AGUA Y CONOCIMIENTO

Año 2026 | Vol.7 | 01 - 11
ISSN 2411 0027
revistas.unan.edu.ni/index.php/RevAgua

Evaluación preliminar de la calidad del agua en un río tropical de Nicaragua mediante macroinvertebrados bentónicos durante la estación seca

Preliminary evaluation of water quality in a tropical river in Nicaragua using benthic macroinvertebrates during the dry season

Ramón García[1,2]

1. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua),
2. Colectivo de investigación Bio-Nica

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar una evaluación preliminar de la calidad del agua en un río tropical en el municipio del Crucero, Nicaragua. Esta zona posee una mayor altura en comparación con otros lugares del pacífico del país; es debido a esto que una gran cantidad de pequeños afluentes surgen en el municipio y alimentan ríos de mayor caudal, lo que vuelve relevante este estudio ya que permite evaluar la calidad de agua de los ríos en sus tramos incipientes.

Se seleccionaron cuatro sitios de colecta cada 200 m, donde se empleó un Muestreo de Esfuerzo Limitado (MEL) utilizando tres técnicas (red D, lavado de piedras y hojarasca, colecta manual) para obtener datos cualitativos. Paralelamente, se registraron parámetros fisicoquímicos in situ para relacionarlos con la composición biológica. En total se colectaron 723 individuos distribuidos en 25 taxones, correspondientes a 5 clases, 11 órdenes y 23 familias. La clase Insecta representó el 84 % de los organismos, destacando Diptera y Ephemeroptera con el género Trichorythodes como el más numeroso (219 individuos).

Se aplicó el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), adaptado para Costa Rica, obteniendo un puntaje global de 79, interpretado como “Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada”, y un Average Score Per Taxon (ASPT) de 4.38. Se concluye que, aunque el río mantiene condiciones para diversos grupos, existe evidencia de impacto ambiental inferido por la presencia de taxones tolerantes y los valores del índice biótico.

Palabras claves Bioindicadores, Calidad de Agua, Diversidad, Macroinvertebrados, Ríos

Recibido: 10/08/2026 | Aceptado: 23/04/2026 | Publicado: 30/06/2026

© 2026 por UNAN-Managua/CIRA licencia bajo CC BY-NC 4.0

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out a preliminary assessment of water quality in a tropical river in the municipality of El Crucero, Nicaragua. This area has a higher altitude compared to other places in the Pacific of the country; It is because of this that a large number of small tributaries arise in the municipality and feed rivers of greater flow, which makes this study relevant since it allows evaluating the water quality of the rivers in their incipient sections.

Four collection sites were selected every 200 m, where Limited Effort Sampling (MEL) was used using three techniques (D net, stone and leaf litter washing, manual collection) to obtain qualitative data. At the same time, physicochemical parameters were recorded in situ to relate them to the biological composition. A total of 25 taxa were collected, corresponding to 5 classes, 11 orders and 23 families. Insecta accounted for 84% of the organisms, highlighting Diptera and Ephemeroptera.

The Biological Monitoring Working Party (BMWP) index, adapted for Costa Rica, was applied, obtaining an overall score of 79, interpreted as "Waters of regular quality, eutrophy, moderate pollution", and an Average Score Per Taxon (ASPT) of 4.38. It is concluded that, although the river maintains conditions for various groups, there is evidence of environmental impact inferred by the presence of tolerant taxa and the values of the biotic index.

Keywords Bioindicators, Diversity, Macroinvertebrates, Rivers, Water quality.

INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos, son un grupo complejo de organismos compuesto por diferentes taxones entre los que se incluyen Arachnida, Bivalvia, Decapoda, Gastropoda, Insecta y otros invertebrados que habitan en cuerpos de agua continentales y pueden ser atrapados en una red con luz de malla de 250µ por lo tanto se pueden observar a simple vista (Alba-Tercedor, 2006). Estos ensamblajes han sido de gran interés para la comunidad científica desde mediados del siglo pasado, debido a su gran utilidad como bioindicadores, ya que tienen amplia tolerancia a la contaminación (desde especies altamente sensibles hasta muy tolerantes) y ciclos de vida relativamente largos que permiten evaluar los impactos sobre los ecosistemas acuáticos a lo largo del tiempo (Holt y Miller, 2010), ofreciendo una visión integral de la calidad del agua.

