

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,  
Volumen 9, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5)

**DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE  
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN SIETE RÍOS  
DEL CANTÓN VALENCIA (LOS RÍOS-ECUADOR) COMO  
BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA**

**DIVERSITY AND ABUNDANCE OF AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN  
SEVEN RIVERS OF VALENCIA CANTON (LOS RIOS, ECUADOR) AS  
BIOINDICATORS OF WATER QUALITY**

**Jorge Ernesto Saltos Navia**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

**Ana Noemi Moreno Vera**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

**Jonathan Fidel Rosillo Rosillo**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i5.20094](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20094)

## **Diversidad y Abundancia de Macroinvertebrados Acuáticos en Siete Ríos del Cantón Valencia (Los Ríos-Ecuador) como Bioindicadores de la Calidad de Agua**

**Jorge Ernesto Saltos Navia<sup>1</sup>**[je.saltosn@uea.edu.ec](mailto:je.saltosn@uea.edu.ec)<https://orcid.org/0009-0005-3275-5656>Universidad Estatal Amazónica  
Ecuador**Ana Noemi Moreno Vera**[amoreno@uteq.edu.ec](mailto:amoreno@uteq.edu.ec)<https://orcid.org/0000-0003-0427-4191>Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Ecuador**Jonathan Fidel Rosillo Rosillo**[jf.rosillor@uea.edu.ec](mailto:jf.rosillor@uea.edu.ec)<https://orcid.org/0000-0001-7798-8609>Universidad Estatal Amazónica  
Ecuador

### **RESUMEN**

En el presente estudio se determinó la diversidad y abundancia de macroinvertebrados en los ríos de la zona norte de la provincia de Los Ríos y estimar la calidad del agua mediante el uso de índices biológicos. Para ello se empleó el método de colecta de red “D” durante la época seca desde el año 2013 al 2015 en los siguientes sitios de muestreos EL Congo (EC); La Victoria (LV); Toachi Chico (TC); Guantupí (GU); La Victoria Intervenido (LVI); El Congo Intervenido (ECI); La Damita Plantaciones (LDP). Se identificaron un total de 16 órdenes, 70 familias, con 9843 individuos de macroinvertebrados dentro de las siete puntos de muestreo durante época seca, la familia Aetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Libellulidae, Naucoridae, Ptilodactylidae y Tipulidae, registraron mayor presencia. Se calcularon los índices de Diversidad de Shannon, la prueba de t, índice de similitud de Jaccard y se realizó Escalamiento Multidimensional no Paramétrico (NMDS), utilizando software PAST 4.17. Los valores más significativos de diversidad se registraron en el sitio de muestreo Guantupi (2,856) a diferencia de La Victoria con 2,406. El análisis clúster de las unidades de muestreo reveló una agrupación de 3 clúster todos por encima del 48.8 % de similaridad utilizando el parámetro de Jaccard. El Índice Biótico de Familias – El Salvador (IBF-SV-2010) que expone valores de calidad de agua desde regular a muy buena y coincide con los parámetros físicos químicos.

**Palabras clave:** diversidad, bioindicadores, similitud, bioindicación

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [je.saltosn@uea.edu.ec](mailto:je.saltosn@uea.edu.ec)

# Diversity and Abundance of Aquatic Macroinvertebrates in Seven Rivers of Valencia Canton (Los Rios, Ecuador) as Bioindicators of Water Quality

## ABSTRACT

In the present study, the diversity and abundance of macroinvertebrates in the rivers of the northern region of the province of Los Ríos were determined, and the water quality was assessed using biological indicators. For this purpose, the "D" network collection method was used during the dry season from 2013 to 2015 at the following EL Congo sampling sites; The Victory (LV); Toachi Chico (TC); Guantupí (GU); The Victory Intervened (LVI); The Congo Intervened (ECI); The Damita Plantations (LDP). A total of 16 orders, 70 families, were identified with 9843 macroinvertebrate individuals within the seven sampling points during the dry season, the families Aetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Libellulidae, Naucoridae, Ptilodactylidae and Tipulidae, were more frequent. The Shannon Diversity indices, the t-test, Jaccard similarity index, and Non- Parametric Multidimensional Scaling (NMDS) were calculated using PAST 4.17 software. The most significant diversity values were recorded at the Guantupi sampling site (2,856) unlike La Victoria with 2,406. The cluster analysis of the sampling units revealed a clustering of all 3 cluster above the 48.8% similarity using the Jaccard parameter. The Biotic Index of Families - El Salvador (IBF-SV- 2010) that exposes values of water quality from regular to very good and coincides with the physical chemical parameters.

**Keywords:** diversity, bioindicators, similarity, macroinvertebrates

*Artículo recibido 02 setiembre 2025  
Aceptado para publicación: 29 setiembre 2025*



## INTRODUCCIÓN

La utilización de macroinvertebrados bentónicos para la evaluación biológica de ríos ha emergido como un componente fundamental en los programas de monitoreo a nivel global. Estos organismos son representativos del impacto acumulativo de las actividades humanas, poseen un amplio rango de tolerancia a niveles de contaminación y su muestreo resulta ser económicamente viable (Caiza & Guerrero, 2025). A lo largo de las últimas décadas, las estrategias de bio-evaluación han pasado de depender de listas de tolerancia tradicionales a adoptar marcos estandarizados que integran métricas relacionadas con la composición, la riqueza y características biológicas, como el grupo EPT (Carrillo, 2025). Además, se han desarrollado protocolos de campo para ríos que pueden ser vadeados, facilitando la recolección de datos. Este enfoque ha permitido la interconexión entre la investigación científica y la gestión ambiental, apoyando la formulación de diagnósticos, la definición de objetivos de restauración y la evaluación de resultados en diversos biomas fluviales (Guevara-Ron, 2023).

En áreas tropicales y subtropicales, la práctica de la bioindicación mediante macroinvertebrados ha tenido que evolucionar en respuesta a una biota extremadamente diversa y a presiones incrementales provocadas por la alteración del uso del suelo, la agricultura intensiva y la expansión urbana (Miranda, 2023). Esto ha llevado a una revisión crítica de los índices utilizados, así como a su calibración desde una perspectiva biogeográfica, lo que resalta la necesidad de establecer marcos comparativos sólidos que permitan identificar impactos ambientales y distinguir entre las señales naturales y las inducidas por actividades humanas (Sigchiguano, 2024). Además, la revisión de estudios de síntesis ha puesto de manifiesto tanto las fortalezas como las limitaciones de este enfoque, enfatizando la relevancia de integrar información funcional y de características biológicas en el contexto de escenarios de cambio ambiental (D. Sánchez et al., 2015).

En el ámbito latinoamericano, la iniciativa BMWP/Col y su extensa difusión representaron un cambio significativo para la región, al ofrecer una base metodológica que puede ser replicada, la cual más tarde sirvió de inspiración para la creación de manuales y adaptaciones a nivel nacional (Churampi & Ibañez, 2024; Herrera et al., 2022). La obra original y sus posteriores ediciones y derivaciones han sido fundamentales para la estandarización de los muestreos y las escalas de interpretación de la calidad biológica en ríos tropicales (Suárez et al., 2024).



A nivel regional en la zona andina, se han llevado a cabo iniciativas concretas para adaptar y validar indicadores biológicos acordes con las condiciones ecológicas y geomorfológicas específicas de los Andes tropicales (Capeletti, 2023). Un desarrollo significativo en este ámbito es el uso del índice BMWP-CR, al que se han incorporado valores de tolerancia revisados para diversas familias de macroinvertebrados presentes en ecosistemas hídricos (Ochieng et al., 2020). Este índice ha mostrado un rendimiento efectivo en la discriminación de gradientes de perturbación ambiental y ha sido empleado como un estándar en investigaciones subsiguientes (Carrillo, 2025). Estas acciones se impulsan ante la creciente necesidad de implementar métodos que sean sensibles y efectivos en cuencas que enfrentan una alta densidad de población y múltiples factores de presión (Muntalif et al., 2023). En Ecuador, el ámbito científico ha promovido de manera significativa la utilización de los macroinvertebrados como bioindicadores, abarcando tanto los ecosistemas altoandinos como los de tierras bajas. A su vez, se han desarrollado guías prácticas para la identificación de especies y protocolos para la evaluación ecológica (Moya & Muñoz-Barriga, 2022). Dichas herramientas han permitido llevar a cabo investigaciones que establecen correlaciones entre la estructura de los ensamblajes biológicos y factores como los gradientes de cobertura ribereña, la intensificación de actividades agrícolas y las descargas provenientes de áreas urbanas (Cuchiparte, 2021). Esto refuerza la relevancia de los índices bióticos en el proceso de toma de decisiones orientadas a la gestión sostenible del recurso hídrico (Rijalba-Palacios, 2024).

En la provincia de Los Ríos, la actividad agropecuaria, que incluye cultivos como banano y cacao, así como la ganadería y el crecimiento de áreas urbanas, ha impactado la cobertura ribereña y la calidad del agua de diversos ríos (Jacho et al., 2025). Estudios recientes realizados en la cuenca del río Quevedo han observado cómo los macroinvertebrados responden a cambios en el uso del suelo, que abarca áreas de bosque, pastizales, cultivos agrícolas y minería (Rosales et al., 2021). Además, se ha evidenciado la degradación en secciones urbanas a través de la aplicación de índices bióticos, lo que subraya la efectividad de este enfoque para el diagnóstico ambiental a nivel local (Arbeláez, 2024).

En el cantón Valencia, ubicado en la provincia de Los Ríos, los ríos de zonas bajas crean sistemas de drenaje hídrico que se ven influenciados por factores estacionales y actividades humanas (Damanik et al., 2016). Investigaciones realizadas en el Bosque Protector Murocomba revelan que la diversidad de



macroinvertebrados está relacionada con la cobertura ribereña, lo que indica que las métricas de diversidad pueden servir como indicadores confiables de la integridad ecológica (Peralta & González, 2023). Además, los estudios de los ríos locales han establecido un punto de referencia para futuras comparaciones en el tiempo. Esto subraya la relevancia de examinar los macroinvertebrados en siete ríos del cantón Valencia, ya que funcionan como bioindicadores de la calidad del agua (Chuqui & Manzaba, 2021).

Bajo este contexto el presente trabajo tiene como objetivo general: Determinar la calidad de agua en siete cuerpos hídricos del cantón Valencia (Los Ríos) por medio del uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos. Para viabilizar esta investigación también se establecieron tres objetivos específicos: (1) Identificar taxonómicamente a nivel de familias las comunidades de macroinvertebrados acuáticos; (2) Estimar la abundancia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en los siete estaciones de muestreos del Cantón Valencia mediante índices de diversidad biológica de Simpson y Shannon para conocer la estructura de la comunidad; (3) Emplear índices biológicos como BMWP-CR, EPT y IBF para evaluar la calidad de agua en el área de estudio.

