mesonoterus</i>	0	1	0	0	0	0	1
Diptera			<i>Suphisellus</i>	4	1	0	0	0	4	9
		Scirtidae	<i>Contacyphon</i>	0	0	2	4	0	0	6
		Ceratopogonidae	Morfo I	0	1	3	0	0	2	6
		Chaoboridae	<i>Chaoborus</i>	4	4	0	1	0	0	9
		Chironomidae	<i>Chironomus</i>	10	60	5	38	7	41	161
			<i>Ablabesmyia</i>	14	9	14	9	2	0	48
			<i>Coelotanypus</i>	1	0	1	0	0	5	7
		Culicidae	<i>Anopheles</i>	4	0	0	0	0	12	16
			<i>Culex</i>	9	1	4	0	4	4	22
			<i>Aedes</i>	0	0	0	0	10	0	10
Ephemeroptera		Tabanidae	Morfo J	3	0	0	0	0	0	3
		Baetidae	<i>Callibaetis</i>	9	4	12	3	46	21	95
		Caenidae	<i>Brasilocaenis</i>	3	3	3	51	1	5	66
		Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>	2	3	0	0	1	0	6
Hemiptera		Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	12	2	9	0	2	4	29
		Corixidae	<i>Tenagobia</i>	10	10	18	0	1	0	39
		Gerridae	<i>Neogerris</i>	2	0	2	2	4	1	11
			<i>Trepobates</i>	2	0	1	0	6	0	9
Odonata			Morfo K	1	0	2	0	11	14	28
		Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	1	0	0	2	33	10	46
		Naucoridae	<i>Pelocoris</i>	2	1	27	1	6	28	65
		Nepidae	<i>Ranatra</i>	2	0	0	0	1	0	3
		Notonectidae	<i>Buenoa</i>	1	2	0	0	29	9	41
			<i>Martarega</i>	6	3	2	1	19	0	31
		Veliidae	<i>Microvelia</i>	0	0	0	0	2	13	15
		Aeshnidae	<i>Coryphaeschna</i>	1	0	4	1	2	2	10
		Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	11	4	21	1	10	0	47
		Libellulidae	<i>Dythemis</i>	0	15	0	13	0	2	30
			<i>Erythemis</i>	0	0	3	0	10	1	14
			<i>Erythrodiplax</i>	0	0	8	0	5	7	20
			<i>Idiataphe</i>	0	0	0	0	19	10	29
			<i>Miathyria</i>	0	0	3	0	1	3	7
			<i>Micrathyria</i>	12	4	1	4	14	0	35
			<i>Perithemis</i>	0	11	0	20	0	4	35
			<i>Rhodopygia</i>	0	0	0	0	16	3	19
			<i>Tauriphila</i>	0	0	0	0	0	2	2
		Protoneuridae	<i>Epipleoneura</i>	0	0	0	1	0	0	1
Trichoptera		Hydropsychidae	<i>Macronema</i>	0	0	2	3	0	0	5
		Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	1	0	0	0	0	0	1
			<i>Oxyethira</i>	1	0	0	0	0	0	1
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	Morfo L	0	0	0	2	0	6	8
Ostracoda	Orden X	Familia 3	Morfo M	5	0	0	0	0	0	5
Total				212	155	255	189	340	436	1587

LI: Zona litoral, ZTAT: Zona de Transición Acuático Terrestre.

Composición de macroinvertebrados por zonas y temporadas

Para la zona litoral se encontraron 807 individuos, 212 en agosto (2018), 255 en octubre (2018) y 340 en febrero 2019. Para la primera fecha se encontraron 36 géneros, para la segunda 32 y para la última 33. En la ZTAT se registraron 779 individuos, 155 en agosto, 189 en octubre y 436 en febrero, representados por 25 géneros en aguas altas, 31 en aguas en descenso y 41 en aguas bajas. Se destaca a la ZTAT de la colecta 3 como el sector que más géneros presentó.

Índices de diversidad

Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener arrojó que todas las zonas en las tres temporadas tienen una alta diversidad, este valor tuvo un comportamiento descendente para la zona litoral y ascendente para la ZTAT en el transcurso de los hidroperiodos. Para la zona litoral, los valores fueron de 3.084, 2.92 y 2.952 en la primera, segunda y tercera recolecta. La ZTAT presentó valores menores a los calculados para la zona litoral; estos fueron de 2.407, 2.469 y 2.814 (Fig. 7).

