



EVALUACIÓN PRELIMINAR DE MACROINVERTEBRADOS Y CALIDAD DEL AGUA EN AFLUENTES DE LA RESERVA FORESTAL EL MONTOSO, TRES PUNTAS, HERRERA, PANAMÁ (2022–2023)

PRELIMINARY ASSESSMENT OF MACROINVERTEBRATES AND WATER QUALITY IN TRIBUTARIES OF EL MONTOSO FOREST RESERVE, TRES PUNTAS, HERRERA, PANAMA (2022– 2023)

Diego A. Arrocha¹  Marilín Del C. Rodríguez²

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá
diego07.arrocha21@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5529-1798>

²Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá
rodriguezmarilin292@gmail.com <https://orcid.org/0009-0002-7556-4081>

DOI <https://doi.org/10.48204/j.mesoamericana.v27n1.a7371>

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Recibido: 12 de noviembre 2024 | Aceptado: 20 enero 2025 | Publicado: 30 marzo 2025.

Como citar este documento: Arrocha, A.D. y Rodríguez, M. Del C. 2025. Evaluación preliminar de macroinvertebrados y calidad del agua en afluentes de la Reserva Forestal el Montoso, Tres Puntas, Herrera, Panamá (2022–2023).

Autor corresponsal: Diego A. Arrocha., Universidad de Panamá,
diego07.arrocha21@gmail.com

Contribución de los autores: Los autores de este trabajo declaran haber participado en la realización de este proyecto de investigación en todas sus etapas, búsqueda de información y redacción del artículo.

Editor: Alonso Santos Murgas.

ABSTRACT: The occurrence of freshwater macroinvertebrates and water quality were evaluated in tributaries of the El Montoso Forest Reserve, located in the locality of Tres Puntas, Herrera Province, Panama. Sampling was conducted in November 2022 and March 2023 using D-frame nets, sieves, and manual collection techniques. A total of 28 families, 11 orders, and 3 classes were identified. The most representative orders were Megaloptera, Plecoptera, Coleoptera, and Trichoptera, with dominant families including Corydalidae (18.6%), Perlidae (17.9%), Polycentropodidae (8.7%), and Ptilodactylidae (8.0%). A higher occurrence of individuals was recorded during the dry season. The Shannon index indicated very high diversity ($H' = 2.76$), with higher values in the dry season than in the rainy season. The differences observed between seasons could be related to rainfall variation, which may indirectly affect habitat structure. During the rainy season, increased streamflow could cause physical disturbances that limit the persistence of certain organisms, whereas more stable conditions during the dry season may favor their establishment. The BMWP/PAN index yielded a value of 128, which, together with physicochemical parameters, indicates good water quality.

KEYWORDS: Aquatic bioindicators, Ecological diversity, BMWP/PAN index, Upper watershed, Dry and rainy seasons.

RESUMEN: Se evaluó la ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas y la calidad del agua en afluentes de la Reserva Forestal El Montoso, ubicada en la localidad de Tres Puntas, provincia de Herrera, Panamá. La recolección se llevó a cabo en noviembre de 2022 y marzo de 2023, mediante las técnicas de red Tipo D, coladera y recolección manual. Se identificaron 28 familias, 11 órdenes y 3 clases. Los órdenes Megaloptera, Plecoptera, Coleoptera y Trichoptera fueron los más representativos, con dominancia de las familias Corydalidae (18,6 %), Perlidae (17,9 %), Polycentropodidae (8,7 %) y Ptilodactylidae (8,0 %). La mayor ocurrencia de individuos se registró en la época seca. El índice de

Shannon indicó una diversidad muy alta ($H' = 2,76$), con valores más altos en la estación seca que en la lluviosa.

Las diferencias observadas entre épocas podrían estar relacionadas con variaciones en la pluviometría, que afectarían indirectamente la estructura del hábitat. Durante la estación lluviosa, el aumento del caudal podría generar alteraciones físicas que limiten la permanencia de ciertos organismos, mientras que en la seca, las condiciones más estables favorecerían su establecimiento. El índice BMWP/PAN obtuvo un valor de 128, lo que, junto con los parámetros fisicoquímicos, indica una buena calidad del agua.

PALABRAS CLAVE: Bioindicadores acuáticos, Diversidad ecológica, Índice BMWP/PAN, Cuenca alta, Temporada seca y lluviosa.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida y su calidad es vital para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos y la supervivencia de las especies que dependen de ellos (USEPA, 2018). La evaluación de la calidad del agua es fundamental para garantizar su adecuado uso y conservación. Esta evaluación se realiza a través del análisis de diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos, siendo estos últimos un indicador importante de la salud del ecosistema acuático (Rosenberg y Resh, 1993).