En Nicaragua la temática de los macroinvertebrados acuáticos, requiere mayor intensificación y divulgación debido a la rica biodiversidad que el país posee, la cual amerita estudios más robustos. Es vital promover la investigación en tributarios de pequeña escala, porque estos organismos sirven como un método de bioindicación, son poco costosos y logran determinar la contaminación del agua. Ayudando a su superar la brecha de conocimientos aún por explorar en la ecología acuática de la región.

El estudio se realizó en el río “Las Nubes” en el municipio de El Crucero, en una finca de la localidad llamada Las Delicias, con ello se espera proporcionar un primer diagnóstico sobre el estado de conservación de este afluente, evaluando además la calidad del agua mediante el índice Biological Monitoring Working Party, adaptado para Costa Rica (BMWP-CR). Estos resultados se contrarrestarán con los parámetros fisicoquímicos in situ para una evaluación integral.

El objetivo de esta investigación es doble, el primero presentar la primera evaluación de diversidad de macroinvertebrados acuáticos

en este municipio, creando la lista de los grupos presentes. En segundo lugar, busca contribuir, a las adaptaciones locales de índices biológicos en los sistemas fluviales nicaragüenses, proponiendo líneas de investigación que profundicen en el impacto de los monocultivos y otras alteraciones en la comunidad de macroinvertebrados (Giraldo et al., 2014).

El trabajo se desarrolló la propiedad "Finca las Delicias" en el municipio de El Crucero, Managua-Nicaragua, ubicada en las siguientes coordenadas N 12° 0' 37.268" O 86° 16' 52.894" (WSG84) dentro del área de estudio se encuentra un pequeño río conocido como ¨Río las nubes¨ que es utilizado con fines mayormente de ecoturismo y cuya vegetación riparia muestra signos de alteración, con la presencia de arbustos de Coffea arabica L. entre otra vegetación introducida, que es cultivada en otras partes de la finca. Además, es preciso mencionar que existe una represa en otra propiedad ubicada en un tramo más alto del río, lo que altera su caudal natural (Figura 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó mediante la técnica de Muestreo de Esfuerzo Limitado (MEL) o muestreo rápido con un tiempo de remoción efectivo de 1 minuto por sitio, debido a limitaciones logísticas relacionadas con el acceso al sitio y costos del traslado de los organismos, aceptando de esta forma la limitación de la biodiversidad muestreada en favor de tener una primera colección de los organismos presentes en esta zona.

Se utilizó una aproximación multihabitat (Barbour et al., 1999), empleando Red D, con luz de malla de 500µ, complementada con lavado de piedras, hojas y colecta manual (Darrigran et al, 2007). Dada la limitación de tiempo (MEL), esta metodología permite únicamente la obtención de datos cualitativos (Presencia-Ausencia), con valores preliminares (Figura 2).

