UEA Biología El Pangui
PrePrint UEA

Sección Biología "El Pangui"
Vol. BLGEP2324. ep03-218

Recibido: 15/03/2024 |
Aceptado: 16/04/2024 |
Publicado: 10/06/2025 |

Calidad del agua con macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca de Pachicutza, cantón El Pangui

Water quality with benthic macroinvertebrates in the Pachicutza micro-basin, El Pangui canton

Frixon Adelmo Cordova Suconota[1], Carlos Augusto Sarango Tandazo[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep03-218

Resumen

El incremento de las necesidades de agua para el consumo y uso del ser humano ha resaltado la importancia de conocer la calidad de los sistemas fluviales que proveen dicho servicio ecosistémico, debido a esto actualmente, los cuerpos de agua pueden ser evaluados a nivel estructural, con la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores del estado ecológico del cuerpo de agua en cuestión. Bajo esa premisa el presente estudio tiene el objetivo de evaluar la calidad de agua de la quebrada Los Maníes, ubicada en la parroquia Pachicutza, la cual representa un afluente crucial para el suministro de agua a los hogares locales, el estudio contemplo variables cualitativas como son los datos obtenidos con la técnica de patada, técnica manual y variables cuantitativas utilizando la red de Surber. Posteriormente se analizaron los datos obtenidos y se calcularon índices de diversidad alfa e índices sobre la calidad del agua, obteniendo así una riqueza de 27 géneros pertenecientes a 22 familias y 6 órdenes, abundancia de 149 individuos colectados e índices BPMW/col y ETP que evidencian una buena calidad ecológica del agua.

Palabras claves agua; macroinvertebrados; ecológico; índices.

Abstract

The increase in water needs for human consumption and use has highlighted the importance of knowing the quality of the river systems that provide said ecosystem service. Due to this, currently, water bodies can be evaluated at a structural level, with the use of macroinvertebrates as bioindicators of the ecological state of the body of water in question. Under this premise, the present study has the objective of evaluating the water quality of the Los Maníes stream, located in the Pachicutza parish, which represents a crucial tributary for the supply of water to local homes. The study contemplates qualitative variables such as the data obtained with the kick technique, manual technique and quantitative variables using the Surber network. Subsequently, the data obtained were analyzed and alpha diversity indices and water quality indices were calculated, thus obtaining a richness of 27 genera belonging to 22 families and 6 orders, abundance of 149 collected individuals and BPMW/col and ETP indices that show a good ecological quality of water.

Keywords water; macroinvertebrates; ecological; statements

Direcciones [1] Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: km. fa.cordovas@uea.edu.ec; ca.sarangot@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia Frixon Adelmo Cordova Suconota. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: fa.cordovas@uea.edu.ec

Como citar CORDOVA SUCONOTA, F. A., AND C. A. SARANGO TANDAZO Calidad del agua con macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca de Pachicutza, cantón El Pangui. PrePrint UEA, 2024, BLGEP2324, ep03-218. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEP2324ep03-218

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

El agua, un recurso natural esencial para la vida, tiene una importancia ecológica inmensa y es especialmente necesaria para el consumo humano. La mayor parte de este recurso aprovechable se encuentra en los sistemas fluviales intercontinentales (Carrera y Fierro, 2001). Los recursos hídricos, también desempeñan un papel vital en diversas actividades para el desarrollo de las comunidades, es por ello por lo que las provisiones hídricas se han deteriorado debido a algunos factores importantes como el aumento de la población, la industrialización, la urbanización, etc (Tyagi et al., 2020).

En el 2022 se revelaron cifras alarmantes sobre la cantidad de personas que consumían agua contaminada, ya que al menos el 27% de la población mundial bebía aguas con restos fecales o residuos químicos (WHO, 2023). Las enfermedades propagadas por agua potable contaminada diezmaron a la población de ciudades enteras. Incluso actualmente, el agua insalubre contaminada por fuentes naturales o humanas sigue causando disminución en la calidad de la vida de los seres vivos (UNESCO, 2003).