Los macroinvertebrados dulceacuícolas, presentes en el lecho de ríos y arroyos, son valiosos bioindicadores de la calidad del agua, ya que responden sensiblemente a cambios en las condiciones ambientales (Bonada et al., 2006). Su carácter sedentario y sus ciclos de vida prolongados permiten evaluar la calidad del ecosistema acuático a largo plazo, ofreciendo información más fiable sobre las condiciones del medio (Rosenberg y Resh, 1993; Tockner et al., 2009).

Los índices biológicos son herramientas útiles para evaluar la calidad del agua a través del uso de organismos acuáticos como bioindicadores. La elección del índice biológico depende de las condiciones específicas del ecosistema acuático y los organismos presentes, por lo que es importante seleccionar el índice más adecuado para la evaluación de la calidad del agua en una determinada región (Paisley et al., 2014). El Biological Monitoring Working Party (BMWP) es un índice biológico ampliamente utilizado para evaluar la

calidad del agua dulce en todo el mundo. Este índice se basa en la presencia de macroinvertebrados dulceacuícolas y se utiliza para determinar la calidad del agua en una escala de 1 a 10, donde 1 representa la peor calidad del agua y 10 representa la mejor calidad del agua (Jiménez y Espino, 2021).

Es importante señalar que las tablas de puntuaciones ajustadas para el cálculo del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) para cada país están basadas en un conjunto específico de familias de macroinvertebrados dulceacuícolas, adaptadas a las condiciones ecológicas locales. En el caso de Panamá, el índice BMWP-PAN es una de las herramientas más utilizadas para evaluar la calidad del agua en ríos y quebradas, debido a su eficacia en reflejar el impacto de la contaminación sobre la biodiversidad acuática. Este índice se fundamenta en la presencia y abundancia de diferentes grupos taxonómicos de macroinvertebrados a nivel de familia, asignando a cada una un valor que refleja su tolerancia o sensibilidad a la contaminación. La suma de estas puntuaciones permite obtener una estimación de la calidad del agua, donde valores más altos indican mejores condiciones ecológicas. Esta herramienta es ampliamente empleada en estudios de biomonitoreo, evaluaciones ambientales y programas de gestión de recursos hídricos en el país (Espinoza et al., 2012; Guinard, et al., 2013; Cambra et al., 2014; Emmen et al., 2016; Cornejo et al., 2017).

La cuenca del Río La Villa es fundamental por su alto impacto a nivel social y económico en la región de Azuero ya que estos afluentes proveen agua para el consumo humano, la agricultura, la ganadería, así como para actividades industriales y turísticas que dependen del recurso hídrico. Además, es una fuente importante

de agua dulce, y su calidad es esencial para el mantenimiento de los ecosistemas, la salud pública y el desarrollo sostenible de la región (Opolenko, 2022); es fuente importante de agua dulce, y su calidad es esencial para el mantenimiento de los ecosistemas y la supervivencia de las especies que dependen de ellos. Es por esto que en la región del nacimiento del Río La Villa se estableció la Reserva Forestal El Montoso como área protegida, según la Ley 12 de 15 de marzo de 1977. En este contexto, evaluar y monitorear la calidad del agua en la cuenca del Río La Villa se vuelve una tarea prioritaria. Una de las herramientas más utilizadas para este fin en Panamá es el índice BMWP-PAN (Biological Monitoring Working Party - Panamá), el cual permite determinar la calidad ecológica del agua a través del análisis de macroinvertebrados dulceacuícolas. Es importante señalar que las tablas de puntuaciones ajustadas para el cálculo de este índice están basadas en un conjunto específico de familias de macroinvertebrados adaptadas a las condiciones ecológicas del país. El índice se basa en la presencia y abundancia de diferentes grupos taxonómicos a nivel de familia, asignándoles valores que reflejan su tolerancia a la contaminación.

En el marco de esta investigación, se ha planteado el objetivo de determinar la ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas y calidad de agua en afluentes de la cuenca del Río La Villa en la Reserva Forestal El Montoso.