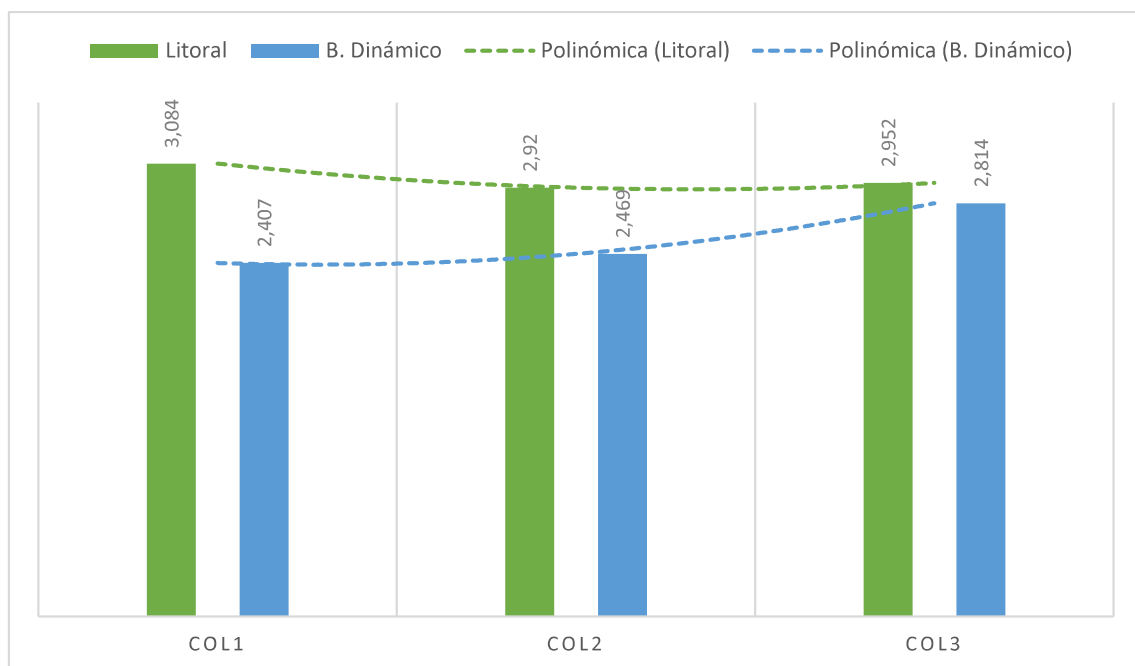


Figura 7. Índice de Shannon-Wiener para cada zona y jornada de recolecta (Col1, Col2, Col3).

Índice de Simpson

Como se puede observar en la figura 8, la posibilidad de que dos individuos colectados en cada una de las zonas sean del mismo género es baja, aun así la ZTAT en todas las temporadas es más propensa a presentar dominancia de uno o varios géneros, presentando un valor de 0.1784 para la época de aguas altas, 0.1412 en época de descenso de agua y 0.1036 en época de aguas bajas, en oposición los valores de este índice fueron menores para la zona litoral, mostrándose similares para todas las colectas, tomando valores de 0.0684, 0.07279 y 0.07111, de forma correspondiente para las recolectas 1, 2 y 3 (Fig. 8).

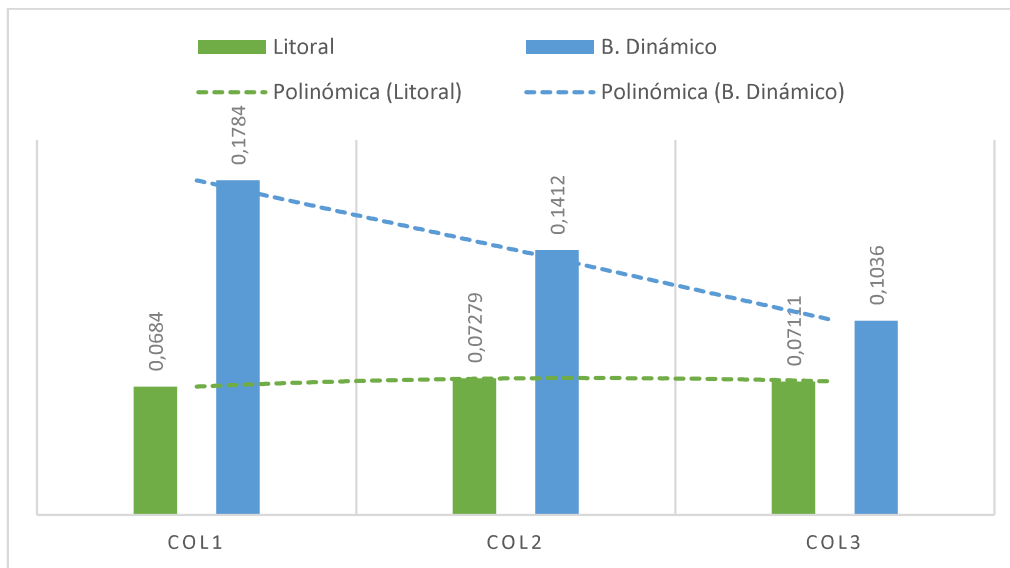


Figura 8. Índice de Simpson para cada zona y jornada de recolecta (Col1, Col2, Col3).