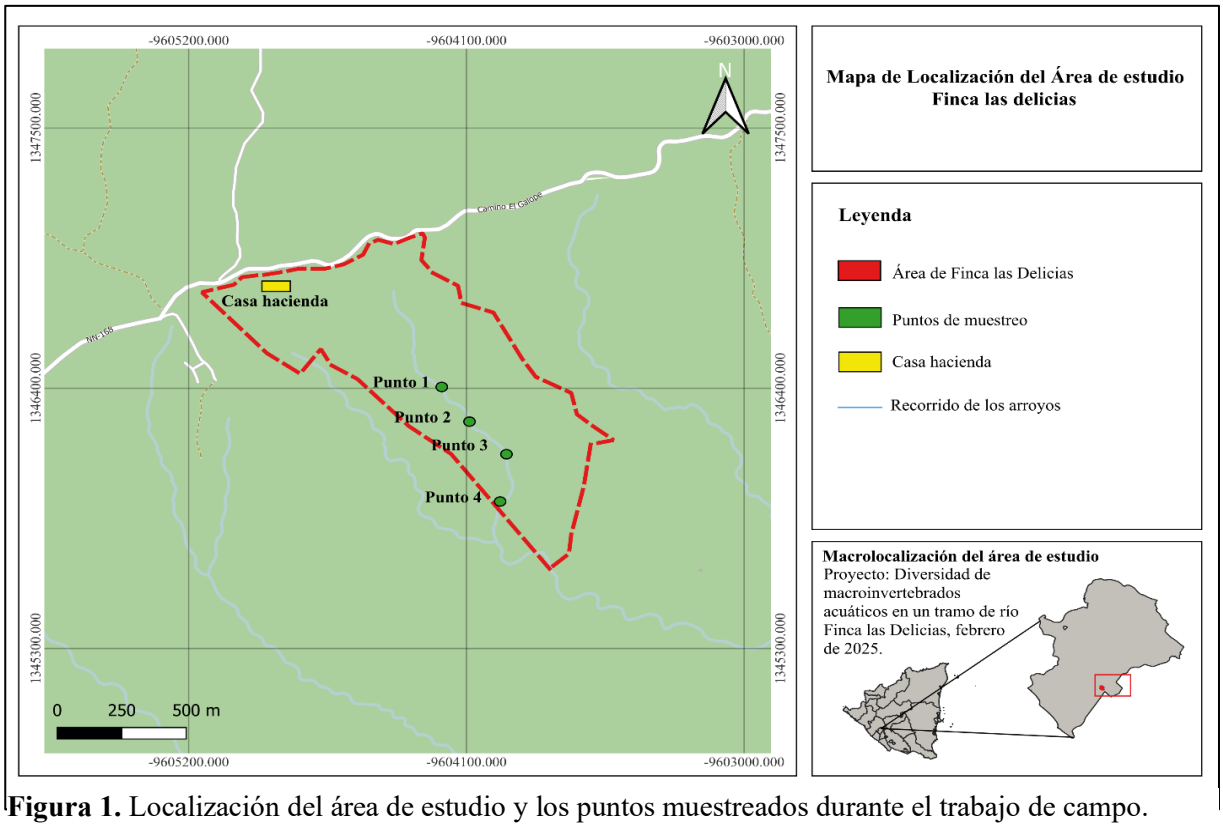

Figura 1. Localización del área de estudio y los puntos muestreados durante el trabajo de campo.

El material recolectado se depositó en frascos plásticos de 500 ml, previamente etiquetados. Finalmente, las muestras se preservaron con alcohol 70% para su traslado y procesamiento. En el Laboratorio, las muestras fueron analizadas bajo un microscopio estereoscópico Leica EZ4 y un microscopio óptico Olympus CX41.

La clasificación taxonómica de los especímenes recolectados se realizó hasta el nivel de género y/o familia. Para la identificación se utilizaron las claves taxonómicas de Pérez y López, 2002; Domínguez y Fernández, 2009; Flowers y De la Rosa, 2010; Ramírez, 2010; Springer, 2010; Hammada et al., 2018. El material identificado, fue resguardado en la colección personal del autor y posteriormente trasladado al laboratorio.

Se tomaron además datos in situ de parámetros fisicoquímicos pH, temperatura y datos de altitud en cada punto, teniendo de esta manera datos que permiten relacionar de forma somera los taxones encontrados con las características del medio acuático.