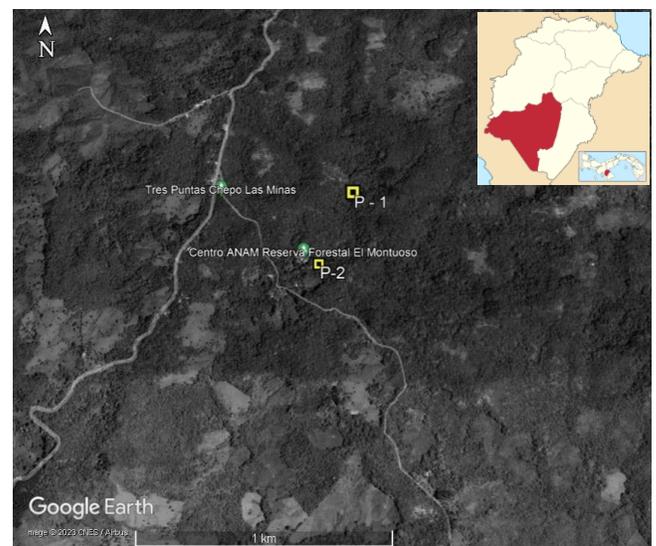
METODOLOGÍA

El muestreo se realizó en la Reserva Forestal El Montoso (RFEM), ubicada en el distrito de Las Minas, provincia de Herrera, República de Panamá (Figura 1). La RFEM comprende una extensión de 12,043 hectáreas. El clima de la zona muestreada es tropical húmedo, con una temperatura media de 24,5 °C, variaciones anuales entre 21 y 25 °C, y una precipitación media anual de 282,2 mm. La vegetación corresponde a bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano, compuesto en un 27 % por bosque maduro y en un 20,4 % por bosque secundario (ANAM, 2003).

Los puntos de muestreo se ubicaron en uno de los afluentes que alimentan al río La Villa, dentro de la RFEM, en la localidad de Tres Puntas, corregimiento de Chepo. Se establecieron dos sitios (Figura 1): el punto P-1, situado a 626 m s. n. m. en las coordenadas 7°44'7.07"N; 80°47'54.55"O, y el punto P-2, a 609 m s. n. m., en las coordenadas 7°43'55.95"N; 80°47'59.18"O. La recolección de muestras en campo se llevó a cabo en dos giras: una durante la época lluviosa (noviembre de 2022) y otra en la época seca (marzo de 2023).

Figura 1.

Puntos de muestreo en la RFEM, Herrera, Panamá



(Mapa: Google Earth - 2023).

En cada gira, en los dos puntos de muestreo, se recolectaron macroinvertebrados dulceacuícolas y se evaluaron parámetros fisicoquímicos del agua, como temperatura °C, pH, oxígeno disuelto (OD), nitrito (NO₂) y nitrato (NO₃). Respecto a recolección de macroinvertebrados dulceacuícolas, se abarcó un transecto de 25 metros en cada punto en los que se utilizó el método de muestreo con red Tipo D, tamizaje con colador casero y muestreo manual en hojarasca y piedras sumergidas; por gira se recolectó sólo 1 día, con un esfuerzo de recolección de 12 horas: 6 horas entre 4 personas por punto de muestreo, con un total de 24 horas de muestreo entre ambas giras.

Los macroinvertebrados dulceacuícolas recolectados se colocaron y preservaron en frascos de muestra de orina

con alcohol al 95 % para su transporte al laboratorio. En tanto con los parámetros fisicoquímicos, para medición de temperatura °C y pH se utilizó el kit ZenTest®PC60-Z, para OD un oxímetro y tiras indicadoras para nitrito (NO₂⁻) y nitrato(NO₃⁻).

Para la identificación de los organismos se utilizó un estereoscopio binocular y guías y catálogos taxonómicos de GBIF, (2023), ITIS, (2023), Bánki et al., (2023), CATHALAC, (2018) y el estudio de Cornejo et al., (2017), hasta el nivel de familia. Se aplicó el índice BMWP/PAN para determinar la calidad de agua, según Cornejo et al., (2017).

Se organizaron los datos de los organismos identificados de cada punto de muestreo según el filo, orden y familia, acuerdo a la época seca y lluviosa. El análisis de datos se realizó en el software PAST versión 4.11 (Hammer et al., 2001): se utilizó el Índice de Shannon para calcular la diversidad de familias (Ramírez, 2006) con la prueba t de Hutcheson para determinar diferencias estadísticas entre índices de diversidad de Shannon, el Índice de Similitud de Jaccard para la similitud de familias entre la época seca y lluviosa, y la prueba de Mann-Whitney para determinar si existe asociación de la abundancia de familias y la época.

RESULTADOS

Entre las dos giras de recolecta en época seca y lluviosa se recolectaron un total de 312 individuos de macroinvertebrados dulceacuícolas, con una composición taxonómica de 28 familias, 11 órdenes y 3 clases distribuidos en 2 filos (tabla 1). La clase Insecta representó el 97,1 %, con 303 individuos recolectados, mientras que se encontraron 7 individuos de Malacostraca (2,2 %) y 2 de Gastropoda (0.6 %).

