

Diversidad de macroinvertebrados de la Microcuenca Cayamatza del cantón El Panguí, provincia de Zamora Chinchipe

Macroinvertebrate diversity of the Cayamatza Microbasin in the El Panguí canton, Zamora Chinchipe province

Hugo Michael Acaro Sanmartín¹, Carlos Augusto Sarango Tandazo¹

<https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep02-217>



Resumen

Los macroinvertebrados bentónicos son organismos considerados como excelentes bioindicadores de la calidad del agua. Las aguas superficiales de la microcuenca Cayamatza poseen presiones antrópicas por actividades relacionadas a la minería, ganadería, agricultura y crecimiento urbanístico de la ciudad de El Panguí. El objetivo principal es conocer la diversidad de macroinvertebrados en el río Cayamatza y conocer la calidad de agua en siete puntos con diferente grado de afectación. Los métodos que se utilizaron fueron la red de Surber y la red de patada. en cada sitio de muestreo. La identificación de individuos se realizó con claves dicotómicas. La diversidad de la comunidad de macroinvertebrados se la desarrollo con en el software estadístico Rstudio y para determinar la calidad de agua se calculó los índices de sensibilidad y de presencia o ausencia de las familias de Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera (ETP). Los resultados revelaron que la diversidad y abundancia de macroinvertebrados son diferentes entre sitios, registrando el sitio "Mirador 2" el mayor número de individuos con 154 y el "El Paraíso" con menor registro con 20 individuos. De forma similar se apreciaron cambios de la calidad del agua registrándose aguas con calidad mala (Mirador 2), regular ("San miguel", "Mirador 1" "La Granja") y buena ("Paraíso", "San Antonio", "Namacuntza"). De nuestros análisis concluimos que la abundancia influye en la calidad de agua y la diversidad de macrobentos no influye en la calidad de agua.

Palabras claves

calidad de agua; bioindicadores; índice ETP; macroinvertebrados; sensibilidad.

Abstract

The macroinvertebrates are considered excellent bioindicators of water quality. The surface waters of the Cayamatza micro-watershed are subject to anthropogenic pressures due to activities related to mining, agriculture, and urban growth of El Panguí. The main objective is to determine the diversity of macroinvertebrates in the Cayamatza River and to determine the water quality at seven points with different degrees of affectation. The methods used were the Surber net and the kick net in each sampling site. Individuals were identified using dichotomous keys. The diversity of the macroinvertebrate community was developed with the statistical software Rstudio and to determine the water quality, the indexes of sensitivity and presence or absence of the Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera (ETP) families were calculated. The results reveal that the diversity and abundance of macroinvertebrates are different between sites, with the "Mirador 2" site registering the highest number of individuals with 154 and "El Paraiso" the lowest with 20 individuals. Similarly, changes in water quality were observed, with poor (Mirador 2), regular ("San Miguel", "Mirador 1" "La Granja") and good ("Paraiso", "San Antonio", "Namacuntza") water quality. From our analyses we conclude that abundance influences water quality and diversity does not influence water quality.

Keywords

water quality; bioindicators; ETP index; macroinvertebrates; sensitivity.

Direcciones

¹ Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: hm.acaros@uea.edu.ec; ca.sarangot@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Hugo Michael Acaro Sanmartin. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: hm.acaros@uea.edu.ec

Como citar

ACARO SANMARTIN, H. M. AND C. A. SARANGO TANDAZO. Diversidad de macroinvertebrados de la Microcuenca Cayamatza del cantón El Panguí, provincia de Zamora Chinchipe. PrePrint UEA, 2024, BLGEP2324, ep01-0140. <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep02-217>

Editores Académicos

Ginno Andrés Alvarado Avila

Editorial

Editorial de la Universidad Estatal Amazónica
2025

Copyright:

Derechos de autor 2023-2025 UEA | PrePrint UEA

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Los autores del artículo autorizan a PrePrint UEA, a que este artículo se distribuya y sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0)

1. Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son excelentes indicadores de la calidad del agua (Roldán, 1996). Estos miden entre 2 mm y 30 cm; incluyen larvas de mosquitos, libélulas, chinches, moscas de aliso, etc. Inician su vida en el agua, pero la terminan en su fase terrestre, viviendo en hojas flotantes, rocas, lodo,

piedras o troncos en descomposición. Su alimentación se basa en elementos nutritivos del agua, y del suelo, plantas acuáticas, algas, peces, invertebrados. Se ha clasificado a cada uno de los macroinvertebrados de acuerdo a su sensibilidad frente a los distintos contaminantes (Carrera & Fierro, 2001).

Por otro lado, Latinoamérica y parte del Caribe han sido de gran importancia para la comunidad científica debido a la gran diversidad de macroinvertebrados que habitan en los sistemas lóticos y lénticos, de tal manera que, la mejor forma de evaluar la calidad del recurso hídrico, es a través del monitoreo biológico, por su rapidez y bajo costo (Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014). Por lo tanto, países como: Colombia, Perú, Bolivia, Venezuela, Ecuador, entre otros, han realizado múltiples investigaciones aportando información relevante a la comunidad científica, por lo que se puede citar a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua del río Teusacá, Cundimarca, Colombia; macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú; los bioindicadores de contaminación en los ríos Quirpinchaca y Cachimayu ((Salcedo et al., 2013);(Moya et al., 2019); y (López Mendoza et al., 2022); entre otros.