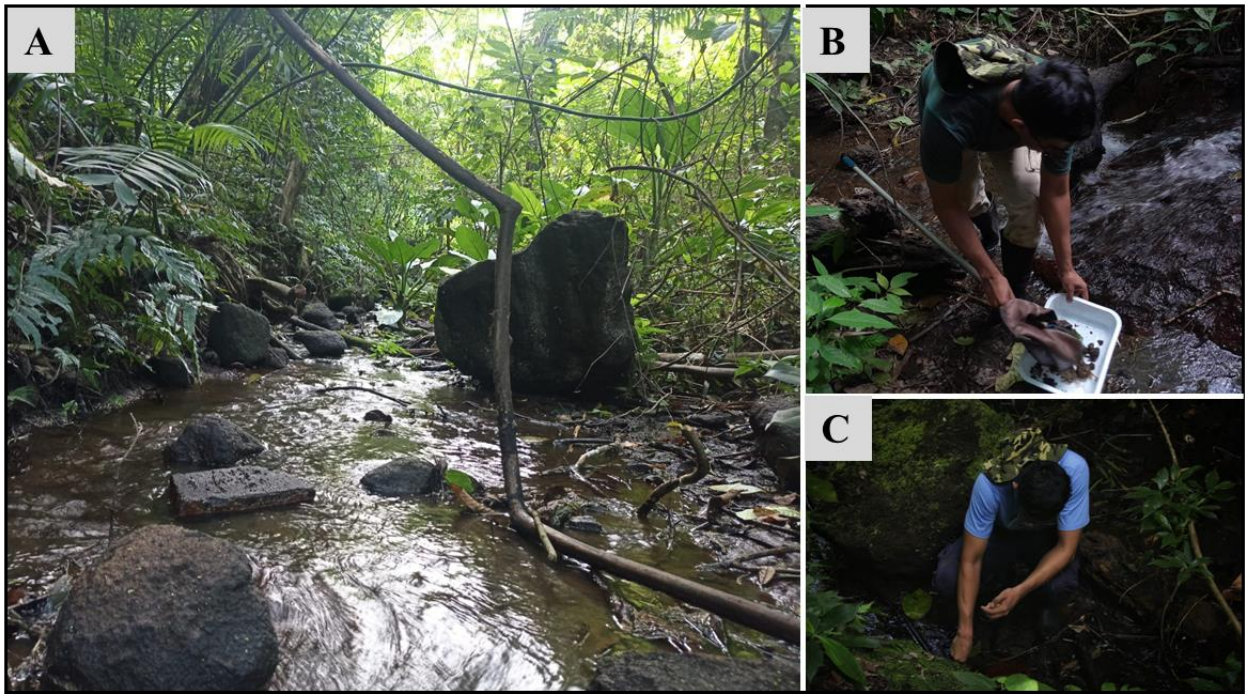

Figura 2. A) Aspecto del tramo de río muestreado. B) Colecta con red D. C) Colecta manual.

Dada la metodología de Muestreo de Esfuerzo Limitado (MEL), los datos de abundancia se transformaron en un formato cualitativo de presencia ausencia. La abundancia relativa (individuos contados) se usó para fines descriptivos, durante el procesamiento en el laboratorio. Para el análisis estadístico se generó una matriz de presencia ausencia.

Evaluación de la calidad del agua

La calidad ecológica del agua en los 4 sitios de muestreo se valoró mediante el Índice Biológico BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party) con su adaptación a Costa Rica (MINAE, 2007) que ha sido empleado para evaluar la calidad de agua de ríos nicaragüenses en los trabajos de Aguilar (2016) y Matus-Román et al (2021).

Este se calcula, mediante la suma de la puntuación de sensibilidad para cada una de las familias encontrada, en cada sitio.

Se aplico el índice BMWP-CR de forma general unificando los taxones encontrados en los 4 puntos de muestreo, de modo que se puede inferir en la calidad de agua, obteniendo un resultado general que se calculó tomando en cuenta los 4 puntos de muestreo, con los datos obtenidos del BMWP-CR se calculó el ASPT (Average Score Per Taxon) que es meramente el promedio de los valores de tolerancia de los organismos (O'Callaghan y Kelly-Quinn, 2013). Los valores obtenidos en ambos índices ayudaron a interpretar las categorías de calidad de agua alcanzadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el río "las nubes" Se colectaron 723 individuos, identificando un total de 25 taxones divididos en 5 clases 11 órdenes y 23 familias, el grupo más abundante fue Insecta representando el 84% de los taxones encontrados con un total de 687 individuos, dentro de este grupo el orden Diptera tuvo la mayor diversidad y abundancia representado un 32% de los taxones y 49.93 % de la abundancia total. Siendo el género *Hexatoma* de la familia Tipulidae el más numeroso. Es importante destacar al orden Ephemeroptera también, ya que, aunque el número de familias de este orden fue menor la abundancia del género *Tricorythodes* de la familia Leptohyphidae, fue la más alta con 219 individuos (Tabla 1).