Los órdenes Megaloptera, Plecoptera, Coleoptera y Trichoptera destacaron por su dominancia taxonómica en cantidad de individuos. Se encontraron 58 individuos de Megaloptera, lo que representó el 18,6 % del total, seguidos por 56 individuos de Plecoptera, 45 individuos de Coleoptera y 38 individuos de Trichoptera. En lo que

conciene a nivel de familia, las que más dominancia manifestaron fueron Corydalidae, Perlidae, Polycentropodidae, Ptilodactylidae, Naucoridae, Gomphidae, Leptophlebiidae, Leptohiphidae, Caenidae, Belostomatidae (figura 2).

Respecto a la época, en época lluviosa se recolectaron un total de 45 individuos; los órdenes Ephemeroptera, Odonata y Hemiptera fueron los más representativos. En época seca se recolectaron un total de 267 individuos; los órdenes Megaloptera, Plecoptera, Coleoptera y Trichoptera fueron los más representativos.

En términos de diversidad, el índice de Shannon (H') para las familias de macroinvertebrados dulceacuícolas fue de 2,76, lo cual representa un nivel muy alto. Por época, la diversidad fue media durante la estación lluviosa (H' = 2,07) y muy alta en la estación seca (H' = 2,54). La prueba t de Hutcheson no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambas estaciones (t = 1,2228, p > 0,05). El índice de similitud de Jaccard evidenció una baja coincidencia en la composición de familias entre estaciones, con un 32,14 %. Por su parte, la prueba U de Mann-Whitney mostró diferencias estadísticamente significativas en la abundancia total de macroinvertebrados entre la época seca y la lluviosa (U = 148; p < 0,05), lo que indica una mayor abundancia en la estación seca.

En lo que conciene a los parámetros fisicoquímicos, se obtuvo una media de temperatura de 24.5 °C, 6.8 pH, 9.15 ppm OD, 0 mg/L de nitrito y 2 mg/L de nitrato (tabla 2); la época lluviosa manifestó una media de temperatura de 23.7 °C, 7 pH, 10 ppm OD, 0 mg/L de nitrito y 4mg/L de nitrato, mientras que la época seca una media de temperatura de 25.3 °C, 6.6 pH, 8.3 ppm OD y 0 mg/L de nitrito y nitrato. Estos valores entran en el intervalo óptimo de calidad de aguas recreativo según el Decreto ejecutivo No. 75 de 4 de junio de 2008 de la República de Panamá.

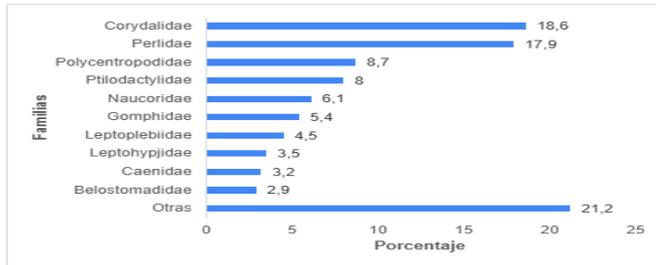
Tabla 1.

Ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas en afluentes de la RFEM, en época lluviosa (noviembre de 2022) y seca (marzo de 2023).

Filo	Clase	Orden	Familia	Lluviosa		Seca		Total		
				P-1	P-2	P-1	P-2			
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae			1	1	2		
			Elmidae	2	2	3	1	8		
			Gyrinidae	1	2		5	8		
			Psephenidae				1	1		
			Ptilodactylidae			8	17	25		
			Staphylinidae				1	1		
		Diptera	Culicidae			1		2		
			Psychodidae				1	1		
			Stratiomyidae				4	4		
		Ephemeroptera	Caenidae	10				10		
			Euthyplociidae				1	1		
			Leptohyphidae		1	4	6	11		
			Leptophlebiidae	1	1	2	10	14		
		Hemiptera	Belostomatidae				8	1	9	
			Naucoridae	4	3	9	3	19		
			Ochteridae	1	1			2		
		Lepidoptera	Pyralidae				1	2	3	
		Megaloptera	Corydalidae				36	22	58	
			Coenagrionidae				1	7	8	
		Odonata	Gomphidae	6	5			6	17	
			Libellulidae					3	3	
			Polythoridae				2		2	
		Plecoptera	Perlidae				22	34	56	
		Trichoptera	Hydropsychidae				3	1	4	
			Philopotamidae				1	6	7	
					Polycentropodidae			14	13	27
			Malacostraca	Decapoda	Pseudothelphusidae	3			4	7
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Thiaridae		1	1		2		
Total	3 clases	11 órdenes	28 familias		45		267	312		

Figura 2.