Índice de Margalef

En la laguna Gaviotas, durante la temporada de aguas altas, la riqueza de macroinvertebrados en la zona litoral alcanzó un total de 6.534 individuos y descendió presentando un valor de 5.49 en temporada de aguas bajas, la ZTAT tuvo un comportamiento opuesto con un estimado de 4.759 en aguas altas y 6.581 en aguas bajas (Fig. 9).

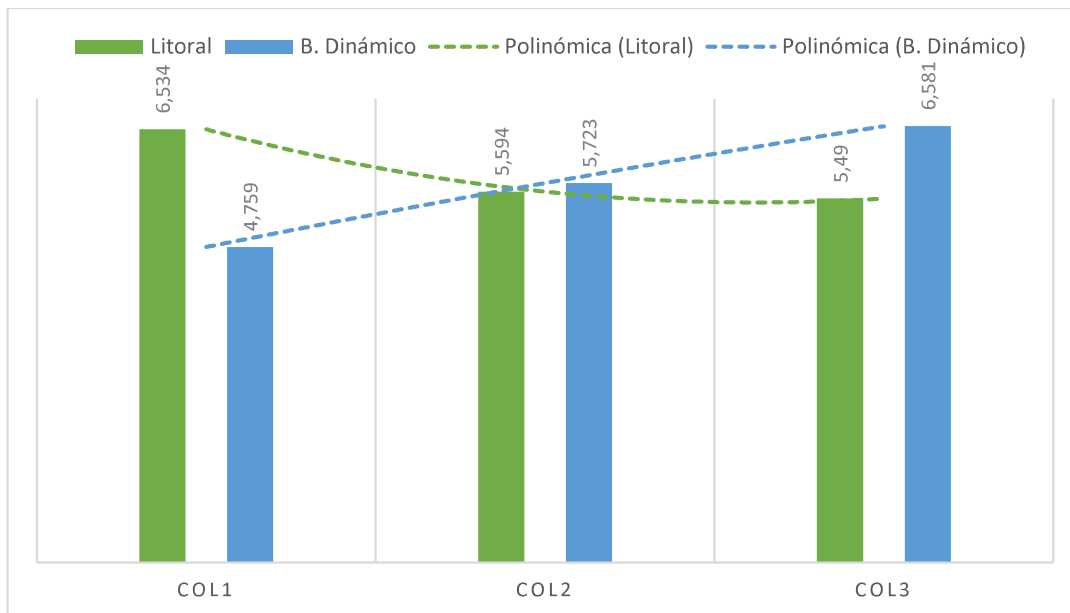


Figura 9. Índice de Margalef para cada zona y jornada de recolecta (Col1, Col2, Col3).

Índice de Morisita

Según los resultados del índice de Morisita, las zonas que presentaron mayor similitud con respecto a la composición de macroinvertebrados son las litorales de la primera y segunda recolecta, con un valor de 0.61134 y las ZTAT de la primera y segunda colecta, con valor de 0.64561 (Tabla 2). El análisis reflejó valores bajos de similitud entre la composición de las tres épocas, de igual modo hay una disimilitud entre la zona litoral y la ZTAT. En el análisis de clúster se muestra que las zonas durante la época seca son lejanas en comparación con las de mayores precipitaciones (Fig. 10).

Tabla 2. Valores de similitud de la composición de macroinvertebrados para cada colecta/zona de muestreo.

	Colecta1-LIT	Colecta1-BD	Colecta2-LIT	Colecta2-BD	Colecta3-LIT	Colecta3-BD
Colecta1-LIT	1	0.2917	0.61134	0.34264	0.22913	0.14934
Colecta1-BD	0.2917	1	0.20625	0.64561	0.14615	0.32572
Colecta2-LIT	0.61134	0.20625	1	0.17625	0.23069	0.26915
Colecta2-BD	0.34264	0.64561	0.17625	1	0.096152	0.2295
Colecta3-LIT	0.22913	0.14615	0.23069	0.096152	1	0.31726
Colecta3-BD	0.14934	0.32572	0.26915	0.2295	0.31726	1