Ecuador por su ubicación geográfica cuenta con numerosas redes hídricas las cuales se encuentran afectadas por la actividad antrópica, afectando así a su composición y estructura de fauna y flora fluvial (Liñero et al., 2015). En el país se han desarrollado distintos protocolos para evaluar la calidad de agua (Bonada et al., 2006), como el índice de ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecóptera) y el índice de sensibilidad (Carrera & Fierro, 2001); (Roldan, 2012), debido a su fácil interpretación y uso, a través, de la aplicación de métodos cuantitativos como la red de Surber, y métodos cualitativos como la red de patada (Carrera & Fierro, 2001). Esto ha generado que en Ecuador se ejecuten múltiples estudios en relación a la calidad del agua de los cuales se pueden mencionar el trabajo de Arroyo (2007), Rosado et al., (2017), Urdanigo et al., (2019), Osejos et al., (2020).

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado El Pangui (2015), el río Cayamatza cruza la ciudad, proporcionando servicios ecosistémicos esenciales para los habitantes locales, al abastecer de agua para consumo humano, así como para actividades agrícolas y ganaderas. Sin embargo, estas actividades y el crecimiento urbano podrían estar causando presión sobre la calidad del agua y la diversidad de la vida acuática en el área (Olaya, 2013). Dada la escasez de información disponible sobre este tema, es esencial resaltar la importancia fundamental de la calidad del agua para una amplia gama de actividades humanas. La determinación de la comunidad de macroinvertebrados en el río Cayamatza es relevante porque este grupo sirve como un bioindicador y de fácil interpretación. Los macroinvertebrados son organismos acuáticos que juegan un papel vital en los ecosistemas acuáticos y su presencia, abundancia y diversidad pueden proporcionar información valiosa

sobre la calidad del agua y el estado general del ecosistema. Al ser una herramienta de monitoreo de bajo costo y accesible, el análisis de la comunidad de macroinvertebrados puede ayudar a identificar problemas de calidad del agua, detectar la presencia de contaminantes y evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos de manera eficaz. Frente a esta realidad la presente investigación busca determinar la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados en siete sitios de la microcuenca Cayamatza. Y con el uso de este grupo de invertebrados determinar la calidad de agua del río.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

La microcuenca Cayamatza cubre una superficie de 2612.1 ha, atravesando algunos barrios de la ciudad del El Pangui, en la provincia de Zamora Chinchipe. Su rango altitudinal va desde los 740 a 2178 m snm, con un clima meso-térmico, húmedo y semi-húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 20 °C-22 °C en la zona baja y hasta 14 °C en las zonas altas (Olaya, 2013) (Figura 1).

En esta microcuenca se distinguen algunos sistemas vegetales como monocultivos y pastos en la parte baja, es decir por debajo de los 900 m snm, y la presencia de un bosque siempre verde piemontano de los 800 a 1300 m snm (Olaya, 2013; Zary, 2014).

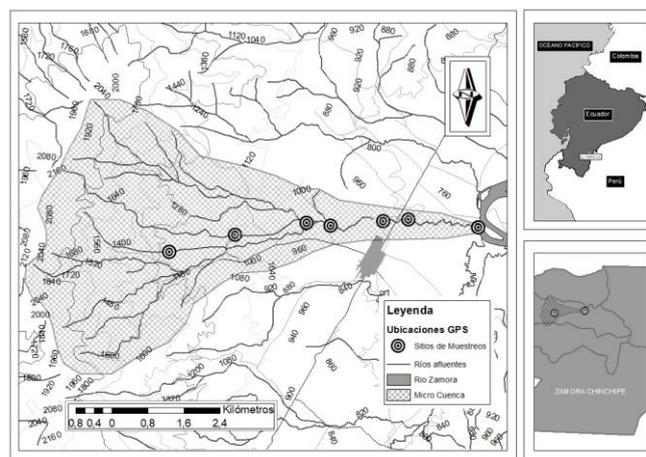


Figura 1 | Ubicación política de la zona de estudio

2.2 Fase de campo

Los muestreos se realizaron en diciembre de 2023, durante la época de invierno, en siete sitios ubicados a lo largo de la microcuenca Cayamatza (Figura 2). Se recolectaron dos muestras: una cualitativa y una cuantitativa, para cada muestra se realizaron tres réplicas. Para la evaluación de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos se utilizó las redes de Surber y Patada descrita por Carrera & Fierro, (2001) y modificada por Nugra et al., (2016). La red de Surber

se aplicó por un periodo de 1 min por réplica, mientras que la de patada por 5 min.

Todo el material removido se colocó en una bandeja de color blanca, con la ayuda de pinzas se separaron los macroinvertebrados y se los preservó en un frasco con alcohol al 70 % Nugra et al., (2016). Cada muestra fue etiquetada y transportada al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica, sede El Pangui, para su posterior identificación.

2.3 Fase de laboratorio

Para la identificación taxonómica de los individuos colectados se utilizaron las claves dicotómicas de macroinvertebrados descritas por Roldán, (1996), Pérez et al., (2016), González et al., (2018) y hasta nivel de género de los morfotipos claros. Se determinó el gremio trófico hasta nivel de familia utilizando los trabajos de Roldán, (1996), Munguia et al., (2004), y Chará-Serna et al., (2010).

2.4 Análisis de datos

La información de campo fue manejada en una base de datos (matriz) en Excel. Los datos fueron manejados en el software R y en el entorno Rstudio (Mas, 2019; Team, 2020). Todos los índices calculados y las figuras se los obtuvieron con los paquetes Dplyr (Wickham, François, et al., 2023), Biodiversity (Kindt, 2023), ggplot2 (Wickham, Chang, et al., 2023) y cowplot (Wilke, 2023).