Abundancia relativa de familias de macroinvertebrados dulceacuícolas en afluentes de la RFEM, en época lluviosa (noviembre de 2022) y seca (marzo de 2023).



DISCUSIÓN

El orden Megaloptera ha mostrado una alta abundancia en cuerpos de agua de zonas montañosas en distintos continentes, especialmente en ambientes con agua fría, fondo de grava, buena oxigenación y corrientes moderadas, condiciones que generalmente presentan bajo nivel de contaminación (Flint, 2008; Arias-Del Toro, 2016; Oswald y Machado, 2018). En este estudio, la dominancia de Megaloptera, particularmente de la familia Corydalidae, podría estar relacionada con características ambientales como elevación del terreno y el bajo impacto antropogénico, en la zona de la RFEM.

El orden Plecoptera también es abundante en hábitats como los de los cuerpos de agua en la RFEM. Los plecópteros suelen estar presentes en el microhábitat hojarasca y grava que funcionan como refugio y sitio de alimentación para las formas inmaduras, además de aguas oxigenadas y frías (Tamaris et al., 2007; Zúñiga, 2010). En efecto, los resultados obtenidos en los puntos de muestreo se asemejan con el efecto de las características óptimas de un hábitat para formas inmaduras de plecópteros. En otros estudios en el país, como el estudio de Castillo et al., (2018) en el Río Caldera de la provincia de Chiriquí parece ser que la altitud es un factor determinante en la distribución de plecópteros, mientras que en el río Perresénico del Parque Nacional Darién la abundancia está asociada a la

calidad de agua por las medidas de conservación (Cambra y Barría, 2014). La presencia de familias como Perlidae, reconocidas por su sensibilidad a la contaminación, podría estar influida por factores como la altitud y otros aspectos ambientales locales. No obstante, se requieren más estudios para explorar con mayor precisión el efecto de la variabilidad pluviométrica sobre su distribución en este tipo de ecosistemas.

Los otros dos órdenes más abundantes fueron Coleoptera y Trichoptera. Estos órdenes, especialmente diversos en zonas tropicales, suelen encontrarse en sustratos en descomposición a poca profundidad, donde se alimentan, particularmente en hojarasca, ramas, troncos y piedras sumergidas. Varias de sus familias son comúnmente utilizadas como indicadores de cambios drásticos en la calidad del agua, como es el caso de Corydalidae (Vázquez, 1993; Gutiérrez-Fonseca, 2010; Molnár, 2014 citado en Arias-Del Toro, 2016). Una abundancia similar de Coleoptera y Trichoptera ha sido registrada en el río Gatún, en la Cuenca del Canal (Emmen et al., 2016), y en el río Chiriquí Viejo (Tapia y Bernal, 2014).

El valor acumulado del índice BMWP/PAN para ambas épocas fue de 128, lo que indica una calidad de agua buena. Sin embargo, al analizar por separado, durante la época lluviosa se obtuvo un puntaje de 42 (aguas contaminadas), mientras que en la época seca el valor fue de 115 (aguas de calidad buena). Un muestreo anterior en la RFEM arrojó el resultado de aguas de calidad excelente (Cornejo et al., 2017). El puntaje indicativo a aguas contaminadas en época lluviosa es posible por la baja ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas.

Los resultados del índice BMWP/PAN y de los parámetros fisicoquímicos sugieren que las aguas de los afluentes de la RFEM tienen buena calidad. Esto podría deberse a tres factores: el bajo impacto antropogénico en la zona, el hecho de que los afluentes nacen dentro de la reserva, por lo que forman parte de

Tabla 2.

Parámetros fisicoquímicos en afluentes de la RFEM, en época lluviosa (noviembre de 2022) y seca (marzo de 2023).

Parámetros	Lluviosa		Seca	
	P-1	P-2	P-1	P-2
Temperatura (°C)	23,4 ±0,2	24,0 ±0,2	25,8 ±0,2	24,8 ±0,2
pH	6,5	7,6	6,4 ±0,1	6,8 ±0,1
Oxígeno Disuelto (OD) (ppm)	>10	5	8,35 ±0,1	8,38 ±0,1

la cuenca alta, y las acciones de conservación aplicadas en el área protegida.