El resultado general de BMWP-CR fue de 79, que según la clasificación del índice costarricense se interpreta como "Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada" mientras el ASPT mostró un valor de 4.38 (Tabla 2). Los datos de temperatura y pH fueron constantes en todos los puntos de muestreo con 22°C y pH cercano a 7 mientras que la elevación varió de 720m a 686m.

Tabla 1. Tabla resumen de presencia ausencia por punto. NI= no identificado; Indv= individuo.

Clase	Orden	Familia	Género	P1	P2	P3	P4	No indv
Arachnida	Trombidiformes	Hydrachnidae	*NI*	x		x	x	15
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	*Pisidium*				x	3
Pancrustacea	Decapoda	Pseudotelphusidae	*NI*		x			1
Gastropoda	NI	Pachychilidae	*Pachychilus*	x	x	x	x	15
Insecta	Coleoptera	Elmidae	*Hexacylloepus*	x	x	x	x	29
			Heterelmis				x	10
			Macrelmis			x	x	9
	Diptera	Chironomidae	*NI*	x	x	x	x	148
		Culicidae	*NI*		x			2
		Ceratopogonidae	*NI*	x		x	x	7
		Empididae	*NI*	x		x		1
		Psychodidae	*Psychoda*				x	1
		Simuliidae	*Simulium*	x	x	x	x	15

	Stratyomidae	*NI*	x				1
	Tipulidae	*Hexatoma*	x	x	x	x	186
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes*	x	x	x	x	11
	Leptohyphidae	*Tricorythodes*	x	x	x	x	219
Hemiptera	Miridae	*NI*		x			1
	Veliidae	*Rhagovelia*	x	x	x		8
Lepidoptera	Crambidae	*NI*	x		x		3
Odonata	Coenagrionidae	*Argia*	x				1
	Gomphidae	*Epigomphus*		x		x	5
	Platystictidae	*Palaemnema*		x	x		2
	Libellulidae	*Brechmorhoga*	x		x	x	3
Trichoptera	Hydropsychidae	*Leptonema*	x	x	x	x	25

Tabla 2. Valores de los índices de calidad de agua por punto de muestreo y consolidado de todos los puntos.

Valor de BMWP Punto 1	Valor de BMWP Punto 2	Valor de BMWP Punto 3	Valor de BMWP Punto 4	Puntaje consolidado BMWP
54 (13 taxones)	51 (11 taxones)	51 (11 taxones)	57 (13taxones)	79
Valor de ASPT Punto 1	Valor de ASPT Punto 2	Valor de ASPT Punto 3	Valor de ASPT Punto 4	Puntaje consolidado ASPT
4.23	4.63	4.72	4.83	4.38

Los valores reflejados por el índice BMWP y ASPT muestran una alteración en las condiciones del ecosistema acuático ejemplificada por la gran cantidad de taxones resistentes presentes en la muestra, estos valores son similares a lo que se esperaba, debido a los cultivos cercanos y principalmente a la presencia de una represa en una parte más alta que la zona muestreada. Debido a ello una acumulación de materia orgánica y residuos sólidos arrastrados por la corriente se acumula, lo que en definitiva denota una alteración en este río. Por otra parte y si bien la aseveración anterior es la razón por la cual se esperaba una alteración del medio acuático, es importante recalcar que el MEL realizado no permite obtener un resultado fiable en cuanto a la abundancia de organismos, debido al sesgo que la selección de sitios a conveniencia y el poco tiempo de

muestreo, causando una sobre colecta de los organismos resistentes ya que estos son los más fáciles de encontrar, razón por la cual, los valores presentados en este trabajo deben ser tratados de manera cualitativa y preliminar

La abundancia de los taxones encontrados fue sumamente heterogénea, con grandes diferencias entre los puntos de muestreo, siendo especialmente resaltables dos familias del orden Diptera Chironomidae (148 Individuos), Tipulidae (186 Individuos), y una familia del Orden Ephemeroptera Leptohyphidae (219). Estudios más extensos como el de Bain, 2022 o Salvatierra, 2014, muestran proporciones similares de estos grupos, siendo abundantes y atribuyendo dicha abundancia a la tolerancia de estos organismos a las alteraciones ambientales.