Se realizó análisis de riqueza de familias, dominancias de morfotipos, curva acumulativa de especies, estimadores no paramétricos Chao, y ACE (Moreno, 2001); Chazdon et al., 1998), dominancia de Simpson, equidad de diversidad de Shannon-Wiener y disimilaridad entre sitios.

Para determinar la calidad de agua con macroinvertebrados se utilizó el índice de sensibilidad e índice ETP (Carrera & Fierro, 2001); (Roldan, 2012). Los resultados obtenidos con el índice de ETP fueron comparados con los criterios de la **Tabla 1**.

Tabla 1 | Criterios para valorar la calidad de agua mediante el índice EPT. Tomado de Carrera & Fierro, (2001).

Valor de EPT	Calidad del agua
75 - 100%	Muy buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

3. Resultados y discusión

3.1 Resultados

Diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Cayamatza

De las técnicas aplicadas para el muestreo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca del Cayamatza, se registraron 940 individuos. De este número, 404 individuos fueron capturados con la red de Surber, mismos que se distribuyen en 14 órdenes, 36 familias y 58 morfotipos. Con el método de patada se identificaron 13 órdenes, 43 familias y 76 morfotipos.

El morfotipo con mayor abundancia fue Simulium sp. con el 33,4 % (135 ind.); a este le siguen los morfotipos Pericomaina sp. y Baetodes sp. con el 10,9 % y 3,2 % respectivamente (**Figura 3**; Anexo 1). Las familias de la comunidad de macroinvertebrados con mayor abundancia fueron Simuliidae y Psychodidae con el 33,4 % y 11,1 % (135 y 45 ind.) respectivamente. Mientras que los órdenes con mayor abundancia fueron Díptera y Ephemeroptera con el 51,2 % y 17,1 % (207 y 69 ind.) respectivamente. Los órdenes de macroinvertebrados que se registraron en la microcuenca Cayamatza fueron: *Díptera* (51%), *Ephemeroptera* (17%), *Trichoptera* (6%), *Coleóptera* (5%), *Hemíptera* (5%), *Megaloptera* (3%), *Odonata* (3%), *Plecóptera* (3%), *Turbellaria* (0.9%), *Haploutaxida* (0,4%), *Gordioidea* (0,2%), *Lepidoptera* (0,2%), *Orthoptera* (0,2%), *Stylommatophora* (0,2%).

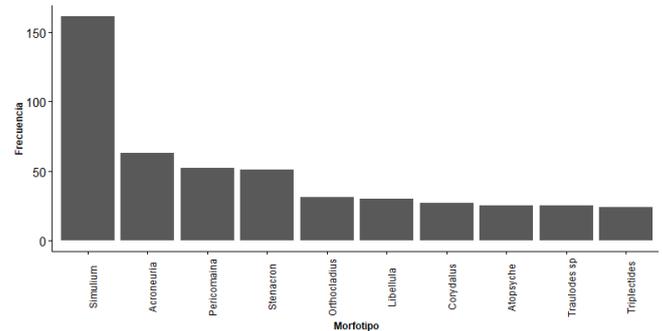


Figura 2 | Riqueza y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

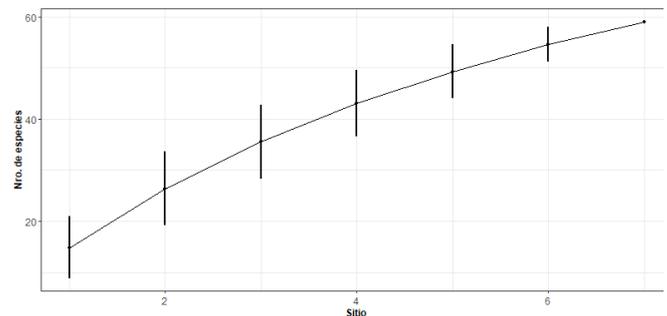


Figura 3 | Curva acumulativa de especies de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la microcuenca Cayamatza. Construida a partir de las diez familias más abundantes.

Olaya (2013) hace una década registró 1866 individuos en 31 familias. Esta diferencia se explica por el esfuerzo muestreo, pues en el caso de la Olaya (2013) realizó monitoreos en julio, septiembre y octubre, los cuales coinciden con meses de mayor precipitación como julio, pero también con menos lluvia y mayor temperatura como octubre. Otro factor que

probablemente incide en el menor número de individuos hallados es el factor antrópico, pues desde el estudio de Olaya (2013), hasta la actualidad, han proliferado actividades como el aumento de la frontera agrícola y ganadera en las riberas de la quebrada Cayamatza. A esto se suma las nuevas construcciones para vivienda, cuyas aguas servidas se vierten directamente a la quebrada sin pasar por un proceso de tratamiento de aguas residuales. Todo esto contribuye al deterioro de las condiciones ambientales, y con ello, del número de individuos de macroinvertebrados. Por su parte, el estudio de Barreno (2016), con macroinvertebrados en el río plata del cantón Pastaza encuentra un total de 164 individuos agrupados en 12 familias.

En cuanto a la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en este estudio se halló que los órdenes *Díptera* y *Ephemeroptera* fueron los de mayor abundancia. Esto coincide parcialmente con Aponte (2023), quien investigó macroinvertebrados en una quebrada del cantón Yantzaza, encontrando que los órdenes Plecóptera y Díptera fueron los más abundantes en cuanto al número de individuos. A pesar de ser condiciones climáticas similares en las áreas de estudio tanto en este trabajo como en el de Aponte (2023), este último encontró 2604 individuos de 16 familias, un valor notablemente superior a los 940 individuos de 53 familias encontradas en esta investigación. Por su parte, los resultados de Encalada (2014), muestran que los órdenes con mayor número de individuos son *Ephemeroptera* y *Plecóptera*, con 260 y 146 individuos respectivamente. Barreno (2016), investigó los macroinvertebrados presentes en el río Plata dique Las Palmas en el cantón Pastaza, hallando que los órdenes con mayor abundancia son *Ephemeroptera* y *Díptera*. La diferencia en el número de individuos entre estas investigaciones realizadas en la amazonia del Ecuador puede interpretarse por las especificidades de cada microcuenca, por ejemplo, por la influencia de las actividades antrópicas alrededor de cada una.