La diferencia entre la estación seca y la lluviosa se refleja no solo en la abundancia y diversidad de macroinvertebrados dulceacuícolas, sino también en la composición taxonómica de las comunidades. Si bien la diversidad general fue alta ($H' = 2,76$), esta fue media en la lluviosa y alta en la estación seca. A pesar de que la prueba t de Hutcheson no mostró diferencias significativas en los índices de diversidad, la prueba de Mann-Whitney sí reveló una diferencia significativa en la abundancia total, y un 32,14 % de coincidencia entre familias. Estos resultados sugieren una reestructuración comunitaria entre estaciones, posiblemente relacionada con condiciones ambientales distintas como el régimen pluviométrico. Aunque no se midió estadísticamente la diferencia entre los niveles de precipitación de ambas épocas, los datos disponibles del IMHPA indican que en noviembre de 2022, durante la estación lluviosa, se registraron precipitaciones de 601–800 mm en la zona de la RFEM, cifra que duplica la media histórica para ese mes (301–400 mm) (IMHPA, 2022a). Este exceso de lluvias podría haber contribuido a una mayor perturbación física del hábitat, afectando negativamente la permanencia de algunos grupos sensibles, como se ha observado en estudios previos (Nelson y Lieberman, 2002; Zúñiga et al., 2010).

Por el contrario, la época seca presentó condiciones más estables, con precipitaciones mínimas en marzo de 2023 (0–25 mm según IMHPA, 2022b), lo que posiblemente permitió una recuperación de los hábitats acuáticos y

una mayor colonización de macroinvertebrados. En estos escenarios de bajo caudal, se favorecen las condiciones para el establecimiento y desarrollo de comunidades más diversas y abundantes, como se ha descrito en otros ecosistemas tropicales (Bonada et al., 2006; Guevara, 2011). Este patrón también ha sido observado en Panamá, donde estudios reportan que las variaciones pluviométricas anuales influyen directamente en la disponibilidad de hábitats y, en consecuencia, en la abundancia de macroinvertebrados dulceacuícolas (Nelson y Lieberman, 2002; Tamaris et al., 2007; Zúñiga et al., 2010; Cambra y Barría, 2014). Durante la época lluviosa, el aumento del volumen de agua puede remover los sustratos, incrementar la velocidad del caudal y alterar parámetros fisicoquímicos clave, lo que limita la permanencia de muchas especies, especialmente las más sensibles.

Dado el carácter exploratorio de este estudio, los resultados deben entenderse como una aproximación al estado ecológico de los afluentes en la RFEM. Estos hallazgos aportan una base útil para futuros análisis en la RFEM que busquen profundizar en la dinámica de las comunidades bentónicas en función de variables ambientales más amplias y bajo regímenes hidrológicos.

CONCLUSIONES

Hay una gran diferencia en la ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas entre la época seca y lluviosa.

El índice BMWP/PAN y los parámetros fisicoquímicos indican una calidad de agua buena en los afluentes de la Reserva Forestal El Montoso.

Los cambios en el flujo pluviométrico pueden tener un impacto significativo en la ocurrencia de macroinvertebrados dulceacuícolas en un cuerpo de agua. Otros factores como la altitud, temperatura y morfodinámica, así como la contaminación, desempeñan un papel importante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAM. (2003). Plan de manejo de la Reserva Forestal El Montuoso. Panamá.

Arias-Del Toro, K. M., González-Mandujano, J. F., Hernández-Miranda, O. A., Melgarejo-Salas, S. R., Álvarez-Coto, A., & Cruz-

Miranda, S. G. (2016). Insectos acuáticos (Coleoptera, Megaloptera y Trichoptera) en tres localidades del municipio de Xicoteppec, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología*. [https://www.researchgate.net/profile/Olga-Hernandez-](https://www.researchgate.net/profile/Olga-Hernandez-Miranda/publication/327392998_INSECTOS_ACUATICOS_COLEOPTERA_MEGALOPTERA_Y_TRICHOPTERA_EN_TRES_LOCALIDADES_DEL_MUNICIPIO_DE_XICOTEPPEC_PUEBLA_MEXICO/links/5b8cc45da6fdec5f8b7a4cd8/INSECTOS-ACUATICOS-COLEOPTERA-MEGALOPTERA-Y-TRICHOPTERA-EN-TRES-LOCALIDADES-DEL-MUNICIPIO-DE-XICOTEPPEC-PUEBLA-MEXICO.pdf)