## **METODOLOGÍA**

**Área de estudio.** Esta investigación se llevó a cabo en el Cantón Valencia, ubicado en la provincia de Los Ríos, específicamente en la zona norte de dicha provincia. La extensión total del territorio cantonal es de aproximadamente 987,00 km<sup>2</sup>, de los cuales 978,00 km<sup>2</sup> corresponden al área rural. Las comunidades rurales abarcan 808,00 km<sup>2</sup>, mientras que la cabecera cantonal ocupa 9,00 km<sup>2</sup>. Los límites del cantón son los siguientes: al norte, limita con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; al sur, con los cantones Quevedo y Quinsaloma; al este, con la provincia de Cotopaxi (cantón La Maná); y al oeste, con el cantón Buena Fe (G. Sánchez et al., 2013) (Prefectura de Los Ríos, 2025). La jurisdicción del cantón se extiende desde una altitud de 60 msnm hasta aproximadamente 1520 msnm.

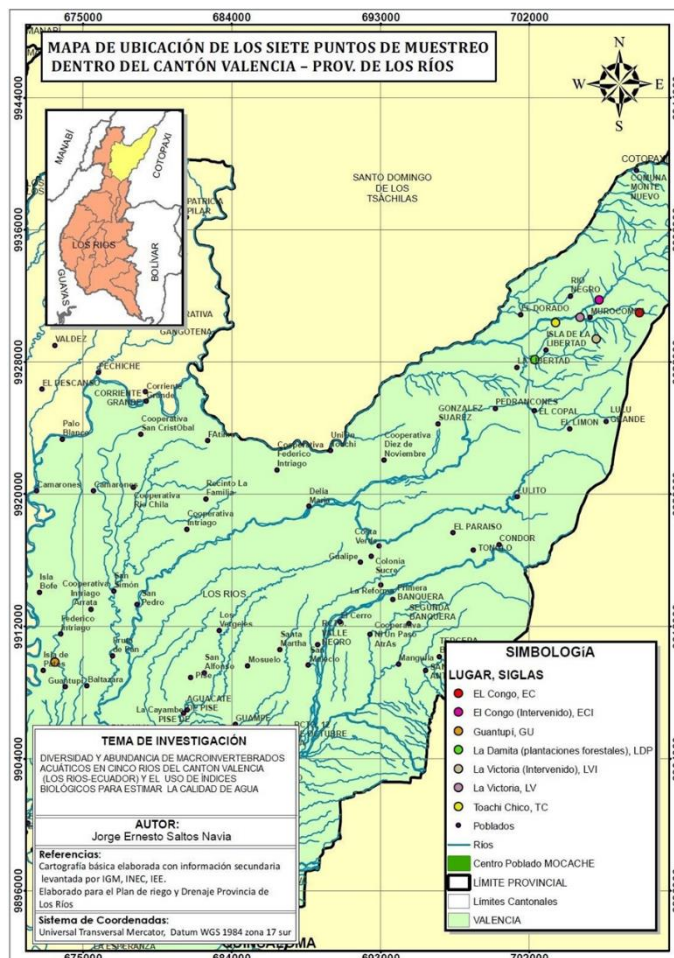
**Zonificación.** La investigación considera esencial la división en áreas con características ambientales específicas de los ríos del cantón Valencia. Teniendo en cuenta múltiples aspectos al momento de realizar dicha división, entre ellos, la diversidad de flora y fauna presentes en cada área, la variabilidad del caudal del agua a lo largo del año, el uso de la tierra en sus alrededores y su



proximidad a posibles fuentes de contaminación. Esta cuidadosa subdivisión permitirá obtener información detallada y exhaustiva sobre la diversidad y cantidad de macroinvertebrados acuáticos presentes en cada área, así como su relación directa con la calidad del agua en dichos espacios.

Asimismo, es relevante señalar que esta división también facilitará la creación de una base de datos sólida que permitirá llevar a cabo un análisis exhaustivo y riguroso de todos los resultados obtenidos (Moya & Muñoz-Barriga, 2022). Esta metodología posibilitará una interpretación precisa y confiable de los datos recopilados permitiendo realizar comparaciones entre diversas áreas y evaluar los posibles efectos que las características ambientales pueden ejercer sobre la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos (Briones & Santana, 2025). Además, esta investigación podrá servir como referencia para futuros estudios relacionados con la conservación y gestión de los ríos en el cantón Valencia, aportando de manera significativa al conocimiento científico y a la protección del medio ambiente en esta región (Cardona et al., 2024).

**Figura 1.** Mapa de ubicación de los siete sitios de muestreo de los cinco ríos dentro del Cantón Valencia – Prov. de Los Ríos.



## Selección y caracterización de los puntos de muestreo

En este estudio, se seleccionaron siete ríos del cantón Valencia, en la provincia de Los Ríos, Ecuador, como puntos de muestreo para la investigación sobre diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua (Guillén-Ferraro et al., 2024). Los ríos fueron seleccionados en base a su representatividad de diferentes características ambientales y condiciones de uso del suelo en la zona. Se realizó una caracterización detallada de cada punto de muestreo, teniendo en cuenta aspectos como el tipo de hábitat, la vegetación circundante y la presencia de posibles fuentes de contaminación (Quesada & Solano, 2020). De esta manera, se aseguró la representatividad de los puntos de muestreo y se obtuvo información relevante para la interpretación de los resultados obtenidos en cuanto a la calidad del agua y la presencia de macroinvertebrados acuáticos. Los siete puntos designados para la recolección están asociados a cinco ríos, teniendo en cuenta que se establecieron dos puntos de recolección en los ríos Congo y La Victoria, los cuales exhiben características diferenciadas en función de su estructura, composición ecológica, localización geográfica y elevación (Fuchs et al., 2021; Quirós et al., 2022).

**Tabla 1.** Puntos de muestreos, coordenadas y altitud de la zona de estudio.

| Sitios de muestreo | Lugar                               | Siglas | Coordenadas<br>(UTM 84 WGS 17S) |         | Altitud<br>(m.s.n.m) |
|--------------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------|---------|----------------------|
|                    |                                     |        | X                               | Y       |                      |
| 1                  | Congo                               | EC     | 708708                          | 9930978 | 1043                 |
| 2                  | Congo (Intervenido)                 | ECI    | 705644                          | 9930791 | 523                  |
| 3                  | La Victoria (Intervenido)           | LVI    | 706076                          | 9929392 | 643                  |
| 4                  | La Victoria                         | LV     | 705109                          | 9930679 | 495                  |
| 5                  | Toachi Chico                        | TC     | 704025                          | 9930555 | 474                  |
| 6                  | La Damita (plantaciones forestales) | LDP    | 702582                          | 9928788 | 429                  |
| 7                  | Guantupí                            | GU     | 673310                          | 9909799 | 116                  |

## Muestreo e identificación sistemática de taxones

Para la recolección de muestras de macroinvertebrados, se utilizó una "Red D" de 500 µm de malla ubicada en sentido contrario de la corriente, este instrumento comúnmente implementado en investigación de la biota acuática (Durán et al., 2022). Esta red está concebida específicamente para su aplicación en ríos con caudales moderados, permitiendo tomar muestras en áreas accesibles a pie y compuestos de varios sustratos, como lodo, hojas, troncos y piedras, entre otros.



Mediante los muestreos realizados, se recolectaron muestras de macroinvertebrados de diversos ecosistemas acuáticos en el cantón de Valencia, con el fin de generar información que sea representativa y variada. Es relevante mencionar que las colectas se llevaron a cabo durante la temporada de verano, lo que ofrece una perspectiva estacional y un entendimiento más completo de los sitios seleccionados (C. Rodríguez et al., 2022).

El material recolectado fue almacenado en frascos con alcohol al 70 % y etiquetados, luego fueron trasladados al laboratorio donde las fueron separados, contados, identificados y conservados en etanol al 70% en el laboratorio (Villamarín et al., 2020). Su identificación se realizó a nivel de Familia en base a la literatura adecuada para cada grupo; Collins et al., (2021); Dominguez et al., (2009); Posada-Garía & Roldán-Pérez, (2003); Yáñez-Muñoz et al., (2023)

### **Análisis de datos**

Este estudio implicó un análisis estadístico de los datos recolectados durante los muestreos de macroinvertebrados acuáticos en siete ríos de Valencia (Flores, 2019). La estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados se la evaluó por medio del índice de diversidad Shannon - Wiener (1969) y Simpson, además se realizaron comparaciones de los resultados entre los ríos (Purihuamán & Sánchez, 2022). El índice de Shannon reveló variaciones significativas que podrían presentarse entre los diferentes sitios muestreados. Ajustándose ligeramente para mitigar cualquier sesgo y se utilizó en análisis que contemplen muestras reducidas de especies (Minchola et al., 2025). Así mismo, se empleó el estimador de la varianza, el estadístico de prueba t y una fórmula específica para calcular los grados de libertad (Lugo-Armenta & Pino-Fan, 2021). Así mismo, se estableció una correlación entre la calidad del agua y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos, lo que facilitó la evaluación de la calidad del agua en cada punto de muestreo (Tobías & Guzmán, 2022). Los hallazgos del análisis brindaron información relevante sobre la condición de los ríos y su capacidad para sostener la vida acuática, lo cual es un elemento crucial para la gestión y conservación de estos ecosistemas acuáticos (Cruz et al., 2022). Con el propósito de examinar las fluctuaciones en las diversidades de Shannon entre dos muestras, se implementó el método expuesto por Hutcheson en 1970, Poole en 1974, y Magurran en. Este proporciona una alternativa al procedimiento de aleatorización que está disponible en el módulo de diversidad del software que significa



"Paleontological Statistics" (Estadísticas Paleontológicas) PAST (Silva et al., 2022). Para llevar a cabo la interpretación de los resultados y la valoración de posibles diferencias que sean estadísticamente significativas entre las unidades de muestreo, se establecerá un nivel de significancia que se aplicará a una matriz de contraste, tal como sugirió Karydis, (2022).