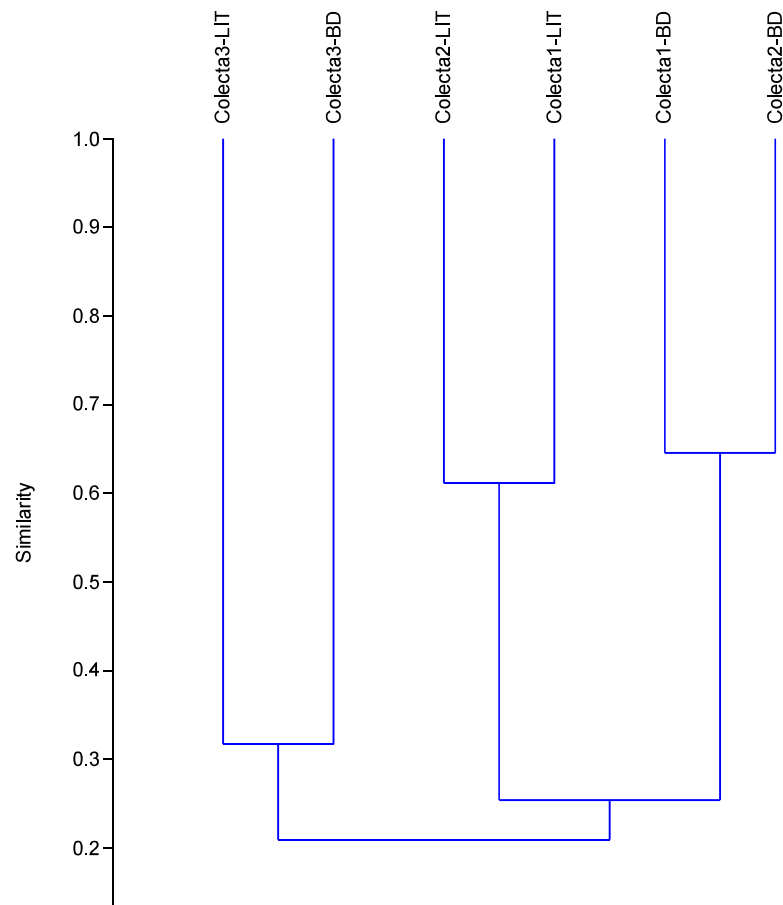


Figura 10. Dendrograma de similitud de la composición de macroinvertebrados acuáticos en cada zona y jornada de colecta.

Discusión

Los ecosistemas asociados a planicies de inundación se caracterizan por su alta biodiversidad y productividad, debido a las fluctuaciones periódicas entre hábitats terrestres y acuáticos, impulsadas por procesos de erosión, sedimentación e inundaciones temporales (17). Las áreas circundantes a cuerpos de agua de várzea presentan vegetación arbórea y arbustiva adaptada a los cambios en el nivel del agua, la cual aporta grandes cantidades de materia orgánica. Este material se descompone rápidamente gracias a las condiciones de temperatura elevada y los pulsos de inundación (18), liberando bioelementos que constituyen una fuente importante de energía y nutrientes para invertebrados fragmentadores y organismos descomponedores (19).

Pérez-Vásquez *et al.* (20) señalaron que las poblaciones de plantas acuáticas están influenciadas por factores como las características geomorfológicas del ecosistema y el tamaño de la masa de agua. Además, el pulso de inundación regula los ciclos reproductivos de estas especies, adaptándolos a las épocas más favorables del año. Esto provoca

variaciones en los parches de macrófitas, afectando directamente los nichos ecológicos y la disponibilidad de recursos alimenticios, lo cual a su vez ocasiona modificaciones en el ensamblaje de macroinvertebrados (21). Lo anterior coincide con los resultados observados en este estudio, donde se evidenciaron diferencias significativas en la extensión de las macrófitas durante agosto, octubre y febrero, lo cual estuvo acompañado de cambios temporales en la composición, riqueza de géneros y abundancia de macroinvertebrados.

Eichhornia azurea (Swartz) Kunth (1843) fue dominante durante las fases de aguas altas y aguas en descenso. Es una planta acuática de la familia Pontederiaceae, nativa de América, y frecuente en áreas con pulso de inundación moderado (22). Esta especie presenta tallos vegetativos elongados y fibrosos, que alcanzan varios metros de longitud. En plantas jóvenes, las raíces son sumergidas, mientras que en la etapa adulta se desarrollan como estructuras abundantes no adheridas al sustrato, extendiéndose hasta un metro (23,24). Estas raíces forman colchones flotantes que retienen partículas de materia orgánica y detritos, favoreciendo la colonización de organismos colectores y, con ello, la llegada de depredadores. Además, las hojas de *E. azurea* sirven de alimento para especies trituradoras, lo cual, junto con su estructura y oferta de recursos, proporciona beneficios tanto para invertebrados como para peces, lo que explica la diversidad y abundancia de fauna asociada a esta planta.

Respecto a la presencia de macroinvertebrados, Lasso *et al.* (25) señalaron que, en ecosistemas lénticos colombianos, es común la dominancia de los órdenes Odonata, Coleoptera y Hemiptera, lo cual se evidenció también en la composición de la laguna estudiada.