La curva de acumulación de especies (Figura 4) es una curva creciente que no llega a su asíntota, por lo que al realizar un mayor esfuerzo de muestreo se esperaría encontrar nuevos registros. Adicionalmente, al revisar el cálculo de riqueza estimada según ACE se esperaría encontrar 78 especies (± 4 morfotipos). Estos

directamente relacionada al tipo de hábitat clasificado como regular Olaya (2013), Aunque presenta un hábitat regular se encontró individuos que tienen sensibilidad alta.

Sector La Granja

resultados señalarían que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo para registrar un mayor número de morfotipos de la comunidad de macroinvertebrados en la microcuenca del Cayamatza (Chiu et al., 2014) (O'Hara, 2005).

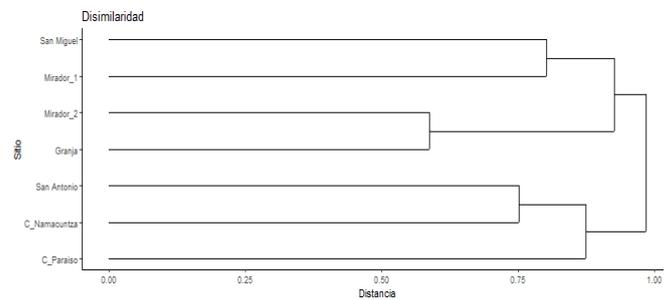


Figura 4 | Disimilitud entre sitios de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la microcuenca Cayamatza.

Conforme la disimilitud entre sitios (Figura 5), se observa tres agrupamientos claros: el punto “San Antonio” con “Namacuntza”, el punto “San Miguel” con “Mirador 1”, y el punto “Mirador 2” con “La Granja”, siendo este último clúster el que menor valor de disimilitud posee de los tres agrupamientos (Chiarucci et al., 2008).

Diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por sitio de muestreo

Sector El Paraíso

Se registraron 20 individuos pertenecientes a nueve morfotipos distribuidos en nueve familias y seis órdenes (Tabla 1). Los morfotipos dominantes son *Libellula* y *Caenis* (Figura 5) representando el 35 % y 2 % respectivamente. Usando el índice de Shannon, este sitio posee una diversidad media con un valor de 1,89 y el índice de dominancia de Simpson es del 0,81. De acuerdo a (Olaya, 2013), esta diversidad que presenta este sitio está relacionada a la calidad visual del hábitat identificado como buena.

Sector Namacuntza

Se observaron 56 individuos pertenecientes a 23 morfotipos que se distribuyen en 15 familias y nueve órdenes (Tabla 2). Los morfotipos *Stenacron* y *Acroneuria* son las especies dominantes con el 19% y 12% respectivamente (Figura 5). Según el índice de Shannon, en este sitio los macrobentos poseen una diversidad media con un valor de 2,81, y según Simpson la dominancia de especies alcanza un valor de 0,92. La diversidad que presenta este sitio está

En este sitio se registran 88 individuos repartidos en 13 morfotipos distribuidos en 13 familias y siete órdenes (Tabla 2). El morfotipo dominante es *Simulium* con el 67%, a este le sigue *Baetodes* sp. con el 6 % (Figura 5). De acuerdo al índice de Shannon la comunidad de macrobentos posee una diversidad baja con un valor de 1,37 y según el índice de dominancia

de Simpson, el valor es del 0,54. La diversidad observada en el sitio está estrechamente relacionada con la calidad visual del hábitat, la cual se considera pobre según Olaya (2013). Esta baja calidad del hábitat probablemente está contribuyendo a la presencia de individuos de macroinvertebrados de baja sensibilidad. Por lo tanto, no es sorprendente que el

resultado en términos de diversidad haya sido bajo. La degradación del hábitat, posiblemente causada por actividades humanas como la contaminación y la alteración del entorno natural, puede limitar la disponibilidad de recursos y refugio para la diversidad de especies de macroinvertebrados.