Para evaluar la calidad de ecosistemas hídricos mediante el análisis de especies que habitan en esos ambiente, se empleó el Índice Biological Monitoring Working Party de Costa Rica (BMWP-CR) (Calvo & Salazar, 2023). Donde, las familias con puntuaciones bajas, presentan mayor tolerancia, mientras que aquellas que requieren condiciones de agua más adecuadas obtienen puntuaciones altas. El índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considera el número y abundancia de especies considerando el grado de tolerancia y no tolerancia (Ali et al., 2025). Así mismo, se implementó el Índice Biótico de Familia (IBF), que incluye dos componentes fundamentales propuestos por Hilsenhoff (1988) : a) el valor asignado en cada grupo de macroinvertebrados acuáticos; b) la abundancia relativa de los macroinvertebrados capturados (F. Rodríguez et al., 2025). La puntuación refleja su tolerancia a condiciones de perturbación, específicamente su grado de sensibilidad a la contaminación hídrica (Ramírez & Cruz, 2024). En este contexto, valores cercanos a "0" indican baja tolerancia y mientras más se acercan a "10" indican tolerancia alta a la contaminación del agua. Adicionalmente, la abundancia relativa definió características específicas de cada estación de muestreo y funcionó como indicador del nivel de perturbación (López et al., 2012; Magbanua et al., 2023). Sumando estas puntuaciones de todas las familias en un sitio de muestreo particular, se forma un índice que refleja el nivel de contaminación en dicha área. Por lo tanto, una puntuación más alta indica un menor grado de contaminación en el lugar evaluado (Ángeles et al., 2024).

Por otra parte, se utilizó el Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS), para comparar la composición de las familias de macroinvertebrados (Hussain et al., 2020).

Este es eficaz y adecuado para la comparación mediante la matriz de similitud de Jaccard, una herramienta esencial para evaluar las relaciones de similitud entre las unidades de muestreo, expresando una configuración espacial precisa y detallada (Bai et al., 2024). Además, permite una interpretación más amplia de las relaciones de similitud, exponiendo claramente aquellas diferencias y similitudes entre las familias de macro invertebrados analizadas (Martínez et al., 2023).



En biología y ecología se considera al NMDS como una herramienta importante, ya que aglomera información compleja en dimensiones distintas y permite comparar y entender la composición de las comunidades de macro invertebrados (Matomela et al., 2021).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estimación de la diversidad de macro invertebrados acuáticos existentes de los siete sitios de muestreos en cinco ríos del Cantón Valencia

A través del método de colecta de red “D”, los muestreos lograron identificar un total de 16 órdenes y 70 familias, lo que se tradujo en la observación de 9843 individuos de macroinvertebrados. Este estudio se llevó a cabo en siete puntos de muestreo distribuidos a lo largo de cinco ríos, durante la época seca. Entre las familias que se encontraron en mayor cantidad se destacaron Baetidae, Chironomidae, Corydalidae, Elmidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Libellulidae, Naucoridae, Ptilodactylidae y Tipulidae las familias que registraron mayor presencia.

**Tabla 2.** Composición taxonómica de ausencia y presencia de macroinvertebrados con el método de captura red “D” en siete puntos de muestreo en cinco ríos, durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Familias        | Sitios de muestreos |    |    |    |     |     |     | Total |
|-----------------|---------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-------|
|                 | EC                  | LV | TC | GU | LVI | ECI | LDP |       |
| Aeshnidae       |                     |    |    | X  |     |     |     | 1     |
| Ampullariidae   |                     |    |    | X  |     |     |     | 1     |
| Baetidae        | X                   | X  | X  | X  | X   | X   | X   | 7     |
| Belostomatidae  |                     |    |    | X  |     |     |     | 1     |
| Blaberidae      |                     |    |    | X  |     |     |     | 1     |
| Blepharoceridae |                     |    | X  |    |     | X   |     | 2     |
| Caenidae        |                     |    |    | X  |     |     |     | 1     |
| Calamoceratidae |                     |    |    | X  | X   | X   |     | 3     |
| Calopterygidae  | X                   |    |    | X  | X   |     |     | 3     |
| Ceratopogonidae | X                   | X  |    |    | X   |     |     | 3     |
| Chironomidae    | X                   | X  | X  | X  | X   | X   | X   | 7     |
| Coenagrionidae  | X                   | X  |    | X  | X   | X   | X   | 6     |
| Corydalidae     | X                   | X  | X  | X  | X   | X   | X   | 7     |
| Crambidae       |                     |    |    |    |     |     | X   | 1     |
| Crombidae       | X                   |    |    |    |     |     |     | 1     |
| Dixidae         | X                   | X  | X  |    |     | X   | X   | 5     |
| Dolichopididae  |                     |    |    |    | X   |     | X   | 2     |
| Dryopidae       |                     |    |    |    | X   |     | X   | 2     |
| Elmidae         | X                   | X  | X  | X  | X   | X   | X   | 7     |
| Empididae       |                     |    |    |    |     |     | X   | 1     |
| Fisoide         |                     |    |    |    |     | X   |     | 1     |
| Gelastocoridae  | X                   |    |    |    |     |     |     | 1     |



|                    |           |           |           |           |           |           |           |   |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| Gerridae           | X         | X         | X         |           | X         | X         | X         | 6 |
| Glossosomatidae    |           |           |           |           | X         | X         |           | 2 |
| Gomphidae          | X         | X         | X         | X         |           |           |           | 4 |
| Hebridae           |           |           |           |           |           | X         |           | 1 |
| Helicopsychidae    | X         | X         | X         |           | X         | X         |           | 5 |
| Heptageniidae      | X         |           |           |           |           |           |           | 1 |
| Hidrometridae      |           |           |           |           |           | X         | X         | 2 |
| Hydrobiidae        |           |           | X         |           |           |           |           | 1 |
| Hydrobiosidae      | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| hydrochidae        |           |           |           |           | X         |           | X         | 2 |
| Hydrophilidae      | X         |           |           | X         | X         | X         | X         | 5 |
| Hydropsychidae     | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Hydroptilidae      |           |           |           | X         |           |           | X         | 2 |
| Leptoceridae       | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Leptohyphidae      | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Leptophlebiidae    | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Libellulidae       | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Limnychidae        |           |           |           |           |           | X         | X         | 2 |
| Lutrochidae        |           |           |           | X         | X         | X         | X         | 4 |
| Megapodagrionidae  |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| Muscidae           |           |           |           |           | X         |           | X         | 2 |
| Naucoridae         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Nifa de cucaracha  |           |           |           |           | X         | X         | X         | 3 |
| Odontoceridae      |           |           |           |           |           | X         | X         | 2 |
| Oligoneuriidae     | X         | X         |           |           |           | X         |           | 3 |
| Palaemonidae       |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| Perlidae           | X         | X         | X         |           | X         | X         | X         | 6 |
| Philopotamidae     |           |           |           | X         | X         |           | X         | 3 |
| Physidae           |           |           | X         |           |           |           |           | 1 |
| Platystictidae     |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| Polycentropodidae  | X         |           |           |           |           | X         | X         | 3 |
| Polythoridae       |           |           |           |           | X         |           |           | 1 |
| Porcellio scabar   |           |           |           |           | X         |           |           | 1 |
| Psephenidae        | X         | X         | X         |           | X         | X         | X         | 6 |
| Pseudothelphusidae |           |           |           | X         | X         | X         |           | 3 |
| Ptilodactylidae    | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Pyalidae           | X         | X         | X         | X         |           |           |           | 4 |
| Sarcophagidae      |           |           |           |           |           |           | X         | 1 |
| Scirtidae          |           |           |           | X         |           |           | X         | 2 |
| Simuliidae         | X         | X         | X         | X         |           | X         | X         | 6 |
| Staphylinidae      | X         | X         |           |           | X         | X         | X         | 5 |
| Stratiomyidae      |           |           |           |           |           |           | X         | 1 |
| Thaumaleidae       |           |           |           |           | X         |           |           | 1 |
| Thiaridae          |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| Tipulidae          | X         | X         | X         | X         | X         | X         | X         | 7 |
| Unionidae          |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| Veliidae           |           |           |           |           | X         | X         | X         | 3 |
| Xiphocentronidae   |           |           |           | X         |           |           |           | 1 |
| <b>Total</b>       | <b>31</b> | <b>25</b> | <b>24</b> | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>39</b> |   |



En la tabla 2 los órdenes con familias más representativos fueron: Trichoptera (15), Lepidoptera (10), Hemíptera y Coleoptera (7), a diferencia de Blattaria, Decápoda y Plecóptera con 2 familias cada uno seguido por Gastropoda, Isópoda, Mesogastropoda y Unionidae con 1 familia cada uno. Las familias con mayor números de individuos dentro de los siete puntos de muestreo, en la época seca con el uso de red “D” fueron: Hydropsychidae con 1628, Elmidae con 1410, Baetidae con 895 y Leptophlebiidae con 706 individuos respectivamente a diferencia de Caenidae, Limnycidae, Physidae y Scirtidae con 2 individuos respectivamente, a diferencia de las familias Belostomatidae, Empididae, Fisoide, Gelastocoridae, Sarcophagidae, Stratiomyidae, Thaumaleidae y Xiphocentronidae con 1 individuos respectivamente.