Las familias observadas durante agosto y octubre son similares a las reportadas por Silva & Henry (26) en *Eichhornia azurea* de ecosistemas lénticos en São Paulo, donde se encontraron frecuentemente los taxones Hirudinea, Oligochaeta, Hydrachnidae, Conchostraca, Ostracoda, Noteridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Caenidae, Aeshnidae, Libellulidae, Coenagrionidae y Nematoda.

Por su parte, Giraldo *et al.* (27) registraron, durante la época seca, una alta abundancia y diversidad de coleópteros en tres lagunas del Parque Nacional Tuparro. De manera similar, Pouilly *et al.* (17) afirmaron que adultos de las familias Dytiscidae, Helodidae, Hydro-

philidae, Noteridae y Scirtidae se distribuyen principalmente en la zona litoral de aguas estancadas, donde nadan entre la vegetación.

En febrero 2019 se observó una expansión de la cobertura de macrófitas, lo que incrementó la oferta de alimento y refugio para los organismos asociados. Durante esta época, una gran proporción de las macrófitas se encontraba en estado senescente, lo cual, según Silva & Henry (26), resulta en la liberación de polifenoles que hacen los detritos más apetecibles para los macroinvertebrados. Este fenómeno permite explicar la mayor cantidad y abundancia de géneros registrada en esta fecha. Durante la época seca, la biomasa de macrófitas se acumuló en la periferia de la laguna, formando un sustrato mixto junto con la hojarasca. Rivera *et al.* (28) reportaron, para sabanas inundables de la Orinoquia, que los sustratos de hojarasca y mixtos albergan un mayor número de órdenes de macroinvertebrados, destacando que la heterogeneidad del sustrato es un factor clave para incrementar la riqueza de especies. Además, estos autores señalaron que la hojarasca es un sustrato particularmente rico en recursos, lo que explica su alta diversidad específica y la elevada densidad de organismos asociados.

Los hirudíneos de la familia Glossiphoniidae son frecuentes en ambientes lénticos y léticos, donde se fijan a la vegetación sumergida, actuando como depredadores y mostrando tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno (29). En la laguna, estos organismos se encontraron en la hojarasca únicamente durante octubre; sin embargo, fueron abundantes en las raíces de *Eichhornia azurea* durante las dos primeras recolectas. Resultados similares fueron reportados por Poi (30) y Marco *et al.* (31) para la misma planta. El género *Helobdella*, según Gullo (32), es atraído a la vegetación debido a la abundancia de presas como oligoquetos, crustáceos, moluscos y larvas de artrópodos. Este autor también documentó una disminución de las especies dominantes de este género atribuida a modificaciones en las poblaciones de vegetación, lo cual explica la reducción en la abundancia de este género durante la temporada seca. Un patrón similar se observó para los taxones *Cyclothemia*, Morfo M (Ostracoda) e *Hydrachna*, siendo los dos primeros exclusivos de *E. azurea*.

El orden Diptera en la laguna, estuvo representado por una alta abundancia de la familia Chironomidae, mientras que Chaoboridae, Culicidae, Ceratopogonidae y Tabanidae estuvieron presentes en menor proporción.

Dentro de Chironomidae, se destacó el género *Chironomus*, caracterizado por su ciclo de vida corto y su capacidad de alcanzar altas densidades poblacionales. Según Butakka *et al.* (33), la presencia y abundancia de *Chironomus* reflejan la disponibilidad de grandes cantidades de materia orgánica. Estos individuos tienden a enterrarse en este material y presentan un característico color rojo debido a su alto contenido de hierro, una adaptación a ambientes con bajos niveles de oxígeno disuelto (34). Aunque la familia Chironomidae suele asociarse con lugares de baja calidad del agua, su presencia tiene una gran relevancia ecológica en la red trófica. Estos organismos poseen una amplia variedad de preferencias alimenticias, además de ser una fuente importante de alimento para aves, anfibios, otros macroinvertebrados y, especialmente, peces.

El género *Ablabesmyia* estuvo presente en agosto y octubre 2018. Este género puede tolerar una amplia gama de hábitats y condiciones ecológicas; sus larvas son depredadoras de oligoquetos y quironómidos más pequeños (35). En concordancia con los hallazgos de este estudio, *Ablabesmyia* es más frecuente en sedimentos de zonas poco profundas o asociada a la vegetación (14). Zilli (35) documentó que, en la llanura aluvial del río Paraná, la abundancia de las larvas de este género está influenciada por los cambios en la cobertura de plantas acuáticas, lo que puede explicar los resultados observados.

La baja cantidad de *Chaoborus* observada durante los muestreos no parece estar relacionada con una escasa presencia en el lugar, sino que se atribuye a la alternancia de hábitats que este género realiza. Durante el día, tiene un comportamiento planctónico, mientras que por la noche se encuentra en el fango (36). Por este motivo, Ramírez *et al.* (37) afirmaron que esta especie es más frecuente en los muestreos de bentos.