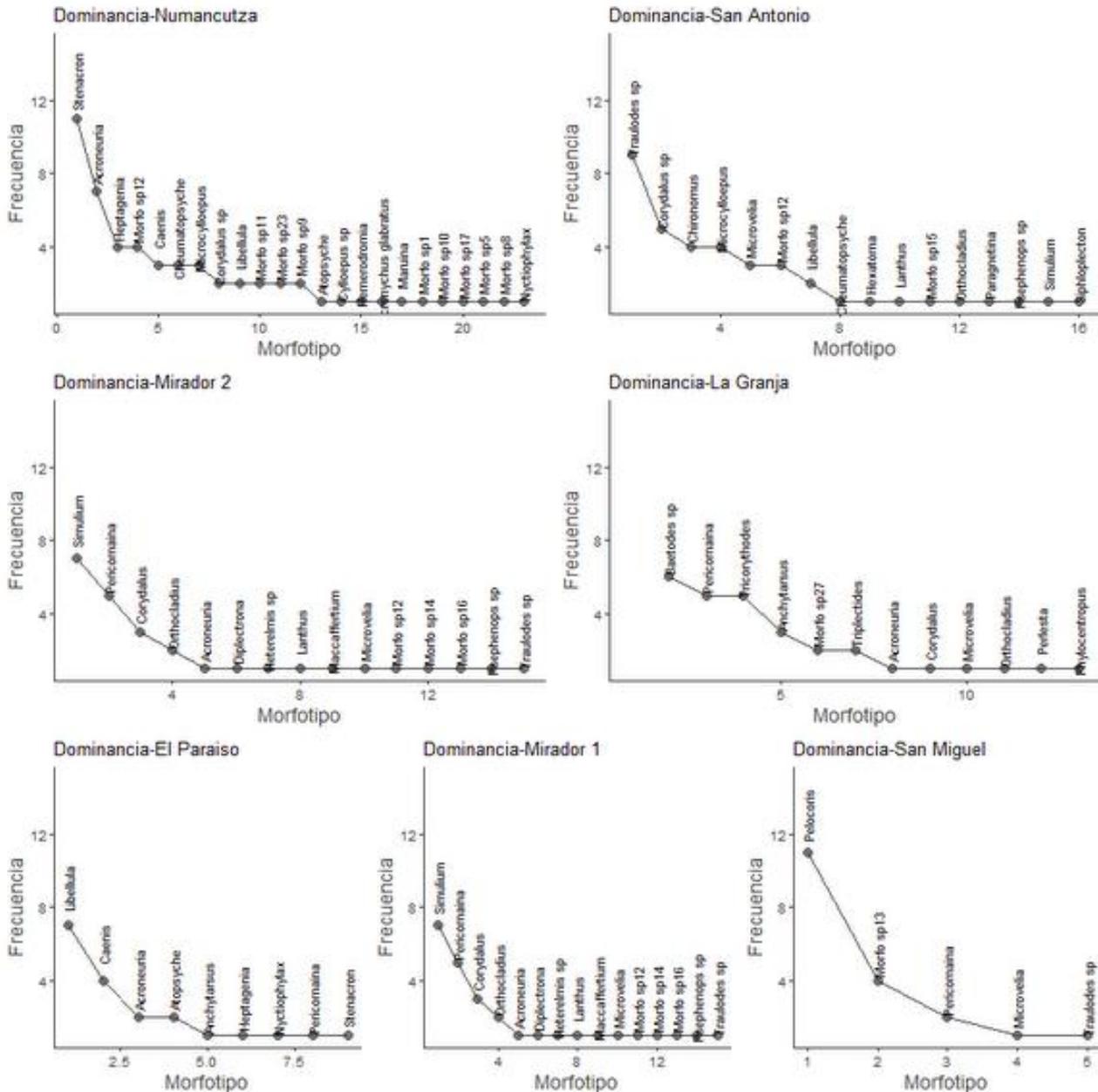


Figura 5 | Dominancia de morfotipos de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de la microcuenca Cayamatza, diciembre 2023

Sector Mirador 1

Se registran 28 especímenes que pertenecen a 15 morfotipos repartidos en 15 familias de 10 órdenes (ver tabla 1). Los morfotipos Simulium y Pericomaina son los dominantes con el 25 % y 17 % respectivamente. Según Shannon en este sitio la diversidad de macrobentos es media con 2,39 y según Simpson, el índice de dominancia es del 0,88. Es probable que la

relación entre la diversidad observada en el sitio y la calidad visual del hábitat, catalogada como pobre según Olaya (2013), se ve influenciada por otras variables meteorológicas. Aunque la calidad del hábitat sea baja, es posible que la calidad del agua sea buena, especialmente. Esto explicaría la presencia de morfotipos de baja tolerancia a cambios en ecosistemas acuáticos en este sitio.

Sector Mirador 2

Se registran 154 individuos pertenecientes a 22 morfotipos distribuidos en 20 familias y 10 órdenes (**Tabla 2**). Los morfotipos Simulium y Pericomaina son los dominantes con el 44 % y 20% respectivamente (Figura 4). De acuerdo con el índice de Shannon la diversidad es media con un valor de 2,03 y según Simpson el valor del índice es de 0,75. La diversidad que presenta el sitio se relaciona a la calidad visual del hábitat del sitio que es pobre Olaya (2013) debido a esto los morfotipos encontrados son indicadores de mala calidad de acuerdo al índice de ETP y sensibilidad infiriendo así que la actividad antrópica ocasiona fuertes cambios en la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados en la microcuenca.

Sector San Antonio

Se registran 39 individuos perteneciente a 16 morfotipos distribuidos en 15 familias y ocho órdenes (**Tabla 2**). Los morfotipos dominantes son *Traulodes* sp. y *Corydalus* sp. con el 23 % y 12 % respectivamente (**Figura 5**). Según el índice de Shannon el índice es de 2,74 mostrando una diversidad media, y según Simpson el valor es de 0,92, mostrando que existe dominancia de especies. La diversidad que presenta el sitio se relaciona a la calidad visual del hábitat del sitio que es pobre Olaya (2013) A pesar de que presenta un hábitat pobre, probablemente causado por actividad ganadera el ecosistema acuático no presenta cambios relevantes en la comunidad de macroinvertebrados.

Sector San Miguel

En este sitio se registran 19 individuos pertenecientes a cinco morfotipos distribuidos en cuatro familias y tres órdenes (**Tabla 1**). El morfotipo dominante es *Pelocoris* con el 57% seguido del morfotipo 13 con el 21 % (**Figura 4**). Según Shannon la diversidad de macrobentos es baja con 1,19, y según Simpson el valor de la dominancia de especies es de 0,60. La diversidad que presenta el sitio se relaciona a la calidad visual del hábitat del sitio que es pobre Olaya (2013), esto se corrobora ya que al presentar un hábitat pobre los morfotipos identificados son indicadores de calidad de agua regular.