[Miranda/publication/327392998_INSECTOS_ACUATICOS_COLEOPTERA_MEGALOPTERA_Y_TRICHOPTERA_EN_TRES_LOCALIDADES_DEL_MUNICIPIO_DE_XICOTEPPEC_PUEBLA_MEXICO/links/5b8cc45da6fdec5f8b7a4cd8/INSECTOS-ACUATICOS-COLEOPTERA-MEGALOPTERA-Y-TRICHOPTERA-EN-TRES-LOCALIDADES-DEL-MUNICIPIO-DE-XICOTEPPEC-PUEBLA-MEXICO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olga-Hernandez-Miranda/publication/327392998_INSECTOS_ACUATICOS_COLEOPTERA_MEGALOPTERA_Y_TRICHOPTERA_EN_TRES_LOCALIDADES_DEL_MUNICIPIO_DE_XICOTEPPEC_PUEBLA_MEXICO/links/5b8cc45da6fdec5f8b7a4cd8/INSECTOS-ACUATICOS-COLEOPTERA-MEGALOPTERA-Y-TRICHOPTERA-EN-TRES-LOCALIDADES-DEL-MUNICIPIO-DE-XICOTEPPEC-PUEBLA-MEXICO.pdf)

Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Vandepitte, L., Hobern, D., Remsen, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Keping, M., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J., Adlard, R., Adriaenssens, E. M., Aedo, C., Aesch, E., Akkari, N., et al.

(2023). Catalogue of Life Checklist (Version 2023-05-15). Catalogue of Life. <https://doi.org/10.48580/dfs6>

Bonada, N., N. Prat, V. H. Resh, & B. Statzner. 2006. Developments in aquatic insect monitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Ann. Rev. Entomol.* 51: 495–523. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>

Cambra, R., & Santos, A. (2014). Monitoreo de insectos acuáticos y calidad del agua en el Río Pirre, Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Tecnociencia*, 16(2), 65-76. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/1192/1003>

Cambra, R. A., & Barría, L. E. (2014). Insectos acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Perresénico, Parque Nacional Darién, República de Panamá. *Scientia*, 24 (2), 57-70. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/859/848>

Castillo Sánchez, Kayla N., Aguirre E., Yusseff P., Ríos González, Tomás A., & Bernal Vega, Juan A. (2018). Anacroneuria (Plecoptera: Perlidae) del río Caldera, Chiriquí, Panamá: nuevos registros de distribución, y comentarios sobre distribución altitudinal y variación estacional. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 164-177. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i1.28924>

CATHALAC. (2018). Bioindicadores de calidad del agua macroinvertebrados cuenca



del río La Villa. MiAmbiente y CATHALAC.

Cornejo, A., E. López-López, R. A., Ruiz-Picos, J. E. Sedeño-Díaz, B. Armitage, T. Arefina, C. Nieto, A. Tuñón, M. Molinar, T. Ábrego, E. Pérez, A.R. Tuñón, J. Magué, A. Rodríguez, J. Pineda, J. Cubilla & I. M. Avila Quintero. (2017). Diagnóstico de la condición ambiental de los afluentes superficiales de Panamá. *Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Ministerio de Ambiente..* https://www.researchgate.net/profile/Aydee-Cornejo/publication/322448088_Diagnostico_de_la_Condicion_Ambiental_de_los_Afluentes_Superficiales_de_Panama/links/5a594917a6fdcc3bfb5ab6c4/Diagnostico-de-la-Condicion-Ambiental-de-los-Afluentes-Superficiales-de-Panama.pdf

Emmen, D., Quiros, D. y García, D. (2016). Diversidad de insectos acuáticos y calidad de agua de los ríos indio y Gatún del alto Chagres, cuenca del Canal. *Tecnociencia*, 18(1), pp. 101–115. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/134/120>

Espinoza, E., Carrasquilla, M., González, M. I., & Flores, L. (2012). Evaluación de la calidad del agua de los ríos Bayano, Chiriquí Viejo y la quebrada Caimito en la cuenca del Canal de Panamá utilizando macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1595-1610. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4>

Flint, O. S., JR. (2008). Neuroptera and Megaloptera –Lacewings, Hellgrammites, etc.-collected on and near Plummers, Island,

Maryland in 2004 and 2005. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, 15: 130–132. [https://doi.org/10.2988/0097-0298\(2008\)15\[130:NAMHEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2988/0097-0298(2008)15[130:NAMHEO]2.0.CO;2)

Gaceta Oficial. (1977). Ley 12 de 15 de marzo de 1977. Gaceta Oficial 18302, 28 de marzo de 1977. <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/12-de-1977-mar-28-1977.pdf>

Gaceta Oficial. (2008). Decreto Ejecutivo No. 75 de 4 de junio de 2008. Gaceta Oficial 26078, 8 de julio de 2008. <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26078/11616.pdf>

GBIF. (2023). GBIF Species. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/>

Guevara, M. (2011). Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59 (2): 635-654. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200009

Guinard, J. D. C., Ríos, T., & Vega, J. A. B. (2013). 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*, 16(2), 61-70. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169428420005.pdf>

Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2010). Plecoptera. *Rev. Biol. Trop.*, 58 (4): 139-148. <https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=>



[sci_arttext&pid=S0034-77442010000800006](#)

Hammer, Ø.Harper, D.A.T.yRyan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1):1-9.

https://paleo.carleton.ca/2001_1/past/past.pdf

IMHPA. (2022a). Boletín de pronóstico climático de noviembre 2022 a enero 2023. Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá. Documentos.