**Tabla 3.** Cantidad de organismos por Orden y Familia de macroinvertebrados con el método de captura red “D” en siete puntos de muestreo en cinco ríos durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Orden         | Familias        | Sitios de muestreo |     |     |    |     |     |     | Total |
|---------------|-----------------|--------------------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------|
|               |                 | EC                 | LV  | TC  | GU | LVI | ECI | LDP |       |
| Odonata       | Aeshnidae       | 0                  | 0   | 0   | 3  | 0   | 0   | 0   | 3     |
| Gastropoda    | Ampullariidae   | 0                  | 0   | 0   | 11 | 0   | 0   | 0   | 11    |
| Coleoptera    | Baetidae        | 331                | 269 | 203 | 21 | 6   | 26  | 39  | 895   |
| Hemíptera     | Belostomatidae  | 0                  | 0   | 0   | 1  | 0   | 0   | 0   | 1     |
| Blattaria     | Blaberidae      | 0                  | 0   | 0   | 3  | 0   | 0   | 0   | 3     |
| Díptera       | Blepharoceridae | 0                  | 0   | 4   | 0  | 0   | 1   | 0   | 5     |
| Ephemeroptera | Caenidae        | 0                  | 0   | 0   | 2  | 0   | 0   | 0   | 2     |
| Trichoptera   | Calamoceratidae | 0                  | 0   | 0   | 6  | 13  | 1   | 0   | 20    |
| Odonata       | Calopterygidae  | 4                  | 0   | 0   | 64 | 6   | 0   | 0   | 74    |
| Díptera       | Ceratopogonidae | 4                  | 4   | 0   | 0  | 1   | 0   | 0   | 9     |
| Megaloptera   | Chironomidae    | 78                 | 56  | 42  | 12 | 3   | 60  | 111 | 362   |
| Hemíptera     | Coenagrionidae  | 15                 | 5   | 0   | 15 | 8   | 6   | 3   | 52    |
| Megaloptera   | Corydalidae     | 47                 | 82  | 32  | 29 | 3   | 15  | 25  | 233   |
| Lepidoptera   | Crambidae       | 0                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 7   | 7     |
| Lepidoptera   | Crombidae       | 9                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 9     |
| Lepidoptera   | Dixidae         | 1                  | 1   | 1   | 0  | 0   | 1   | 3   | 7     |
| Lepidoptera   | Dolichopididae  | 0                  | 0   | 0   | 0  | 2   | 0   | 1   | 3     |
| Trichoptera   | Dryopidae       | 0                  | 0   | 0   | 0  | 4   | 0   | 10  | 14    |
| Coleoptera    | Elmidae         | 279                | 421 | 192 | 18 | 165 | 61  | 274 | 1410  |
| Lepidoptera   | Empididae       | 0                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 1   | 1     |
| Mollusca      | Fisoide         | 0                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1   | 0   | 1     |
| Hemíptera     | Gelastocoridae  | 1                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 1     |
| Plecóptera    | Gerridae        | 15                 | 8   | 22  | 0  | 23  | 8   | 1   | 77    |
| Trichoptera   | Glossosomatidae | 0                  | 0   | 0   | 0  | 1   | 3   | 0   | 4     |
| Odonata       | Gomphidae       | 10                 | 9   | 2   | 88 | 0   | 0   | 0   | 109   |
| Hemíptera     | Hebridae        | 0                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1   | 0   | 1     |
| Trichoptera   | Helicopsychidae | 16                 | 6   | 2   | 0  | 6   | 6   | 0   | 36    |
| Ephemeroptera | Heptageniidae   | 3                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 3     |
| Hemíptera     | Hidrometridae   | 0                  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1   | 5   | 6     |
| Mollusca      | Hydrobiidae     | 0                  | 0   | 4   | 0  | 0   | 0   | 0   | 4     |



|                |                    |             |             |             |             |            |            |             |             |
|----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Trichoptera    | Hydrobiosidae      | 376         | 33          | 16          | 2           | 2          | 6          | 23          | 458         |
| Trichoptera    | Hydrochidae        | 0           | 0           | 0           | 0           | 3          | 0          | 13          | 16          |
| Coleoptera     | Hydrophilidae      | 2           | 0           | 0           | 3           | 28         | 5          | 24          | 62          |
| Trichoptera    | Hydropsychidae     | 267         | 461         | 212         | 56          | 167        | 212        | 253         | 1628        |
| Trichoptera    | Hydroptilidae      | 0           | 0           | 0           | 1           | 0          | 0          | 3           | 4           |
| Trichoptera    | Leptoceridae       | 110         | 59          | 64          | 22          | 129        | 1          | 24          | 409         |
| Ephemeroptera  | Leptohyphidae      | 147         | 215         | 66          | 93          | 11         | 68         | 58          | 658         |
| Ephemeroptera  | Leptophlebiidae    | 240         | 182         | 81          | 31          | 44         | 88         | 40          | 706         |
| Odonata        | Libellulidae       | 36          | 32          | 16          | 167         | 2          | 6          | 9           | 268         |
| Coleoptera     | Limnychidae        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 1          | 1           | 2           |
| Coleoptera     | Lutrochidae        | 0           | 0           | 0           | 1           | 2          | 2          | 3           | 8           |
| Odonata        | Megapodagrionidae  | 0           | 0           | 0           | 16          | 0          | 0          | 0           | 16          |
| Lepidoptera    | Muscidae           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1          | 0          | 1           | 2           |
| Hemiptera      | Naucoridae         | 88          | 43          | 69          | 54          | 8          | 20         | 8           | 290         |
| Blattaria      | Nifa de cucaracha  | 0           | 0           | 0           | 0           | 15         | 4          | 1           | 20          |
| Trichoptera    | Odontoceridae      | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 2          | 1           | 3           |
| Ephemeroptera  | Oligoneuriidae     | 15          | 4           | 0           | 0           | 0          | 9          | 0           | 28          |
| Decápoda       | Palaemonidae       | 0           | 0           | 0           | 9           | 0          | 0          | 0           | 9           |
| Plecóptera     | Perlidae           | 105         | 117         | 150         | 0           | 99         | 43         | 153         | 667         |
| Trichoptera    | Philopotamidae     | 0           | 0           | 0           | 174         | 2          | 0          | 29          | 205         |
| Mollusca       | Physidae           | 0           | 0           | 2           | 0           | 0          | 0          | 0           | 2           |
| Odonata        | Platystictidae     | 0           | 0           | 0           | 31          | 0          | 0          | 0           | 31          |
| Trichoptera    | Polycentropodidae  | 1           | 0           | 0           | 0           | 0          | 1          | 1           | 3           |
| Megaloptera    | Polythoridae       | 0           | 0           | 0           | 0           | 11         | 0          | 0           | 11          |
| Isópoda        | Porcellio scabar   | 0           | 0           | 0           | 0           | 4          | 0          | 0           | 4           |
| Trichoptera    | Psephenidae        | 137         | 39          | 40          | 0           | 17         | 27         | 10          | 270         |
| Decápoda       | Pseudothelphusidae | 0           | 0           | 0           | 21          | 2          | 1          | 0           | 24          |
| Coleoptera     | Ptilodactylidae    | 18          | 13          | 8           | 7           | 71         | 11         | 15          | 143         |
| Lepidoptera    | Pyalidae           | 4           | 8           | 1           | 6           | 0          | 0          | 0           | 19          |
| Lepidoptera    | Sarcophagidae      | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0          | 1           | 1           |
| Coleoptera     | Scirtidae          | 0           | 0           | 0           | 1           | 0          | 0          | 1           | 2           |
| Díptera        | Simuliidae         | 55          | 67          | 34          | 8           | 0          | 56         | 102         | 322         |
| Trichoptera    | Staphylinidae      | 2           | 1           | 0           | 0           | 14         | 1          | 2           | 20          |
| Lepidoptera    | Stratiomyidae      | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          | 0          | 1           | 1           |
| Lepidoptera    | Thaumaleidae       | 0           | 0           | 0           | 0           | 1          | 0          | 0           | 1           |
| Mesogastropoda | Thiaridae          | 0           | 0           | 0           | 45          | 0          | 0          | 0           | 45          |
| Díptera        | Tipulidae          | 20          | 18          | 8           | 2           | 9          | 10         | 1           | 68          |
| Unionoida      | Unionidae          | 0           | 0           | 0           | 45          | 0          | 0          | 0           | 45          |
| Hemíptera      | Veliidae           | 0           | 0           | 0           | 0           | 2          | 3          | 3           | 8           |
| Trichoptera    | Xiphocentronidae   | 0           | 0           | 0           | 1           | 0          | 0          | 0           | 1           |
| <b>Total</b>   |                    | <b>2436</b> | <b>2153</b> | <b>1271</b> | <b>1069</b> | <b>885</b> | <b>768</b> | <b>1261</b> | <b>9843</b> |

### Diversidad y Similitud de macroinvertebrados acuáticos

En la tabla 4 en las siete unidades de muestreo para la época seca se identificaron las familias de macroinvertebrados acuáticos, siendo La Damita plantaciones (LDP) con 39 familias la más representativa seguido por Guantupi (GU), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido



(ECI) con 36 familias respectivamente a diferencia del Congo (EC), La Victoria (LV) y Toachi Chico (TC) con 31, 25, 24 familias respectivamente. La mayor cantidad de individuos que se registraron en los sitios el Congo y La Victoria con 2436 y 2153, mientras los sitios La Victoria Intervenido y el Congo Intervenido presentaron valores inferiores con 885 y 768 individuos.

Los índices de diversidad de Shannon dentro de las siete zonas de estudio registraron una mayor diversidad, en Guantupi y el Congo Intervenido con 2,856 y 2,646 respectivamente, a diferencia de Toachi Chico y La Victoria los cuales registraron valores de 2,500 y 2,406; mientras los índices Simpson que registraron valores elevados de 0,9175 y 0,9084 se presentaron en los sitios Guantupi y el Congo respectivamente, a diferencia de La Damita Plantaciones y La Victoria con 0,8769 y 0,875.

**Tabla 4.** Número de individuos e índices de diversidad y Especies, de insectos de Familia de macroinvertebrados con la técnica de captura red “D” en siete puntos de muestreo en cinco ríos durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Índices     | Sitios de muestreo |        |        |         |        |        |        |
|-------------|--------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
|             | EC                 | LV     | TC     | GU      | LVI    | ECI    | LDP    |
| Familias    | 31                 | 25     | 24     | 36      | 36     | 36     | 39     |
| Individuals | 2436               | 2153   | 1271   | 1069    | 885    | 768    | 1261   |
| Dominance_D | 0,09158            | 0,125  | 0,1065 | 0,08249 | 0,1167 | 0,1225 | 0,1231 |
| Shannon_H   | 2,646              | 2,406  | 2,500  | 2,856   | 2,558  | 2,573  | 2,519  |
| Simpson_1-D | 0,9084             | 0,8750 | 0,8935 | 0,9175  | 0,8833 | 0,8775 | 0,8769 |

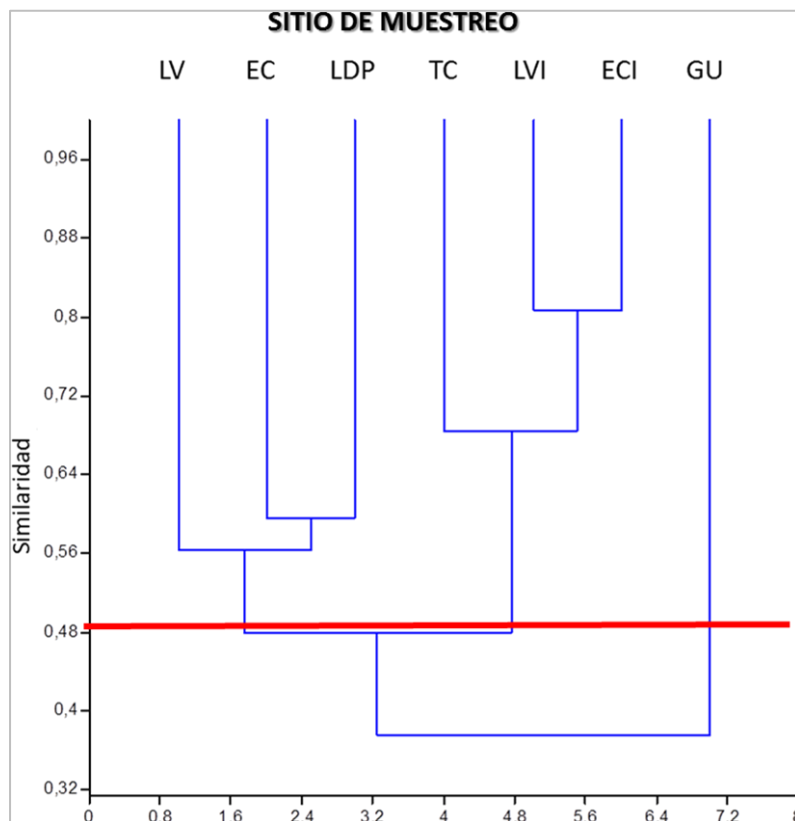
La tabla 5 demuestra el índice de similaridad de Jaccard entre las unidades de muestreo, la interacción entre los sitios de muestreo el Congo y La Victoria presentan mayor porcentaje de similaridad (0,806 x 100%) seguido por la interacción La Victoria y Toachi Chico con 0,750 x 100%, a diferencia de las interacciones Toachi Chico y Guantupi; Guantupi y La Damita Plantaciones, ambas con 0,364 x 100%, finalmente Guantupi y el Congo Intervenido con 0,358 x 100% de similaridad de familias de insectos.