Por otra parte, es preciso analizar los valores de tolerancia asignados a todos los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Según el índice BMWP-CR se señala la existencia de alteraciones en el río y una contaminación moderada, no obstante, algunos de los taxones en la muestra como la familia Pachychilidae, no tienen un puntaje asignado, lo que es debido a la falta de adaptación del índice a los ecosistemas nicaragüenses, siendo que algunos grupos más comunes en el país no están contemplados en este índice, por lo tanto, es preciso la adaptación local del mismo como lo sugieren los trabajos de (Naranjo et al., 2005; Tafur et al., 2013; Roldan-Pérez., 2016) con el propósito de obtener puntajes verdaderamente fiables e incluir taxones de importancia como bioindicadores en los cuerpos de agua locales.

Los taxones encontrados en los 4 puntos resultan similares, salvo en ciertos casos donde su abundancia se limita a 1 individuo, como por ejemplo la familia Miridae, que es típicamente de hábitos terrestres, y que solo fue encontrado en punto de muestreo, esto es debido probablemente a un arrastre accidental, misma explicación que puede ser aplicada a la mayoría de grupos con una distribución similar en la muestra aunque algunas excepciones como *Palaemnema* (0.27%) y *Argia* (0.13%), deben ser consideradas, ya que estos géneros son de hábitos acuáticos por lo que su presencia no puede atribuirse a un arrastre accidental, sino que requiere una análisis más profundo.

La baja abundancia de algunos grupos se relaciona con diversos factores, por ejemplo, se puede destacar al género *Palaemnema*, que es un organismo altamente sensible a la contaminación lo que podría explicar su limitada representación en el ensamble de macroinvertebrados, como se puede ver en Gonzales et al (2020) por otra parte *Argia* suele ser sumamente abundante en los ensambles de macroinvertebrados, especialmente en ríos con sustratos rocosos (Bronson, 2013) la baja abundancia del género puede estar ligada a diferentes factores, la limitante metodológica con respecto al tiempo podría haber causado una menor colecta de estos organismos de modo que se refleja en la abundancia, Camargo et al (2019) en un trabajo realizado en Brasil tuvieron una abundancia similar atribuible a los microhábitats disponibles y alteración del ecosistema, similar a lo visto en el sitio estudiado.

Por otra parte, se retoma la aseveración del efecto de los monocultivos hecha en la descripción del área de estudio, señalando el cultivo de café de la finca, dado que algunos arbustos crecen en los bordes del río de modo que aportan material vegetal que termina por descomponerse dentro del agua pudiendo alterar las condiciones de esta, a este respecto Peixoto et al (2024) exploran el efecto de plantas introducidas sobre la comunidad de macroinvertebrados, concretamente su trabajo se refiere a plantaciones de Eucalipto comprobando que los monocultivos afectan la diversidad y riqueza de los macroinvertebrados bentónicos, además de alterar la composición del agua de los ríos.

Trabajos como el de Echeverria-Sáenz et al (2022) hablan del efecto colateral que tienen los compuestos químicos utilizados para el mantenimiento de los monocultivos, lo que tiene una repercusión sobre la biota acuática, señalando la limitación de algunos organismos a la época seca, debido a la contaminación por escorrentía que existe durante la época lluviosa, este efecto no pudo ser comprobado debido a que el muestreo fue realizando únicamente durante un mes en la época seca, sin embargo, resulta valioso mencionarlo ya que trabajos posteriores más extensos en esta propiedad o áreas similares podrían comprobar de qué forma los monocultivos de café impactan a los macroinvertebrados acuáticos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece atentamente a la MSc. Scarleth Ráudez y El Lic. Jairo López por sus valiosos comentarios que permitieron el mejoramiento del manuscrito presentado, así como a los revisores por sus correcciones al documento, además se extiende este agradecimiento al laboratorio de Hidrobiología del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua) por brindar el espacio y permitir el uso de los equipos empleados en el análisis de laboratorio.