La familia Culicidae, representada en este cuerpo de agua por los géneros *Anopheles*, *Culex* y *Aedes*, prefiere ecosistemas lénticos con aguas estancadas. Estos dípteros son frecuentemente estudiados debido a su importancia como vectores de patógenos en medicina animal y humana, como lo señalan Mis *et al.* (38) y Parra & Suárez (39). Sin embargo, su relevancia ecológica y su aporte a la circulación energética en los ecosistemas suelen ser aspectos menos valorados.

En el caso de los coleópteros, se registró una amplia cantidad de individuos y géneros. Según Laython (40),

en Colombia este grupo es altamente representativo en comparación con otros macroinvertebrados. Los coleópteros desempeñan un papel importante al controlar poblaciones de otros animales y vegetales. Dentro de este orden, destacó la familia Dytiscidae, que presentó la mayor riqueza. Los integrantes de esta familia son caracterizados como depredadores, consumiendo invertebrados, peces e incluso carroña. Además, utilizan las plantas acuáticas como sustrato para depositar sus huevos (41). En este caso, *Laccophilus* fue el género más numeroso, cuya presencia, según Roldán (42) y Santiago & Sandoval (43), se asocia a aguas mesosaprobias. Algunas especies de este género muestran tolerancia a parámetros fisicoquímicos como cloruros, dureza total y nitrógeno amoniacal (43).

Por otro lado, la familia Hydrophilidae presentó altos valores de abundancia relativa durante la temporada de aguas bajas. Esta familia se encuentra preferentemente en aguas lénticas, de poca profundidad y con un alto contenido de materia orgánica (42). Debido a estas características, son conocidos como "escarabajos basureros". No obstante, Arce & Miguel (44) propusieron el término "coleópteros omnívoros del agua", ya que ocasionalmente son carroñeros, detritívoros o depredadores. Sin embargo, su dieta principal en estado adulto incluye algas, hongos, hojas en descomposición y vegetación. Los géneros más destacados fueron *Berosus* y *Tropisternus*, los cuales comparten el mismo hábitat y se desplazan sobre la vegetación sumergida (45).

La diversidad y estructura de los macroinvertebrados en la laguna estudiada evidenció patrones asociados a las variaciones hidrológicas y características del hábitat. Por otro lado, los efemerópteros mostraron baja abundancia, limitada a *Brasiloaenis* y *Callibaetis*, cuya distribución se relacionó con la sensibilidad a la materia orgánica disuelta y la presencia de vegetación acuática durante aguas bajas (46,47).

El orden Odonata fue significativo por su rol como depredadores y bioindicadores de calidad del agua (48). La familia Libellulidae, con *Erythemis* y *Rhodopygia*, predominó en aguas bajas, mientras que *Dythemis* y *Perrithemis* se asociaron con épocas lluviosas, reflejando su variada preferencia de hábitats (42,49).

Los índices ecológicos evidenciaron mayor diversidad en la zona litoral durante aguas altas, con una riqueza similar en la ZTAT de aguas bajas y la zona litoral de aguas altas. La dominancia en la ZTAT estuvo rela-

cionada con la abundancia de *Chironomus* y *Berosus*, mientras que los valores del índice de Margalef destacaron la influencia positiva de las macrófitas en la colonización de grupos (42,50).

Este estudio resalta la importancia de los macroinvertebrados como indicadores ecológicos y elementos clave en la red trófica acuática y terrestre, particularmente en sistemas lacustres altamente dinámicos como el evaluado en el presente estudio. No obstante, la baja frecuencia de muestreos y la falta de parámetros fisicoquímicos precisos limitaron el análisis, aunque se lograron nue-

vos reportes para el municipio y el departamento, incluyendo especies previamente no documentadas (51).

Agradecimientos

Al semillero de investigación en Limnología, Educación Ambiental y Tecnología de la Universidad Distrital (SILEAT-UD).