**Tabla 5.** Índices de Similaridad de Jaccard de insectos de Familia de macroinvertebrados con la técnica o método de captura red “D” en siete puntos de muestreo en cinco ríos durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Sitios de Muestreo | EC | LV    | TC    | GU    | LVI   | ECI   | LDP   |
|--------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EC                 | 1  | 0,806 | 0,618 | 0,396 | 0,489 | 0,558 | 0,458 |
| LV                 |    | 1     | 0,750 | 0,386 | 0,488 | 0,564 | 0,455 |
| TC                 |    |       | 1     | 0,364 | 0,395 | 0,500 | 0,400 |
| GU                 |    |       |       | 1     | 0,385 | 0,358 | 0,364 |
| LVI                |    |       |       |       | 1     | 0,565 | 0,563 |
| ECI                |    |       |       |       |       | 1     | 0,596 |
| LDP                |    |       |       |       |       |       | 1     |

El análisis de conglomerados y composición del clúster dentro de los siete sitios de muestreo (figura 2), exponen 3 grupos diferenciados por encima del 0,48 (48,8 %) de similaridad, donde la formación más distante se observa dentro del sitio Guantupi (GU) seguida por Toachi Chico (TC), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido (ECI), finalmente La Victoria (LV), el Congo (EC) y La Damita Plantaciones (LDP) conformado el último grupo.

**Figura 2.** Clúster dentro de los siete sitios de muestreo en cinco ríos dentro del Cantón Valencia – Prov. de Los Ríos.



### Calidad de agua con el uso de los índices Biological Monitoring Working Party de Costa Rica (BMWP-CR), el Índice de porcentaje de EPT%; y IBF-El Salvador- 2010.

En el contexto de los siete puntos de muestreo realizados en cinco ríos durante la época seca utilizando el método red “D”, se observa que el índice BMWP-CR presenta un rango de valores que oscila entre un mínimo de 114,0 y un máximo de 162,0, estos valores corresponden a los sitios de Toachi Chico y el Congo Intervenido, respectivamente. Por otro lado, el índice EPT % muestra una variabilidad que abarca desde 29,18, en su valor mínimo, hasta 54,52, que se identifica como el valor máximo, siendo estos valores representativos de los sitios La Damita Plantaciones y El Congo.

Finalmente, el índice IBF El Salvador – 2010 manifiesta una distribución que va de 4,07 en el sitio Guantupi hasta 5,11 en el Congo Intervenido, tal como se detalla en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Determinación de los diferentes índices bióticos BMWP-CR, EPT %, IBF-SV-2010 con la técnica o método de captura red “D”, en siete puntos de muestreo en cinco ríos durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Metodo de Colecta | Índice Biótico | Sitios de muestreos |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|----------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   |                | EC                  | LV     | TC     | GU     | LVI    | ECI    | LDP    |
| RED               | BMWP-CR        | 145,00              | 123,00 | 114,00 | 153,00 | 150,00 | 162,00 | 158,00 |
|                   | EPT            | 54,52               | 40,83  | 45,63  | 32,93  | 34,69  | 32,29  | 29,18  |
|                   | IBF-SV-2010    | 4,84                | 5,03   | 4,86   | 4,70   | 4,07   | 5,11   | 4,79   |

### **Comparar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad de agua dentro de los siete sitios de muestreo en cinco ríos del Cantón Valencia.**

El índice BMWP-CR mide la calidad del agua en un rango que va desde aguas de calidad buena y no contaminadas, alteradas de manera sensible, hasta aguas de calidad excelente. En el análisis de los siete sitios de muestreo durante la época seca, se observó que únicamente el sitio Toachi Chico presentó aguas de calidad buena y no contaminadas. Por otro lado, el índice EPT % refleja valores de calidad de agua que varían desde regular a buena; en este caso, se identificó calidad regular en seis de los sitios de muestreo, mientras que solo el Congo mostró calidad de agua buena. Finalmente, el índice IBF-SV-2010 proporciona una visión de la calidad del agua que abarca desde regular hasta muy buena. En este análisis, los sitios Congo, Toachi Chico, Guantupi y La Damita Plantaciones fueron clasificados con calidad de agua buena. En contraste, los sitios La Victoria y Congo Intervenido presentaron calidad regular, con La Victoria Intervenido destacándose por su calidad de agua muy buena, donde la contaminación orgánica es leve. Estos resultados (Tabla 7) permitieron la clasificación de dos especies según su capacidad para acumular metales pesados, lo que a su vez facilita la identificación de especies con mayor potencial fitorremediador en áreas afectadas por la actividad minera (Cali & Tipantasig, 2022).



**Tabla 7.** Interpretación de índices BMWP-CR, EPT % y IBF-SV-2010 en los siete puntos de muestreo en cinco ríos, con el método de captura red “D” durante la época seca en el Cantón Valencia.

| Índices bióticos | Sitios de muestreos | Resultados de índices bióticos | Color | Calidad de agua | Interpretación  |
|------------------|---------------------|--------------------------------|-------|-----------------|---|
| BMWP-CR          | EC                  | 145,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| BMWP-CR          | LV                  | 123,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| BMWP-CR          | TC                  | 114,00                         |       | 101-119         | Aguas de calidad buena, no contaminada alteradas de manera sensible |
| BMWP-CR          | GU                  | 153,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| BMWP-CR          | LVI                 | 150,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| BMWP-CR          | ECI                 | 162,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| BMWP-CR          | LDP                 | 158,00                         |       | > 120           | Aguas de calidad excelente  |
| EPT %            | EC                  | 54,52                          |       | 50-74 %         | Buena   |
| EPT %            | LV                  | 40,83                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| EPT %            | TC                  | 45,63                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| EPT %            | GU                  | 32,93                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| EPT %            | LVI                 | 34,69                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| EPT %            | ECI                 | 32,29                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| EPT %            | LDP                 | 29,18                          |       | 25-49 %         | Regular   |
| IBF-SV-2010      | EC                  | 4,84                           |       | Buena           | Alguna contaminación orgánica probable                              |
| IBF-SV-2010      | LV                  | 5,03                           |       | Regular         | Contaminación orgánica bastante sustancial es probable              |
| IBF-SV-2010      | TC                  | 4,86                           |       | Buena           | Alguna contaminación orgánica probable                              |
| IBF-SV-2010      | GU                  | 4,70                           |       | Buena           | Alguna contaminación orgánica probable                              |
| IBF-SV-2010      | LVI                 | 4,07                           |       | Muy Buena       | Contaminación orgánica leve posible                                 |
| IBF-SV-2010      | ECI                 | 5,11                           |       | Regular         | Contaminación orgánica bastante sustancial es probable              |
| IBF-SV-2010      | LDP                 | 4,79                           |       | Buena           | Alguna contaminación orgánica probable                              |

En la tabla 8 se presentan los valores de probabilidad (p) y el contraste entre las unidades de muestreo, donde se registraron diferencias significativas en la diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos empleando el índice de diversidad de Shannon. Se encontraron diferencias significativas entre los pares de unidades de muestreo presentando los valores de probabilidad inferiores al 0,05.

**Tabla 8.** Matriz de contraste para las diferencias estadísticas según la diversidad de Shannon entre pares de unidades de muestreo localizadas en los siete sitios de muestreos en cinco ríos del Cantón Valencia.

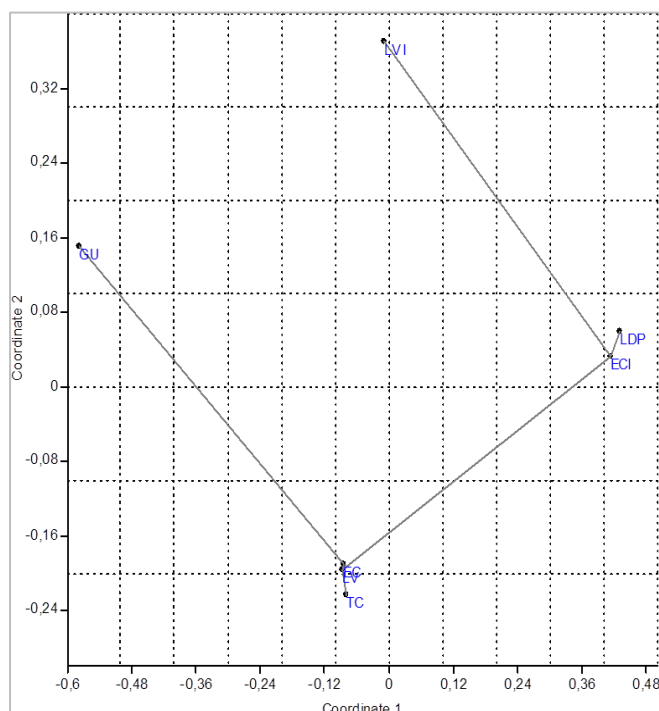
| Sitios de Muestreo |                | GU       | EC       | ECI      | LVI      | LDP      | TC       | LV       |
|--------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                    | <b>Shannon</b> | 2,856 ns | 2,646 ns | 2,573 ns | 2,558 ns | 2,519 ns | 2,500 ns | 2,406 ns |
| GU                 | 2,856          |          | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |
| EC                 | 2,646          |          |          | 0,053 ns | 0,020    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |
| ECI                | 2,573          |          |          |          | 0,002    | 0,386 ns | 0,229 ns | 0,002    |
| LVI                | 2,558          |          |          |          |          | 0,506 ns | 0,316 ns | 0,002    |
| LDP                | 2,519          |          |          |          |          |          | 0,763 ns | 0,009    |
| TC                 | 2,5            |          |          |          |          |          |          | 0,006    |
| LV                 | 2,406          |          |          |          |          |          |          |          |

La tabla 9 muestra los valores diversidad de familias en función del índice de Shannon para las siete unidades de muestreo en estudio. Los valores más significativos se registraron en el sitio de muestreo Guantupi (2,856) a diferencia de La Victoria registrando el valor de diversidad más bajo con 2,406, además los análisis de pares de sitios de muestreo en función de la prueba de t registraron la existencia de diferencias significativas formando cuatro grupos diferenciados.