REFERENCIAS

Aguilar, M. (17 de junio de 2016*). Uso de macroinvertebrados dulceacuícolas para diagnosticar la calidad del agua del río Jesús, Municipio San Rafael del Sur, Departamento de Managua* [Tesis de grado, UNAN-Managua]. Repositorio Institucional de la UNAN-Managua http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/13735

Alba-Tercedor, J. (2006). Capítulo 5 – Aquatic Macroinvertebrates. **Ziglio., Siligardi., Flaim.** (Eds). *Biological Monitoring of Rivers: Applications and Perspectives.* (pp. 71-87) Jhon Wiley & Sons. http://dx.doi.org/10.1002/0470863781

Arana, J; Álvarez, D; Miranda, R; Tobes, I; Araujo-Flores, J; Carrasco-Badajoz, C; y Rayme-Chalco, C. (2021) Distribución altitudinal de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables ambientales en un sistema fluvial amazónico (Perú*). Ciencias Naturales. 45* (177) https://doi.org/10.18257/raccefyn.1436

Bain, M. (2022) *Benthic Macroinvertebrate Pre-assessment of a Proposed Restoration in the Grand River, Grand Rapids, MI, USA*. [Tesis de Maestría, Grand Valley State University] ScholarWorks@GVSU. https://scholarworks.gvsu.edu/theses/1083/

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish* (2.ª ed.; EPA 841-B-99-002). U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-11/documents/rapidbio.pdf

Bronson, J. (2013) *An Assessment of Benthic Macroinvertebrate Communities from Three Wadeable Streams in Central Texas*. Water Quality Technical Series Publication WQTS-2013-01. Texas Parks and Wildlife Department, Austin, TX. https://tpwd.texas.gov/publications/p

wdpubs/media/pwd_rp_v3400_1784.pdf

Camargo, N., Lehun, A., Rosa, J., y Bueno-Krawczyk, A. (2019). Colonization of benthic invertebrates on artificial and natural substrate in a Neotropical lotic environment in Southern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, *41*(1). https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v41i1.45872

Darrigran, G; Vilches, A; Legarralde, T; y Damborenea, C. (2007) *Guía para el estudio de macroinvertebrados.I.-Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Serie técnica didáctica Nro 10 https://www.researchgate.net/publication/277100637_Guia_para_el_estudio_de_macroinvertebrados_I-_Metodos_de_colecta_y_tecnicas_de_fijacion

Domínguez, E y Fernández R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. (1era ed.*). Fundación Miguel Lillo. https://www.lillo.org.ar/editorial/index.php/publicaciones/catalog/book/125

Echeverría-Sáenz, S., Ugalde-Salazar, R., Guevara-Mora, M., Quesada-Alvarado, F., y Ruepert, C. (2022). Ecological Integrity Impairment and Habitat Fragmentation for Neotropical Macroinvertebrate Communities in an Agricultural Stream. *Toxics*, *10*(7), 346. https://doi.org/10.3390/toxics10070346

Flowers, R, W y De la Rosa, C. (2010) Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical, 58* (4), 63-93. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20083/20285.

Giraldo, L. P., Chará, J., Zuñiga, M. del C., Chará-Sema, A. M., y Pedraza, G. (2014). Agricultural land use impacts on aquatic macroinvertebrates in small streams from La Vieja river (Valle del Cauca, Colombia). *Revista De Biología Tropical*, *62*(S2), 203–219. https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15788

Gonzáles, I., Núñes-Avellaneda., Zuñiga, M. (2020). Los macroinvertebrados acuáticos de la región andino-amazónica colombiana: Camino Andakí, departamento de Caquetá. *Revista Amazonica. 12.* 192-201. Revista_Amazonica_12_24_11_2020web.pdf