Del análisis de dominancia se puede inferir que el morfotipo Simulium es el más dominante en los sitios: Mirador 1 (25 %), Mirador 2 (44 %) y La Granja (67 %), seguido a este se encuentra el morfotipo Pericomaina el cual se encuentra presente en los sitios: Mirador 1 (17 %) y Mirador 2 (20 %).

Los morfotipos dominantes en cada uno de los sitios no son los mismos puesto que la dominancia en el sitio Namacuntza está representada por los morfotipos Stenacron y Acroneuria mientras que, en el sitio San

Antonio, los morfotipos dominantes son: *Traulodes* sp. y *Corydalus* sp.

Tabla 2 | Índices de diversidad de macroinvertebrados de la microcuenca Cayamatza.

Sitio	Morfotipo	Familia	Orden	Abundancia	Shannon	Simpson
El Paraíso	9	9	6	20	1,89	0,81
Namacuntza	23	15	9	56	2,81	0,92
La Granja	13	13	7	88	1,37	0,54
Mirador 1	15	5	10	28	2,39	0,88
Mirador 2	22	20	10	154	2,03	0,75
San Antonio	16	15	8	39	2,74	0,92
San Miguel	5	4	3	19	1,19	0,60

De acuerdo al índice de Shannon los sitios que presentan una diversidad media de macroinvertebrados son: Namacuntza, Mirador 1, Mirador 2 y San Antonio, mientras que los sitios que presentan una diversidad baja son: El Paraíso, La Granja y San Miguel. Esto se explica probablemente porque estos puntos se asientan en la parte alta de la microcuenca Cayamatza, donde aún no hay mayores impactos por contaminación ambiental, siendo su valor de este índice mayor al de los otros puntos. Los resultados hallados por Encalada (2014), quien realizó su investigación en la cuenca del río Jambué en el cantón Zamora, muestran que en sus cuatro estaciones de muestreo la diversidad es baja según el índice de Shannon, todas inferiores a 1.6 del mencionado índice.

Como se aprecia en la **Tabla 2**, según el índice de Simpson los sitios que tienen mayor dominancia de macroinvertebrados son: Namacuntza y San Antonio.

Según el índice de Simpson la microcuenca Cayamatza no presenta una diversidad alta de macroinvertebrados debido a que no se acerca a la unidad, mientras que el índice de Shannon en esta microcuenca presenta una diversidad media.

Gremios tróficos de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos

De los registros obtenidos con las técnicas aplicadas para el estudio de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca Cayamatza, se identifica al gremio trófico colector como el más abundante con el 54,5 %. Los gremios tróficos que le siguen son el depredador y fragmentador con el 22,7 % y 11,6 % respectivamente.

En la **Figura 6** se observa la frecuencia gremios tróficos registrados en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. En un estudio similar realizado en la amazonia del Ecuador, específicamente en la provincia de Pastaza Barreno (2016), se encontró que el grupo que predominó fue el de los colectores, lo cual coincide con lo hallado en este trabajo.

Calidad de Agua de la microcuenca Cayamatza con el uso de bioindicadores

El análisis de EPT de macroinvertebrados en los sitios muestreados de la microcuenca Cayamatza (**Figura 7**), los sectores de El Paraíso (59%), Namacuntza (61%), San Antonio (57%) presentan una calidad de agua buena. Esto tiene sentido si se considera que los tres puntos de monitoreo se asientan en la cuenca alta de la quebrada Cayamatza, en donde todavía no hay mayores impactos por factores naturales o antrópicos. Los sectores de San Miguel (38%), Mirador 1 (29%) y

La Granja (32%) presentan una calidad de agua regular, el sector de Mirador 2 (14%) presenta una calidad de agua mala. Estos resultados coinciden pues estas últimas cuatro estaciones de muestreo se asientan en la parte media y baja de la cuenca, en donde ya hay afectación debido al crecimiento urbano y con ello surgen impactos por ejemplo el desecho de las aguas negras hacia la quebrada, o la presencia de chancheras cercanas a la quebrada.