**Tabla 9.** Diversidad de familias de las unidades de muestreo localizadas en los siete puntos de muestreo en cinco ríos del Cantón Valencia.

| Diversity | GU      | EC      | ECI     | LVI     | LDP     | TC      | LV      |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Shannon_H | 2,856 a | 2,646 b | 2,573 b | 2,558 c | 2,519 c | 2,500 c | 2,406 d |

**Figura 3.** Análisis de los NMDS para los siete puntos de muestreo en cinco ríos en época seca en el Cantón Valencia.



A través de la distribución de la prueba de t por pares de unidades de muestreo y análisis de contrastes se realizó la verificación de la hipótesis:  $H_0: p > 0,05$  No existen diferencias significativas en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los índices de calidad de agua en los ríos muestreados. ;  $H_1: p < 0,05$  Existen diferencias significativas en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los índices de calidad de agua en los ríos muestreados. Siendo el valor de probabilidad  $p < 0,05$  dentro de todas las unidades de muestreo se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$  al 95% de probabilidad, se afirma que existen diferencias significativas en la diversidad de familia de macroinvertebrados acuáticos presentes en los siete sitios de muestreo en la zona Norte del Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos.

El análisis clúster dentro de las unidades de muestreo reveló una agrupación en 1 clúster de tamaño 3 en las unidades de muestreo La Victoria (LV), El Congo (EC), y la Damita Plantaciones (LDP), las unidades Toachi Chico (TC), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido (ECI) formaron 1 clúster de tamaño 3, a diferencia del sitio Guantupi (GU) la cual formo un clúster de tamaño 1, todos por encima del 48.8% de similaridad utilizando el parámetro de Jaccard.

Al efectuar el método NMDS utilizando el índice de Jaccard se observa que los sitios de muestreo se separan entre sí, siendo el sitio de muestreo Guantupi (GU), seguido por los sitios El Congo (EC), La Victoria (LV), Toachi Chico (TC), además el sitio La Victoria Intervenido (LVI); La Damita Plantaciones (LDP) y El Congo Intervenido (ECI), lo cual se corrobora con lo descrito en la Figura 3.

En los siete sitios de estudio, mediante el método de recolección de insectos macroinvertebrados de red "D", se han identificado un total de 16 órdenes, 70 familias y un total de 9843 individuos. Los órdenes más representativos son Trichoptera (15), Lepidoptera (10), Hemíptera y Coleoptera (7). Además, las familias Baetidae, Chironomidae, Corydalidae y Elmidae tienen una mayor presencia, lo cual coincide parcialmente con los valores registrados. Por otro lado, en el río Mojarrero de la Provincia de Pichincha como el río Ichu, Huancavelica del Perú, se observó que el orden más abundante fue Coleoptera, seguido por Díptera con un 16,87%, Hemíptera con un 10,26% y Ephemeroptera con un 10,59%. La familia más distintiva fue Elmidae (Coleoptera), con un total de 476 individuos (Alanya & Carrera, 2023).



En consecuencia las familias que presentaron la mayor cantidad de individuos dentro del área de estudio en la época seca con el uso de red D fueron: Hydropsychidae con 1628, Elmidae con 1410, Baetidae con 895 y Leptophlebiidae con 706 individuos, similares en familia a los reportados por Arana et al., (2016), del río Mojarrero de la Provincia de Pichincha, donde la familia mayor constituida en abundancia fue Elmidae (Coleoptera), lo que significó el 39,37% del total de organismos recolectados, seguida de Baetidae del orden Ephemeroptera (91, 7,53%). parcialmente similares a una investigación realizada por González et al., (2015) en los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá donde la abundancia total en el río David fue de 7105 individuos y la del Mula de 7846 individuos; Veliidae, Hydropsychidae y Elmidae fueron las familias más abundantes en el río David, 1898, 646 y 603 individuos, respectivamente, mientras el río Mula fueron Baetidae, Leptophlebiidae y Veliidae (1284, 1089 y 988 individuos, respectivamente) (Espino et al., 2022).

Dentro de los siete sitios de muestreo aplicando el índice de diversidad de Shannon mostraron diferencias, registrando una mayor diversidad, en Guantupi y el Congo con 2,856 y 2,646, mientras el índice Simpson registro valores elevados de 0,9175 y 0,9084 en los sitios Guantupi y el Congo respectivamente, en una investigación realizada por Asprilla, et al., (2006), en la parte media del río Cabí (Quibdó-Chocó). La diversidad biológica de Shannon ( $H'$ ), en general, presentó valores similares para todos los tramos de muestreo con un valor máximo de 2.61 en El Regalo tramo Medio. Determino un índice de diversidad de Shannon-Weaver que mostró valores entre 2,87 y 2,17 en el río David en el río Mula este índice presentó el mayor valor de 2,90 y el mínimo de 2,73 en la provincia de Chiriquí, Panamá (Erasmus et al., 2021).

En lo que respecta a las principales causas del incremento o disminución de la diversidad de especies, posiblemente la incidencia climática tiene un papel importante. La estacionalidad atribuida (invierno-verano) favorece la diversidad. La evidencia de diversos estudios no es completamente clara, ya que los ambientes tropicales son más estables y albergan una gran diversidad, aunque no todas las inestabilidades generan diversidad de especies y los trópicos no son tan estables como se pensaba anteriormente. Además, esto se complementa, quienes mencionan que los ecosistemas tropicales no experimentan grandes variaciones de temperaturas a lo largo del año (Linero-Cueto et al., 2022).



La diversidad de especies en los siete sitios de muestreo se considera una medida comparativa relacionada con la altitud, en lugar de una correlación exacta entre diversidad-abundancia y altitud. Esto se debe a que el gradiente altitudinal abarca desde el primer sitio de muestreo a 116 msnm hasta el último a 1043 msnm. En este contexto, el sitio de mayor altitud, el Congo (EC), presenta 31 especies, mientras que el sitio de menor altitud, Guantupi (GU), presenta 36 especies. Este análisis se enmarca en una zona de bosque tropical del Cantón Valencia, sugiriendo que la tendencia observada indica una disminución de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos a medida que se aumenta la altitud, y viceversa. Se postula que la temperatura emerge como el principal factor que influye en la diversidad de especies en estos ecosistemas según estipula (Vila-Gutierrez, 2024).

De acuerdo con González et al.,(2015), en un estudio realizado en dos ríos en la provincia de Chiriquí, Panamá, se observaron variaciones en las variables analizadas a través de los distintos sitios de muestreo. En el río David, las diferencias en las comunidades muestreadas fluctuaron entre un 72,2% y un 19,0%. En contraste, el río Mula mostró una mayor homogeneidad entre los sitios muestreados, con similitudes que se situaron entre el 81,2% y el 88,5%. En ambos ríos, la similitud durante la temporada seca se registró en un 39,3%, y un 44,1% en un análisis que no tomó en cuenta la estacionalidad. Estos hallazgos son pertinentes al contexto de la presente investigación, dado que los sitios analizados mostraron porcentajes de similitud que variaron entre el 80,60% y el 35,80%. Es relevante destacar que los sitios denominados "El Congo" y "La Victoria" exhibieron el mayor grado de similitud, atribuible a las características hidrológicas de sus cursos de agua, que incluyen corrientes rápidas y depósitos rocosos, así como la implementación de pastizales y vegetación arbustiva en sus márgenes. Adicionalmente, esta zona se caracteriza por la realización de actividades forestales, mientras que las actividades ganaderas son escasas.

En el año 2022, Rodríguez y su equipo realizaron un análisis exhaustivo que incluyó la elaboración de un dendrograma y la aplicación del Escalamiento Multidimensional (NMDS). Mediante esta rigurosa investigación, lograron identificar una variedad de sitios de muestreo, los cuales categorizaron en cuatro grupos distintos, fundamentándose en el grado de similitud entre ellos. Los resultados del índice de similitud de Jaccard muestran la mayor similitud entre los tramos Regalo Alto y Regalo Medio y la menor similitud se dio en el tramo la Carolina Alto respecto a los demás sitios de



muestreo, dejándolo aislado en las agrupaciones. Los datos se relacionan con el presente estudio donde el dendrograma determinaron tres sitios distribuidos de acuerdo a su similitud con el índice de Jaccard donde la mayor similitud se muestra entre las unidades Toachi chico (TC), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido (ECI) debido que presenta vegetación arbustiva a las orillas y pastizales, además de actividades ganaderas, agrícolas como la siembra de cultivos y agroforestales, con respecto a los tres sitios La Victoria (LV), presenta mucha vegetación en las riberas, El Congo (EC) y La Damita Plantaciones (LDP), mientras el sitio de muestro Guantupi queda aislado de los demás grupos debido que la flora principal está determinada por plantaciones de cacao, balsa, y ciclo corto (Rodríguez et al., 2022).

Dentro de los siete sitios de muestreo para la época seca con el método o técnica de captura red “D”, el índice BMWP-CR describe valores mínimos de 114,0 y máximos de 162,0 determinado para los sitios Toachi Chico y el Congo Intervenido respectivamente considerándose como agua de calidad buena a excelente, datos que se relacionan parcialmente expuestos. Durante la valoración de la calidad del agua del sitio La Bendición, municipio de Quibdó (Chocó-Colombia), obtuvo la puntuación del BMWP' 114,0, por lo cual este sistema puede considerarse como oligotrófico, ya que presenta aguas de buena calidad, no contaminadas o poco alteradas (Crispy, 2021).