Hamada, N., Thorp, J y Rogers, C. (2018) *Keys to Neotropical Hexapoda. (4ta ed.)* Academic Press. https://shop.elsevier.com/books/thorp-and-covichs-freshwater-invertebrates/hamada/978-0-12-804223-6

Holt, E., y Miller, S. (2010). Bioindicators: Using Organisms to Measure. *Nature Education Knowledge 3*(10). https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/

Matus-Román, K., Gonzales, N., y Flores, J. (2020). Comunidades de macroinvertebrados: bio-indicadores de la calidad del agua en el Territorio Indígena Rama-Kriol. *Ciencia e Interculturalidad, 27*(2), 129-146. https://doi.org/10.5377/rci.v27i02.10438

Ministerio del Ambiente y Energía. (2007) *Reglamento para la Evaluación y*

Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. Decreto No. 33903. Diario Oficial la Gaceta. https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20evaluaci%C3%B3n%20y%20clasificaci%C3%B3n%20de%20calidad%20de%20cuerpos%20de%20agua%20superficiales.pdf

Mosquera, F. (2015) Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados en la cuenca alta del río Caquetá. *Momentos de Ciencia. 12* (1) 25-38 https://www.researchgate.net/publication/318947086_Estructura_y_composicion_de_las_comunidades_de_macroinvertebrados_en_la_cuenca_alta_del_rio_Caqueta

Naranjo, C., González, D., Garcés, G., Brandimarte, A., Muñoz, S., y Musle, Y. (2005) Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP-Cub para ríos cubanos. *Tecnura, 9*(17) 65-76. redalyc.org/pdf/2570/257021014006.pdf

Oksanen, J. (junio de 2025) *Vegan: ecological diversity*. Runiverse.dev. diversity-vegan.pdf

Orozco-González, C., y Ocasio-Torres, M. (2023). Aquatic Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality: A Study of an Ecosystem Regulation Service in a Tropical River. *Ecologies*, *4*(2), 209-228. https://doi.org/10.3390/ecologies4020015

O'Callaghan y Kelly-Quinn (2013) Performance of selected macroinvertebrate-based biotic indices for rivers draining the Merendon Mountains region of Honduras. *UNED Research Journal*, *5*(1), 45–54. https://doi.org/10.22458/urj.v5i1.199

Peixoto, S. de J., Guimarães, L., y Alves, R. da G. (2024). Influence of eucalyptus plantations on benthic macroinvertebrate assemblages in neotropical springs. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *36*. https://doi.org/10.1590/S2179-975X8623

Pérez, A y López, A. (2002). *Atlas de los Moluscos Gasterópodos Continentales del Pacífico de Nicaragua. (1era ed.)*. Centro de Malacología, Universidad Centroamericana (UCA). https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.019242

Quesada-Alvarado, F y Solano-Ulate, D. (2020). Colonización de macroinvertebrados acuáticos en tres tipos de sustratos artificiales, en un río tropical. *Revista de Biología Tropical, 68* (20) S68-S78. https://doi.org/10.15517/rbt.v68iS2.44339

Ramírez, A. (2010) Odonata. *Revista de Biología Tropical*, *58* (4). 97-136 https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20084/20286

Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, *40*(155), 254-274. https://doi.org/10.18257/raccefyn.335

Salvatierra, T. (2014). Macroinvertebrados Acuáticos como indicadores de la

calidad de las aguas en tres microcuencas en Tola, Rivas, Nicaragua. *Revista Científica Agua Y Conocimiento*, *1*(1), 1–12. https://revistas.unan.edu.ni/index.php/RevAgua/article/view/3780

Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, *58* (4). 151-198. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20086/20288

Tafur, C. M., Revilla, M. H., Ruiz, W. P., Aguilar, R. G., y Guzmán, I. A. (2013). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. 2008. *SCIÉNDO*, *13*(1-2). https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/280

Vargas, F., Quintero, S., Guerrero, L., y Vargas, S. (2024). Colección Biológica de Referencia de Macroinvertebrados Acuáticos CBMUS-Unisangil. v1.5. *Fundación Universitaria de San Gil.* https://doi.org/10.15472/lt8uof