Referencias

1. Murcia-García U, Jaramillo O, Cañón F, Latorre JP. 2016. Mapa de ecosistemas de la Amazonia colombiana del año 2012, segunda versión. Convenio Instituto SINCHI – Parques Nacionales Naturales. Bogotá (Colombia): Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Parques Nacionales Naturales. Incluye mapa impreso y síntesis de la memoria técnica.
2. Arias J, Prieto A. 2007. Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonía colombiana: diagnóstico. Capítulo 2: Diversidad biológica del sur de la Amazonía colombiana. CORPOAMAZONIA, Instituto Humboldt, Instituto SINCHI.
3. Montoya JV, Castillo MM, Sánchez L. La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia*. 2011;36(12):900-907. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921507006>
4. Chagas FB, Rutkoski CF, Bieniek GB, Pasquali Vargas GDL, Hartmann PA, Hartmann MT. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. *Rev. Ambient. Água* 2017;12(3):416-425. doi.org/10.4136/ambi-agua.2015
5. Forero-Céspedes AM, Reinoso-Flórez G, Gutiérrez C. Evaluación de la calidad del agua del río Opia (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos. *Caldasias*. 2013;35(2):371-87. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/41208>
6. Del C. Guinard J, Ríos T, Bernal Vega JA. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y Ambiente*. 2013;16(2):61-70. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169428420005>
7. Chaux, J.P., Pimentel-Parra, G.A., Murcia-Ordoñez, B., Chaves-Moreno, L.C., Acosta, L.C., Suárez, L.F. 2018. Biodiversidad de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados al río Fragua Chorroso y su papel como bioindicador de calidad de agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. 2018; 14 (2): 1-8.
8. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA). (2011). Proyecto: Formulación de los planes de ordenación y manejo de dos cuencas (Caño Grande y Río Unilla) y los planes de manejo de dos microcuencas (Platanales y La María) en el departamento del Guaviare, jurisdicción CDA (Contrato de consultoría 001 de 2011). Recuperado de <https://cda.gov.co/apc-aa>
9. Holdridge L. R. (1996). Ecología basada en zonas de vida. Quinta Reimpresión. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
10. Arángüen N, Bolívar A, Canosa A, Galvis G, Mojica JI, Donato JC, et al. Manual de métodos en limnología. Bogotá: Asociación Colombiana de Limnología; 2002. 123 p.
11. Domínguez E, Fernández H. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos (sistemática y biología). Tucumán: Fundación Miguel Lillo; 2009.

12. Epler JH. The water beetles of Florida: an identification manual for the families Chrysomelidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Helophoridae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, and others. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection; 2010
13. Ramírez A, Capítulo 5. Odonata. Revista de Biología Tropical. 2010;58(4):97-136. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44922967005>
14. Hamada N, Nessimian JL, Querino RB, editors. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do INPA; 2014.
15. Hamada N, Thorp J, Rogers C, editors. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Keys to Neotropical Hexapoda. 4th ed. Vol. 3. Elsevier; 2019.
16. Hammer Q., Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4: 9
17. Pouilly M, Beek SG, Moraes M, Ibañez C. Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré: importancia ecológica de la dinámica fluvial. Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología Simón I. Patiño; 2004. 383 p.
18. Beltrán Tolosa, L Estudio de la composición macrotaxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y hongos asociados a la hojarasca aportante a los igarapes amazónicos. Uniandes; 2003, 64 p.
19. Valle Arango JI. Descomposición de la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacífico colombiano. Interciencia. 2003;28(3):148-153. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33907804>
20. Pérez-Vásquez NDS, Arias-Ríos J, Quirós-Rodríguez JA. Variación espacio-temporal de plantas vasculares acuáticas en el complejo cenagoso del bajo Sinú, Córdoba, Colombia. Acta Biol Colomb. 2015;20(3):155-165. doi.org/10.15446/abc.v20n3.45380.
21. Montoya Moreno Y, Aguirre R N. Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (Ciénagas) en Colombia. Gest. Ambient. 2009;12(3):85-106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25323>
22. Piedade MTF, Lopes A, Demarchi LO, Junk W, Wittmann F, Schöngart J, Cruz J. Guía de campo de herbáceas acuáticas: várzea Amazônica. Manaus: Editora INPA; 2018.
23. Novelo PA. Pontederiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 63. México D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; 1998.
24. Hernández MC. Estudio de especies de Thrypticus (Insecta, Diptera, Dolichopodidae) asociadas con Eichhornia crassipes y otras Pontederiaceas en América del Sur. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; 2007.
25. Lasso C, Gutiérrez F, Morales D. Humedales interiores de Colombia: Identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2014.
26. Silva CV, Henry R. Aquatic macroinvertebrates associated with Eichhornia azurea (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). Braz J Biol 2013; 73:149-62. doi.org/10.1590/S1519-69842013000100016
27. Giraldo-Kalil, L, González-Delgado T, Ordóñez-Pachón, M, Palacios-Aldana, L, Rincón-Triana, D, Samacá-Sáenz, E, et al. Evaluación en época seca de ecosistemas acuáticos y terrestres: componentes de vegetación y faunación. Sector Centro Administrativo PNN El Tuparro (Cumaribo, Vichada). 2011; Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Facultad de Ciencias Departamento de Biología.
28. Rivera C, Zapata A, Pérez D, Morales Y, Ovalle H, Alvarez J. Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). Acta Biol Colomb. 2010;15(1):145-166.
29. Ocegüera-Figueroa A. Especie nueva de sanguijuela del género helobdella (rhynchobdellida: glosiphoniidae) del lado de Catemaco, Veracruz, México. Vol. 23, Acta Zool. Mex. 2007: 15-22. doi.org/10.21829/azm.2007.231553
30. Poi ASG. Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay River. Acta Limnol Bras. 2003 Dec;15(1):55-63.
31. Marco P, Reis Araújo MA, Barcelos MK, Santos MBL. Aquatic invertebrates associated with the water-hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in an eutrophic reservoir in tropical Brazil. Stud Neotrop Fauna Environ. 2010;36(1):73-80. doi:10.1076/snfe.36.1.73.8880
32. Gullo BS. Hirudíneos asociados a hidrófitas en la Laguna Los Patos, Buenos Aires, Argentina. Rev Mus La Plata Zool. 2007;8:11-18.
33. Butakka CM de M, Gomes LC, Takeda AM. Taxonomic and numeric structure of Chironomidae (Dip-