El índice BMWP-CR expone valores de calidad de agua desde calidad buena, no contaminada alteradas de manera sensible a Aguas de calidad excelente, dentro de los siete sitios de muestreo para la época seca, similares a los datos obtenidos. En un estudio de calidad del agua del río Mojarrero de la Provincia de Pichincha, que a través del uso de macroinvertebrados demostró que la cuenca alta que la calidad del agua es aceptable, aunque levemente contaminada. En la cuenca media, los valores del índice BMWP-CR señalan que aguas contaminadas, son de precaria calidad. A diferencia de la cuenca baja donde el agua es de calidad muy buena, con aguas muy limpias. En el presente estudio describe seis sitios con calidad de agua excelente a diferencia del sitio Toachi Chico debido a las características únicas por la presencia de corrientes rápidas ya que se unen diferentes afluentes con sedimentación rocosa única que promueve una mayor ausencia – presencia de familias de macroinvertebrados (Labanda & Masache, 2022).



El índice EPT% expone valores de calidad de agua desde regular a buena, presentando valores de regular dentro de siete sitios de muestreo, únicamente el Congo presento calidad de agua buena. La Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua estudiados en las diferentes quebradas abastecedoras del municipio de Manizales en las estaciones 1 y 3 de la quebrada Romerales, tuvieron calificación regular, la estación 2 de la quebrada Romerales y las estaciones 1 y 3 de la Quebrada Olivares presentaron una buena calidad de agua y, finalmente, la estación 2 de la quebrada Olivares presentó aguas de muy buena calidad (Labanda & Masache, 2022).

En los sitios de muestreo de la época seca de la zona norte del cantón Valencia, el índice IBF El Salvador – 2010 se distribuye desde 4,07 en Guantupi hasta 5,11 en el Congo Intervenido que expone valores de calidad de agua desde regular a muy buena, a diferencia de los valores expuestos, en la determinación de la calidad del agua del estero Sapanal cantón Pangua, donde el índice IBF El Salvador se distribuye desde 3,47 hasta 7,00 valores de calidad de agua desde excelente a pobre(Jaramillo et al., 2025).

## CONCLUSIONES

Se identificaron un total de 16 órdenes y 70 familias de macroinvertebrados acuáticos, encontrándose con una alta diversidad de órdenes y familias los siguientes sitios La Damita Plantaciones (LDP), Guantupi (GU), La Victoria Intervenido (LVI) y el Congo Intervenido (ECI) , debido a la presencia de hábitat lotico con vegetación arbustiva a las orillas, actividades agrícolas y agroforestales en sitios cercanos.

Los valores de los índices de diversidad de Shannon y Simpson dentro los siete sitios de muestreo exponen valores elevados 2,856 y 0,9175 respectivamente en función de las familias identificadas clasificándose dentro del área de estudio con una diversidad de macroinvertebrados acuáticos alta.

El mayor porcentaje de similaridad de especies se presentó en los sitios El Congo y la Victoria con el 80,60%, el análisis de conglomerados expuso la agrupación de tres clústers por encima del 48,8%, fundamentalmente a que comparten micro habitat similares ya que sus cursos de agua presentan secciones con corrientes rápidas y sedimentaciones rocosas y mucha vegetación riveraña.

El índice BMWP-CR puntualiza seis sitios con calidad de agua excelente a diferencia del sitio Toachi Chico debido a las características únicas por la presencia de corrientes rápidas ya que se unen



diferentes afluentes loticos con sedimentación rocosa única lo que promueve una mayor ausencia – presencia de familias de macroinvertebrados.

El índice EPT , expone valores de calidad de agua de regular dentro de seis sitios de muestreo, únicamente el Congo presento calidad de agua buena debido a que este índice calcula la calidad de agua con base en la riqueza de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, siendo útil en la detección de perturbaciones más sutiles.

IBF-SV-2010 expone valores de calidad de agua desde regular a muy buena, Interpretado desde aguas con bastante contaminación orgánica probable hasta contaminación orgánica leve posible.

La diversidad de macroinvertebrados acuáticos en los siete sitios de muestreo en los ríos en la zona norte del cantón Valencia de la provincia de Los Ríos mostraron diferencias significativas según la prueba de t por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se concede la alternativa: “existen diferencias significativas en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad de agua en los ríos muestreados”.

Se determinó la calidad de agua en el área de estudio desde regular hasta excelente con los índices biológicos BMWP-CR, EPT% y IBF-SV-2010 como bioindicadores además de una diversidad de macroinvertebrados acuáticos alta con una similitud del 48,8% de macroinvertebrados comunes en los sitios de muestreo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alanya, C., & Carrera, V. (2023). *Identificación de macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua de la zona urbana de la subcuenca del rio Ichu, Huancavelica–2023* [Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6250>
- Ali, S., Gao, J., Hussain, A., Rasool, A., Abdullah, S., & Ali, A. (2025). Ecological Integrity Assessment of Alpine Lotic Ecosystems: A Case Study of a High-Altitude National Park in Northern Pakistan. *Water*, 17(13), 1948. <https://doi.org/10.3390/w17131948>
- Ángeles, M., Altamirano, J., Juarez-Contreras, L., Chichipe, E., Florida, J., & Rascón, J. (2024). Ecological quality of the Jucusbamaba River, a high Andean urban river in northeastern Peru. *Environmental Advances*, 17, 100584. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100584>



- Arana, I., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R. G., & Calva, C. (2016). Water quality of an Ecuadorian Andean stream with the use of aquatic macroinvertebrates. *UNED Research Journal*, 8(1), 69–75. <https://doi.org/10.22458/urj.v8i1.1225>
- Arbeláez, M. (2024). *Impactos de la actividad ganadera sobre la calidad del agua en la cuenca del río Claro (Caldas) en un gradiente altitudinal* [Universidad EIA]. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/6883%0A>
- Bai, S., Zhang, P., Qi, X., Liu, J., Liu, D., Wang, G., Pang, L., & Li, S. (2024). Similarities and differences in gastrointestinal microbiomes between wild and human-cared spotted dolphins (*Stenella attenuata*) in natural waters. *Water Biology and Security*, 3(4), 100288. <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2024.100288>
- Briones, N., & Santana, K. (2025). *Conservación del patrimonio natural y cultural en el cerro Hojas-Jaboncillo en la ciudad de Portoviejo*. [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7971>
- Caiza, R., & Guerrero, J. (2025). Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales de la subcuenca del Río Blanco, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 6(14), 56–71. <https://doi.org/10.56519/gcyae671>
- Cali, G., & Tipantasig, M. (2022). *Trazabilidad microbiológica en sitios poco monitoreados y contaminados con arsénico proveniente de fuentes naturales a 3441 msnm, en la comunidad de Tiliche, provincia de Cotopaxi*. [Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8538>
- Calvo, G., & Salazar, K. (2023). Estrategia de monitoreo hídrico comunitario para la microcuenca río Jorco basado en el análisis de indicadores fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos de la calidad de agua. *Revista Tecnología En Marcha*, 36, 181–193. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6456>
- Capeletti, J. (2023). *Indicadores ecológicos en grandes ríos: invertebrados en ambientes leníticos y lóticos del sistema del río Paraná*. Dissertation, Universidad Nacional del Litoral.
- Cardona, J., Lima, Á., Lamprea, M., & Morales, J. (2024). Acompañamiento para la gestión del componente ambiental de las actividades de una organización en Armenia (Quindío), Colombia.



- In *Estudios de la Gestión* (Issue 16). Universidad Andina Simón Bolívar: Sede Ecuador.
- Carrillo, O. (2025). *Evaluación de la calidad de agua en los ríos, Sicalpa y Llin-lin, del cantón Colta, mediante el uso de los Índices ICA, BMWP y ABI* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15098>
- Chuqui, A., & Manzaba, R. (2021). *Determinación de calidad de agua por bioindicadores (macroinvertebrados) del río Machángara, del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), 2021*. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Churampi, H., & Ibañez, A. (2024). *Evaluación de la calidad del agua mediante bioindicadores que emplean macroinvertebrados (Índice BMWP-COL) y análisis físicoquímicos microbiológicos (Índice NSF) en el río Neshuya, departamento Ucayali, Perú* [Universidad Nacional de Ucayali]. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/7131>
- Collins, S., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C., Miller, K., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *Ecosistemas dulceacuícolas de la provincia de El Oro*.
- Crispy, B. (2021). *Determinación de la calidad del agua del río las Vacas del municipio de Guatemala, por medio del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) y el índice biológico BMWP*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cruz, J., Intriago, J., & Calderón, J. (2022). Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Mosca del cantón Junín. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124692/records/669e7a4000eb85b7d72b898a>
- Cuchiparte, J. (2021). Evaluación de la diversidad y abundancia de grupos funcionales de macro y meso invertebrados en cinco sistemas de producción en Cotopaxi. [Universidad Técnica de Cotopaxi]. In *Repositorio Uta*. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dcdc33ea-83f2-4bb4-9354-17897c78699b/content>
- Damanik, M., Everaert, G., Forio, M., Nguyen, T., Lock, K., Musonge, P., Suhareva, N., Dominguez, L., Bennetsen, E., Boets, P., & Goethals, P. (2016). Generalized Linear Models to Identify Key Hydromorphological and Chemical Variables Determining the Occurrence of



- Macroinvertebrates in the Guayas River Basin (Ecuador). *Water*, 8(7), 297. <https://doi.org/10.3390/w8070297>
- Dominguez, E., Molineri, C., & Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología* (Issue February 2014).
- Durán, O., Valencia, A., Torres, M., Pineda, R., Jones, R., & Ramírez, J. (2022). Spatial and temporal organization of aquatic insect assemblages in two subtropical river drainages. *Hidrobiologica*, 32(2), 127–140. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2022v32n2/Duran>
- Erasmus, J., Lorenz, A., Zimmermann, S., Wepener, V., Sures, B., Smit, N., & Malherbe, W. (2021). A diversity and functional approach to evaluate the macroinvertebrate responses to multiple stressors in a small subtropical austral river. *Ecological Indicators*, 131, 108206. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108206>
- Espino, K., Jiménez, U., & Deago, E. (2022). Ipeti River's Water Quality Based on the Aquatic Macroinvertebrates Community. *2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, 370–375.
- Flores, S. (2019). Relevamiento de flora del área protegida Bosque de Bolognia para la obtención de un índice de diversidad Shannon Wiener a través de una aplicación móvil. *Fides et Ratio-Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, 17(17), 215–238. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v17n17/v17n17\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v17n17/v17n17_a11.pdf)
- Fuchs, A., Soplin, V., & Julio, K. (2021). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020* [Universidad Nacional de Ucayali]. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/4836>
- González, G., Ríos, T., & Vega, J. (2015). Diversidad de insectos acuáticos y calidad del agua de los ríos David y Mula, provincia de Chiriquí, Panamá. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 113–128.
- Guevara-Ron, E. (2023). *Evaluación biológica de macroinvertebrados bentónicos, como indicadores de la calidad de agua, en la ribera de bosque andino en la zona de amortiguamiento del parque nacional Sangay* [Escuela Superiores Politécnica de Chimborazo]. [biblioteca.esPOCH.edu.ec](http://biblioteca.esPOCH.edu.ec)