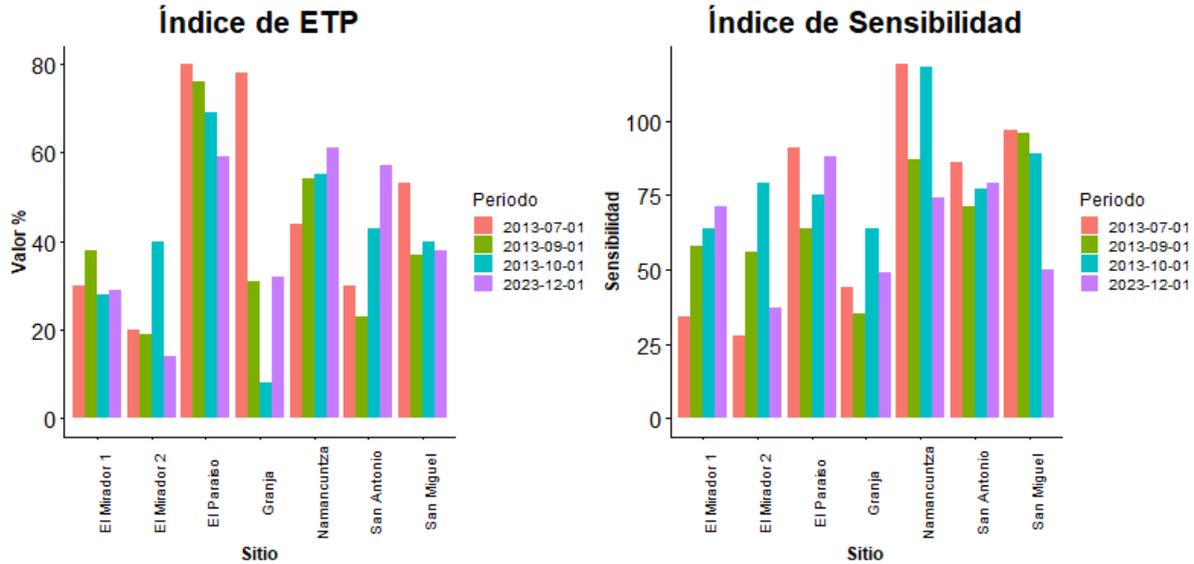


Figura 7 | Calidad de agua en los sitios muestreados por período muestreado en 2013 y 2023. Las barras de la izquierda señalan los valores obtenidos según el índice de ETP y las barras de la derecha señalan el grado de sensibilidad

Al comparar los resultados obtenidos con Olaya (2013), en el mes de octubre, se denotan que en ambos casos la calidad de agua va disminuyendo conforme la microcuenca hidrográfica se acerca hacia la ciudad de El Pangui; es decir, en la parte media y baja de la quebrada Cayamatza la calidad de agua disminuye. Como se mencionó en el párrafo anterior, existe una marcada influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la quebrada. El estudio de Encalada (2014) sobre la calidad de agua usando índice EPT en el río Jambué, encuentra que en la estación 1 (La Pituca) y 2 (Jambué alto), es muy buena; mientras que en la estación 3 (Jambué bajo) y 4 (confluencia Río Zamora y Jambué), la calidad es buena. Un estudio similar realizado en la microcuenca del Río Plata en Pastaza Barreno (2016), muestra que según el índice EPT, el río Plata presenta buena calidad en cuatro de los cinco puntos de muestreo, y que en el último punto la calidad de agua fue regular. Otro trabajo que usa el índice EPT para determinar la calidad de agua es el de Poveda (2016), quien realizó su investigación en el Río Churuyacu del cantón Pastaza, encontrando como resultado que dicha agua es de buena calidad en los tres puntos de monitoreo.

De acuerdo con el índice de sensibilidad aplicado para las diferentes familias de macroinvertebrados de los

diferentes sitios de la microcuenca Cayamatza, los sitios que presentan una buena calidad de agua son: El Paraíso (88), Namacuntza (74), San Antonio (79), Mirador 1 (71), mientras que los sitios que presentan una calidad de agua regular son: San Miguel (50), Mirador 2 (37) y La Granja (49).

4. Conclusiones

El índice de diversidad de Shannon cataloga a los puntos “Namacuntza” y “San Antonio” como puntos de diversidad media, alcanzando el valor de 2.81 y 2.74 respectivamente, y siendo los valores más altos de los siete puntos establecidos en este estudio. En cuanto a los índices de disimilaridad, los puntos “Mirador 2” con “La Granja” fueron los más homogéneos, pues su índice de disimilaridad fue de 0,578.

El índice EPT hallado en los diferentes puntos de monitoreo de esta investigación demuestra que en la parte alta de la microcuenca Cayamatza (El Paraíso, Namacuntza, San Antonio) el agua es de buena calidad. Sin embargo, esta va disminuyendo conforme la quebrada llega a la parte media y baja, explicada probablemente por la influencia de las actividades antrópicas como la ganadería, o también por el crecimiento urbano en zonas cercanas a la quebrada.

La diversidad de la comunidad de macroinvertebrados aparentemente no influye en la calidad de agua, puesto que en Namacuntza y Mirador 2, que presentan la misma diversidad, pero la calidad de agua es distinta según el índice de ETP, en relación a la abundancia aparentemente si influye en la calidad del agua, ya que, Mirador 2 presenta mayores registros de macrobentos presenta una calidad de agua mala, mientras que Namacuntza cuya abundancia es tres veces menor presenta una calidad de agua buena.

Contribuciones de los autores **Hugo Michael Acaro Sanmartin:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada
Carlos Augusto Sarango Tandazo: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Conflicto de intereses de los autores Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias Bibliográficas

Aponte, J. (2023). Evaluación de la calidad de agua de uso recreacional con bioindicadores (macroinvertebrados) en el balneario Las Orugas del cantón Yantzaza. Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de Biólogo. Estatal Amazónica.

Arroyo, C. (2007). Evaluación de la calidad de agua de las fuentes hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (BPRG) a través de la utilización de macroinvertebrados acuáticos, Pichincha, Ecuador.

Barreno, A. (2016). Análisis de la calidad de agua del río Plata sector dique Las Palmas mediante la identificación de macroinvertebrados y caracterización físico química y biológica en el Cantón Pastaza. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería Ambiental. Universidad Estatal Amazónica.

Bonada, N5., Dallas, H., Rieradevall, M., Prat, N., & Day, J. (2006). A comparison of rapid bioassessment protocols used in 2 regions with Mediterranean climates, the Iberian Peninsula and South Africa. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(2), 487–500. [https://doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)25\[487:ACORBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1899/0887-3593(2006)25[487:ACORBP]2.0.CO;2)

Carrera, C., & Fierro, K. (2001). Macroinvertebrados Acuáticos. In *Ecociencia* (Vol. 2). <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>

Chará-Serna, A. M., Chará, J. D., Zúiga, M. del C., Pedraza, G. X., & Giraldo, L. P. (2010). Estructura trófica de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos de manantiales cársticos en la Huasteca Mexicana. *Universitas Scientiarum*, 15(1), 27–36. <https://doi.org/10.11144/javeriana.sc15-1.tcoa>

En la microcuenca Cayamatza la calidad de agua entre los diferentes sitios de muestreos se caracterizan por un diferente grado de intervención antrópica.