- tera) in different habitats of a Neotropical floodplain. Vol. 104, Iheringia. Série Zoologia. FapUNIFESP (SciELO); 2014. p. 314–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-476620141043314322>
34. Murrieta-Morey GA, Nájjar J, Alcantara-Bocanegra F. Incubación de huevos y determinación del ciclo biológico de chironomus sp. (*chironomidae*, *diptera*) en cubetas de plástico. Folia Amazónica 2016; 25:37 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP; 2016. Available from: <http://dx.doi.org/10.24841/fa.v25i1.381>
 35. Zilli FL. Bentos en ambientes leníticos con diferente grado de conectividad en la llanura aluvial del río Paraná Medio [Internet]. Universidad Nacional de La Plata; Available from: <http://dx.doi.org/10.35537/10915/4303>
 36. Alarcón P, Casanova A, Ruiz I, Delacour S, Pinal R, Boix D, et al. Primera cita de *Chaoborus crystallinus* (De Geer, 1776) (Diptera: Chaoboridae) para la provincia de Zaragoza (Noreste de España). Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.). 2011;466–468.
 37. Ramírez J, Roldán G, Machado T, Cano W. Primer reporte de *Chaoborus* (Diptera, Chaoboridae) por Colombia. Actualidades Biológicas. 1989;18(65):122-126.
 38. Mis Ávila PC, Canul Amaro GJ, Domínguez Galera MA. Determinación taxonómica de mosquitos (Culicinae: Culicidae) de la zona urbana de Chetumal, Quintana Roo. Rev Salud Quintana Roo. 2013;6(23):8-13.
 39. Parra G, Suárez L. Mosquitos (Diptera: Culicidae) vectores potenciales de arbovirus en la región de Urabá, noroccidente de Colombia. Biomédica. 2012;32(2):252-62.
 40. Laython, M. Coleópteros acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, distribución y taxonomía. 2017. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Facultad de Ciencias Departamento de Biología.
 41. Pérez-Rodríguez R, Saldaña-Arias A, Badillo-Solis A, Vicente-Velázquez V. Datos ecológicos sobre Dytiscidae y Hydrophilidae (Insecta: Coleoptera) de tres embalses de Tlaxcala, México. Rev Soc Mex Hist Nat. 2003;1:57-
 42. Roldán G. Manual de Limnología. Medellín: Universidad de Antioquia; 1989.
 43. Santiago-Fragoso S, Sandoval-Manrique JC. Coleópteros acuáticos y su relación con la dinámica fisicoquímica del Río Cuautla (Tramo Tetelcingo-Anenecuilco), Morelos, México. RH. 15 de enero de 2001;11(1):19-30. Disponible en: <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/950>
 44. Arce R, Miguel M. Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. Rev Mex Biodivers. 2011;82:491-514.
 45. Roldán G. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca; 2012. 148 p.
 46. Junk W, Robertson B. Aquatic Invertebrates. The Central Amazon Floodplain. Ecology of a Pulsing System. Springer; 1997.
 47. Flowers R, De la Rosa C. Capítulo 4. Ephemeroptera. Revista de Biología Tropical [Internet]. 2010;58(4):63-93. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44922967004>
 48. Clavijo C, Cázares M. Odonatos como bioindicadores de la calidad de agua en Surutato, Sinaloa. Bol Soc Mex Entomol. 2016;1-5.
 49. Pérez-Gutiérrez, LA., & Palacino-Rodríguez, F. (2011). Updated checklist of the Odonata known from Colombia. Odonatologica, 40(3): 203-225.
 50. Osorio C, Lasso C. Integración de criterios bioecológicos para el establecimiento de límites funcionales: Paso 4. En: XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Bogotá: Instituto Humboldt; 2015. p. 1-445
 51. Baron J, Leroy N, Angermeier P, Dahm C, Gleick P, Hairston N, et al. Ecosistemas de agua dulce sustentables. Tópicos en Ecología. 2003;10:1-18