- Guillén-Ferraro, M., Cordovez, M. del C., González, A. C., Medina, G. E., Mur, L., & Marcillo, K. G. (2024). Bacterias multirresistentes en aguas de riego del río Chibunga, Chimborazo, Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 17(1), 16–25.
- Herrera, J., Navarro, B., Torres, K., Martínez, N., Royero, A., & Cahuana, A. (2022). Determinación de los índices BMWP/COL,(QBR),(IHF) e ICO en Valledupar, Colombia. *Revista Politécnica*, 18(35), 110–127.
- Hussain, J., Wang, X., Sousa, L., Ali, R., Rittmann, B., & Liao, W. (2020). Using non-metric multi-dimensional scaling analysis and multi-objective optimization to evaluate green algae for production of proteins, carbohydrates, lipids, and simultaneously fix carbon dioxide. *Biomass and Bioenergy*, 141, 105711. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105711>
- Jacho, A., Riofrío, M., Toaza, J., & Giler, A. (2025). Análisis de Plomo, Cadmio y su relación con Macroinvertebrados en los ríos Cutuchi y Pumacunchi de la provincia de Cotopaxi en el año 2025. *Innova Science Journal*, 3(3), 573–586.
- Jaramillo, M., Salcedo, J., & Guío-Duque, A. (2025). Comparación espacio y temporal de índices de calidad de agua del cause principal de la microcuenca urbana Hato de la Virgen, Ibagué-Tolima. *Revista Ambiental Agua y Suelo*, 16(1900-9178 Volumen), 13–37. <https://doi.org/https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/4075/8109>
- Karydis, M. (2022). Critique on Ecological Methodologies Used in Water Quality Studies and Coastal Management: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5), 701. <https://doi.org/10.3390/jmse10050701>
- Labanda, K., & Masache, J. (2022). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico del río Blanco, Parroquia Sevilla, Sucumbíos -Ecuador*. Universidad Estatal Amazónica.
- Linero-Cueto, J., Morales, E., Manrique, A., Macias, J., Armenta, G., Pacheco, M., Castellanos, J., Estrada, S., Valencia, D., & Jáuregui, G. (2022). Influencias del cambio climático y la variabilidad climática sobre el recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos en el departamento del Magdalena. In *Editorial Universitaria de la Costa, SAS* (1ra ed.). Editorial Universitaria de la Costa, S.A.S.



- López, I., Gaspar, S., & Peláez, M. (2012). Aplicación de índices bióticos para la evaluación de la calidad del agua de un río Andino Amazónico. *Momentos de Ciencia* 9:(2), 9, 106–112. <https://doi.org/https://core.ac.uk/download/pdf/288215076.pdf>
- Lugo-Armenta, J., & Pino-Fan, L. (2021). Niveles de razonamiento inferencial para el estadístico T-Student. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(71), 1776–1802. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n71a25>
- Magbanua, F., Hilario, J., Salluta, J., Alpecho, B., Mendoza, S., & Lit, I. (2023). Freshwater biomonitoring with macroinvertebrates in the Philippines: Towards the development of the Philippine biotic index. *Limnologica*, 102, 126098. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.limno.2023.126098>
- Martínez, A., Marchant, D., Francelle, P., Kratina, P., & Jones, I. (2023). Nutrient enrichment mediates the effect of biodegradable and conventional microplastics on macroinvertebrate communities. *Environmental Pollution*, 337, 122511. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122511>
- Matomela, N., Chakona, A., & Kadye, W. (2021). Comparative assessment of macroinvertebrate communities within three Afromontane headwater streams influenced by different land use patterns. *Ecological Indicators*, 129, 107972. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107972>
- Minchola, G., Ñique, M., & Gil-Bacilio, J. (2025). Macroinvertebrados bentónicos y la calidad de agua de afluente del río Aguaytía en la selva baja de Perú. *Revista Alfa*, 9(25), 255–268. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.345>
- Miranda, N. (2023). Evaluación del uso de la asimetría fluctuante en anfibios como bioindicadores de cambios ambientales. In *Accident Analysis and Prevention*. Universidad Federal de Intergracaro Latinino-Americano.
- Moya, P., & Muñoz-Barriga, A. (2022). Residentes, conservación, desarrollo y turismo en Galápagos. *Revista de Geografía Norte Grande*, 220(83), 201–220. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022022000300201>



- Muntalif, B., Chazanah, N., Ilmi, F., Sari, N., & Bagaskara, S. (2023). Distribution of the riverine benthic macroinvertebrate community along the citarum cascading dam system in West Java, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02580. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02580>
- Ochieng, H., Odong, R., & Okot-Okumu, J. (2020). Comparison of temperate and tropical versions of Biological Monitoring Working Party (BMWP) index for assessing water quality of River Aturukuku in Eastern Uganda. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01183. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01183>
- Peralta, J., & González, A. (2023). *Determinación de la calidad del agua con macroinvertebrados como bioindicador a través de la ciencia ciudadana en el sector los pantanos de la cañada quebrada seca del municipio de Bucaramanga*. Unidades Tecnológicas de Santander.
- Posada-Garí, J., & Roldán-Pérez, G. (2003). Clave Ilustrada Y Diversidad De Las Larvas De Trichoptera En El Nor-Occidente. *Caldasia*, 25(1), 169–192.
- Purihuamán, C. N., & Sánchez, E. (2022). Comunidades de macroinvertebrados bentónicos como bioindicador de calidad de agua en un sector del río Chotano , Perú Benthic macroinvertebrates community as quality bioindicator of water in a sector of the Chotano river , Perú. *Tecnología En Marcha*, 35, 117–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.18845/tm.v35i3.5662>
- Quesada, F., & Solano, D. (2020). Colonización de macroinvertebrados acuáticos en tres tipos de sustratos artificiales, en un río tropical. *Revista de Biología Tropical*, 68, 68–78. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44339>
- Quirós, N., Robles, D., Caballero, A., & Calvo, G. (2022). Contenido de metales pesados en varios ríos de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 35(2), 93–104. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/tm.v35i2.5532>
- Ramírez, R., & Cruz, L. (2024). Calidad de agua de las lagunas Angasqocha y Uspaqocha del Santuario Nacional Ampay, Abancay, Apurímac. *Cantua*, 20(1), 7–10. <https://doi.org/10.51343/cantu.v20i0.1424>
- Rijalba-Palacios, P. (2024). Relaciones entre recurso hídrico y ecosistemas: análisis y propuesta de gestión. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–15.



<https://doi.org/https://doi.org/10.31637/epsir-2024-676>

- Rodríguez, C., Jurado, Y., & Rodríguez, V. (2022). Estructura numérica de los insectos acuáticos en la deriva y su relación con la comunidad bentónica, en un tramo del río Zaratí, provincia de Coclé, Panamá. *Tecnociencia*, 24(1), 45–71. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/2570>
- Rodríguez, F., Martínez, L., Ortiz, C. I., Ríos, B., & Villamarín, C. (2025). ICAYAR, a multi-metric index based on aquatic insects to assess the ecological status in the Ayuquila-Armería river basin, Mexico. *Limnetica*, 44(2), 313–332. <https://doi.org/10.23818/limn.44.20>
- Rodríguez, U., Serafin, A., Guerrero, A., Rodríguez, U., Schüth, C., & Noriega, B. (2022). Bioindicators and biomonitoring: Review of methodologies applied in water bodies and use during the Covid-19 pandemic. *Acta Universitaria*, 32, 1–26. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3388>
- Rosales, L., Louison, S., & Gallo, M. (2021). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la cuenca baja del río Lelía (Santo Domingo de los Tsáchilas–Ecuador). *Dominio de Las Ciencias*, 7(6), 625–648. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383784.pdf>
- Sánchez, D., Pérez, D., Ortiz, P., Mercado, O., Moreno, Á., & Batista, M. (2015). *Caracterización biológica y ecológica de las comunidades de plantas acuáticas, plantas terrestres y macroinvertebrados y caracterización físico-química de aguas, de la ventana de estudio de la Ciénaga de La Virgen*.
- Sánchez, G., Josué, M., Vera, P., & Javier, F. (2013). *Diseño de la red de alcantarillado pluvial para la parroquia La Unión ,cantón Valencia, provincia de loa Ríos*. Universidad Politécnica de Saleciana.
- Sigchiguano, M. (2024). *Estudio de calidad de agua en el Río Bulu-Bulu, parroquia Pedro Juan Montero, mediante la identificación de macroinvertebrados bentónicos*. (Vol. 4) [Universidad península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11679>
- Silva, E., Aguirre, O., Rodríguez, E., González, M., Treviño, E., & Corral, J. (2022). Evaluación del aprovechamiento forestal en la diversidad y estructura de un bosque templado en Durango Assessment. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71), 103–132.



<https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1017>

- Suárez, E., Sánchez, A., & Benavides, J. (2024). Resúmenes del I Congreso Latinoamericano de Ecología y Conservación de Ecosistemas Altoandinos. *Diversidad Funcional de Las Comunidades Vegetales Altoandinas: Análisis Continental de La Estructura de Formas de Vida a Lo Largo de Gradientes Latitudinales y de Elevación*, 147. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/3408>
- Tobias, M., & Guzmán, C. (2022). Variación estructural de familias de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en quebradas asociadas con cultivos de café y ganadería vacuna en el sector de La Tagua, Sierra Nevada de Santa Marta. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 206–216. <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.1577>
- Vila-Gutierrez, N. (2024). *Gradiente altitudinal y su influencia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos del río Mijiamayo y tributarios, Samugari, La Mar, Ayacucho 2023* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7096>
- Villamarín, C., Rieradevall, M., & Prat, N. (2020). Macroinvertebrate diversity patterns in tropical highland andean rivers. *Limnetica*, 39(2), 677–691. <https://doi.org/10.23818/limn.39.44>
- Yáñez-Muñoz, M., Herrera, M., Aguilar, A., & Brito, J. (2023). Caracterización bioecológica rápida de la fauna en la reserva privada la cambriana, biósfera del chocó andino, pichincha, ecuador. In *Researchgate* (Issue October). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33333.18408>