Esto ha hecho que la necesidad de conocer la calidad de los ecosistemas acuáticos relacionados con las actividades humanas aumente generando así la creación de Índices basados en bioindicadores (Alonso y Camargo, 2005). Actualmente los macroinvertebrados son los bioindicadores más utilizados, siendo los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera los más conocidos en cuanto a su taxonomía, ecología y su utilización como, indicadores de la calidad del agua, denotando ecosistemas en equilibrio (Carrera y Fierro, 2001; Roldán, 2016).

Macroinvertebrados acuáticos son aquellos organismos que se pueden ver a simple vista y que habitan en los sustratos de los ecosistemas fluviales en cualquier tipo de materia orgánica (hojas, troncos, macrófitos, entre otros) e inorgánica (Carrera y Fierro, 2001). El prefijo "macro" indica que son organismos superiores a 500 µm (Roldan, 1988). Este grupo incluye taxones como: moluscos, crustáceos, turbelarios, oligoquetos y principalmente insectos entre los cuales se encuentran coleópteros, hemípteros, efemerópteros, plecópteros, odonatos, dípteros, neurópteros y tricópteros (Carrera y Fierro, (2001); Domínguez y Fernández, (2009); Roldan, (1988). Muchos de estos organismos pasan pequeños periodos de su vida en agua, otros prolongados y algunos son exclusivamente acuáticos (Roldan, 1988). Por lo que desempeñan un papel vital en la ecología de los ecosistemas fluviales y son responsables de gran parte de la transferencia de materia orgánica desde diversas fuentes a través de la red trófica de los sistemas fluviales (Carrera y Fierro, 2001).

Así mismo, debido a la sensibilidad de estos se ha desarrollado índices que nos proporcionan la información necesaria para conocer el estado de la calidad de agua en un sistema fluvial, tales como, el Grupo de Trabajo de Seguimiento Biológico o con sus sigla en inglés BMWP el cuál asigna un numero de 1 a 10 de acuerdo al grado de sensibilidad a la contaminación que posea el organismo y la presencia o ausencia de Ephemeroptera Trichoptera Plecoptera (ETP) (Carrera y Fierro, 2001); Domínguez y Fernández, 2009; Roldan, 1988). Los métodos de evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos ofrecen ventajas tales como: simplicidad metodológica, rapidez de los resultados y una alta confiabilidad de estos, lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de las cuencas y ríos en general (Reice y Wohlenberg, 1993).

La quebrada Maníes posee servicios ecosistémicos muy importantes para la parroquia Pachicutza, puesto que provee de agua para consumo humano, actividades agropecuarias y recreación (FORAGUA, 2018). De estas actividades la expansión de la frontera agrícola y ganadera aparentemente está ocasionando cambios en la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad de agua del río Maníes(Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, (2014). La escasa información sobre esta temática frena proyectos de conservación y manejo de cuencas hidrográficas. La importancia de realizar estudios de diversidad de macrobentos en la quebrada los Maníes, radica en que son considerados como excelentes bioindicadores de ecosistemas acuáticos, proporcionando información relevante de la calidad del agua, su fácil aplicación y el bajo costo económico que demanda frente a estudios físico y químicos de calidad de agua. Bajo estas premisas, la presente investigación tiene como objetivo medir la calidad ecológica del agua mediante la caracterización y aplicación de índices bióticos a la comunidad de macroinvertebrados presentes la quebrada Maníes.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

La quebrada Maníes se encuentra ubicada en la parroquia Pachicutza perteneciente al cantón El Pangui de la provincia de Zamora Chinchipe. Posee clima lluvioso tropical con temperaturas promedio anuales que varían entre los 18 y 24°C, una temperatura media de 22,6° C y la precipitación media anual, varía entre 1500 y 2000 mm de lluvia (Alcaldía del Pangui, 2023). La zona de estudio se encuentra en el piso zoogeográfico tropical (Albuja et al., 1980) y según Sierra, 1999 pertenece al ecosistema de bosque siempreverde de tierras bajas. Debido a la variedad de hábitats que ocupan los macroinvertebrados, se seleccionaron cuatro puntos de muestreo: zona de bosque, zona de captación, zona de pastizal, zona de dique (**Tablas 1 y 2**).