Es importante considerar múltiples factores ambientales al interpretar los resultados del monitoreo de la diversidad de macroinvertebrados y su relación con la calidad del hábitat y del agua.

Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S., & Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rainforests of northeastern Costa Rica. *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling*, January, 285–309.

Chiarucci, A., Bacaro, G., Rocchini, D., & Fattorini, L. (2008). Discovering and rediscovering the sample-based rarefaction formula in the ecological literature. *Community Ecology*, 9(1), 121–123. <https://doi.org/10.1556/ComEc.9.2008.1.14>

Chiu, C. H., Wang, Y. T., Walther, B. A., & Chao, A. (2014). An improved nonparametric lower bound of species richness via a modified good-turing frequency formula. *Biometrics*, 70(3), 671–682. <https://doi.org/10.1111/biom.12200>

Encalada, V. (2014). Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca El Jambué, por medio de análisis de biodiversidad de macroinvertebrados [Universidad Nacional de Loja]. In Universidad Nacional de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17054>

Gobierno Autónomo Descentralizado, M. E. P. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón El Pangui 2015-2019. Gobierno Autónomo Descentralizado El Pangui.

González, H., Crespo, E., Acosta, R., & Hampel, H. (2018). Guía rápida para identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 160. https://geo.etapa.net.ec/monitoreoecohidrologico/files/docs/GUIA_MACROINVERTEBRADOS.pdf

- Kindt, R. (2023). BiodiversityR: Package for Community Ecology and Suitability Analysis (2.15-4).
- Liñero, L., Balarezzo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., & Calva, C. (2015). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. Cuadernos de Investigación UNED, 8(1), 69–75. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n1/1659-4266-cinn-8-01-00068.pdf>
- López Mendoza, S., Huertas Pineda, D. F., Jaramillo Londoño, Á. M., Calderón Rivera, D. S., & Díaz Arévalo, J. L. (2022). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). Ingeniería y Desarrollo, 37(02), 269–288. <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad.
- Moya, N., Santander, M., & Fernández, B. (2019). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos Quirpinchaca y Cachimayu usando macroinvertebrados como bioindicadores de contaminación. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, 17(19), 11–22. <https://doi.org/10.56469/rcti.v17i19.216>
- Munguia, R., Pineda, R., & Campos, V. (2004). Estructura trófica de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos de manantiales cársticos en la Huasteca Mexicana. Biológicas, Agosto (6), 37–47. <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/1858/1396>
- Nugra, F., Segovia, E., Benitez, M. B., & Reinoso, D. (2016). Guía metodológica para el biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la cuenca del río Napo.
- O'Hara, R. B. (2005). Species richness estimators: ¿How many species can dance on the head of a pin? Journal of Animal Ecology, 74(2), 375–386. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2005.00940.x>
- Olaya, V. (2013). Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Cayamatza del cantón El Pangui a través del uso de bioindicadores. 132. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5057>
- Osejos, A., Merino, M., Merino, M., & Solís, J. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador. Recimundo, 4(4), 454–467. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.454-467](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467)
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Font, M., Zamora, E., Córdova, A., & Acosta, K. (2016). Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana.
- Poveda, B. (2016). Determinación de la calidad de agua del río Churuyacu en el barrio San Rafael de la Ciudad de Puyo, mediante la identificación de Macroinvertebrados acuáticos y análisis físico - químico y microbiológico, para proponer un plan de manejo ambiental. Universidad Nacional de Loja.
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. Revista de Biología Tropical, 62(April), 9–20. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15775>
- Roldan, G. (2012). Macroinvertebrados Como Bioindicadores De La Calidad Del Agua. In Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca (Vol. 3, Issues 978-958-8188-19-5). <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. In Universidad de Antioquia. <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>
- Rosado, Á., Bolívar, Á., Zambrano, J., Morales, D., Guerrero, N., & Tayhing, C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. Ciencias Tecn UTEQ, 10(1), 27–34.
- Salcedo, S., Artica, L., & Florencia, A. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú. Universidad Continental, 03(02). https://www.researchgate.net/publication/287844811-Macroinvertebrados_bentonicos_como_indicadores_de_la_calidad_de_agua_en_la_microcuenca_San_Alberto_Oxapampa_Peru
- Urdanigo, J., Díaz, M., Tay-Hing, C., Sánchez, C., Yong, R., Armijo, K., Guerrero, N., & Mancera-Rodríguez, N. (2019). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en quebradas con diferente cobertura ribereña en del bosque Protector Murocomba, cantón Valencia, Ecuador. Revista de Biología Tropical, 67(4), 861–878. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.35190>
- Wickham, H., Chang, W., Lionel, H., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., & Dunnington, D. (2023). ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics (3.4.4).
- Wickham, H., François, R., Lionel, H., Müller, K., & Vaughan, D. (2023). dplyr: A Grammar of Data Manipulation (1.1.4).

Wilke, C. O. (2023). cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for “ggplot2” (1.1.2).

Zary, M. (2014). Diseño de un sistema de conservación de áreas protegidas para el cantón El Panguí provincia de Zamora Chinchipe. Universidad Técnica Particular de Loja