<https://www.imhpa.gob.pa/es/documentos>

IMHPA. (2022b). BOLETÍN DE PRONÓSTICO CLIMÁTICO MARZO A MAYO 2023. Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá. Documentos.

<https://www.imhpa.gob.pa/es/documentos>

ITIS. (2023). Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

<https://doi.org/10.5066/F7KH0KBK>

Jiménez, J. U., & Espino, K. A. (2021). Análisis reproducible de datos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos para la determinación de la calidad del agua utilizando índices biológicos. UTP-Ridda2

<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11524>

Molnár, Á. (2014). The effects of wetland management and restoration techniques on aquatic beetle assemblages (Doctoral dissertation, Loránd Eötvös University). 8 p.

http://teo.elte.hu/minosites/tezis2014_angol/a_molnar.pdf

Nelson, S.M. & D.M. Lieberman. 2002. The influence of flow and other environmental factors on benthic invertebrates in the Sacramento River, U.S.A. *Hydrobiologia* 489: 117-129.

<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1023268417851>

Opolenko, V. (2022). Potencialidad de uso de aguas servidas para riego y recarga de acuíferos: cuenca del río La Villa, República de Panamá. *Revista Geográfica de América Central*, (68), 265-300.

Oswald, J. D., & Machado, R. J. P. (2018). Biodiversity of the Neuropterida (Insecta: Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera). En R. G. Foottit & P. H. Adler (Eds.), *Insect biodiversity: Science and society* (Vol. 2), 627–672. Wiley Blackwell.

<https://doi.org/10.1002/9781118945582.ch21>

Paisley, M. F., Trigg, D. J., & Walley, W. J. (2014). Revision of the biological monitoring working party (BMWP) score system: derivation of present-only and abundance-related scores from field data. *River Research and Applications*, 30(7), 887-904.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rra.2686>

Ramírez, A. (2006). Ecología: Métodos de muestreo, análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-guS_4nYra0C&oi=fnd&pg=PA13&dq=Ram%C3%ADrez,+A.+\(2006\).+Ecolog%C3](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-guS_4nYra0C&oi=fnd&pg=PA13&dq=Ram%C3%ADrez,+A.+(2006).+Ecolog%C3)



[%ADa:+M%C3%A9todos+de+muestreo,+an%C3%A9lisis+de+poblaciones+y+comunidades.+Editorial+Pontificia+Universidad+javeriana,+Bogotá,+Colombia.&ots=ZfcvQb-5fF&sig=PDGq8jxAtzh7d5DEr39cEem-trl](#)

Rosenberg, D.M. & V.H. Resh. (1993). En D. M. Rosenberg & V. H. Resh (Eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (pp. 40–158). Chapman & Hall.

Springer, M. (2010). Capítulo 7: Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 151-198.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000800007&script=sci_arttext&lng=en

Tamaris, César E., Turizo, Rodrigo R., & Zúñiga, María del Carmen. (2007). Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: plecoptera: Perlidae) en el Río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia*, 29(2), 375-385.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322007000200013

Tapia, M., y Bernal, J. (2014). Diversidad y estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá. *Scientia*, 24(2), 93-106.
<https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/861/850>

Tockner, K., Uehlinger, U., & Robinson, C. T. (2009). *Rivers of Europe*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-369449-2.X0001-X>

USEPA. (2018). *Water quality standards handbook: Second Edition*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/wqs-tech/water-quality-standards-handbook>

Vázquez, X. A. (1993). Coleoptera: Oedemeridae, Pyrochroidae, Pythidae, Mycteridae. (Vol. 5). Editorial CSIC-CSIC Press.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rhNzQoH4XIUC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Coleoptera:+Oedemeridae,+Pyrochroidae,+Pythidae,+Mycteridae&ots=zCGFVy0hH&sig=fKRVKimYVbnf-Yi3-uoh_YDQO2g

Zúñiga, M. (2010). Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacroneuria* (Perlidae). *Momentos de Ciencia*, 7(2), 101-108.
<https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Vicerectoria%20de%20Investigaciones%20y%20Posgrados/Publicaciones/Revistas/Momentos%20de%20Ciencia/2010/Volumen%207%20No.%202/101-112.pdf>