Tabla 1 | Ubicación de los sitios de muestreo de MB cantón El Pangui Zamora Chinchipe.

	Localidad	Sitios muestreados	Coordenadas WGS84		Altitud m.s.n.m
			X	Y	
MQMP 1	Parroquia Pachicutza	Bosque	763456	9594406	1301,6
MQMP 2		Captación	763742	9594308	1193,5
MQMP 3		Pastizal	764296	9594224	1102,1
MQMP 4		Dique	765029	9593900	1001,1

2.2 Colecta

La colecta de macroinvertebrados se realizó mediante técnicas cualitativas y cuantitativas. Entre las cualitativas se utilizaron la técnica de colecta manual, durante un período de cinco minutos en un radio de cinco metros río arriba y río abajo desde el punto de muestreo, otra técnica cualitativa fue la red de patada con la cual se realizaron tres réplicas por punto, por un período de cinco minutos por (Carrera y Fierro, 2001; Nugra et al., 2016; Roldan, 1988). Para los análisis cuantitativos se utilizó una red de Surber por un

período de diez minutos realizando tres réplicas por sitio de muestreo (Carrera & Fierro, 2001; Nugra et al., 2016; Roldan, 1988).

Tabla 2 | Descripción de los puntos de muestreo

Sitios muestreados	Descripción del sitio
Bosque	Presenta un bosque ribereño con una topografía de pendientes muy escarpadas, se aprecia un ecosistema donde identifica fácilmente tres estratos (emergente, dosel y sotobosque), con presencia de palmeras, el agua es cristalina con fondos rocosos, puede reflejar una buena calidad del agua y una menor erosión del suelo. Estas características pueden variar según la localización, el clima y la intervención humana del bosque ribereño(Gutiérrez y Becerra, 2018).
Captación	Presenta un bosque no intervenido, no se encuentra afectaba por actividades antrópicas que alteren sus características naturales, se aprecia un ecosistema con una estructura vertical con varios estratos de vegetación que van desde el suelo hasta el dosel, donde se encuentran los árboles más altos y frondosos, se pueden encontrar árboles, arbustos, hierbas, trepadoras, epífitas, palmeras, musgos, líquenes y hongos (Raffaele et al., 2024).
Pastizal	Presenta un ecosistema Pastizal que se caracteriza por tener una vegetación dominada por gramíneas, con poca o nula presencia de árboles(Rebollo & Gómez, 2003). Entre las plantas, se pueden encontrar arbustos, hierbas, trepadoras, epífitas y palmeras, que aportan alimento, refugio y sombra a los animales(González et al., 1997).
Dique	Presenta un ecosistema semi Pastizal no son aptos para la agricultura, a excepción de las estrechas terrazas a lo largo de la quebrada. La ganadería extensiva es actualmente una de las principales actividades económicas, para lo cual se ha talado grandes extensiones de bosque y reemplazado con pastizales, dejando únicamente ejemplares arbóreos sin valor económico que proporcionen sombra al ganado(Apolo, 2013).

2.3 Transporte de muestras

La colecta se realizó en frascos plásticos de 250 ml, con alcohol al 70 %, cada frasco se etiquetó señalando la técnica aplicada, nombre del sitio, coordenada geográfica UTM WGS84 y fecha.

2.4 Identificación taxonómica

Esta actividad se realizó en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica y previa identificación taxonómica se realizó la separación de los individuos visualmente similares. Posteriormente, con el uso del estereoscópico (Euromex) y caja Petri se observaron las características morfométricas del espécimen y con el uso de guías, manuales y claves dicotómicas de se procedió a la identificación del orden, familia y género en la mayoría de los individuos colectados.

2.5 Análisis de datos

Los parámetros que se evaluaron en la comunidad de macroinvertebrados de la microcuenca de la quebrada Maníes fueron: Abundancia absoluta (Álvarez et al., 2004), Abundancia Relativa (Álvarez et al., 2004), Riqueza (Álvarez et al., 2004), Diversidad de Simpson (Álvarez et al., 2004), Gremio Trófico (Cummins, 1973) (Macroinvertebrates.Org, n.d), Curva de dominancia (Jennings et al., 2001), Estimador de Chao1 (Álvarez et al., 2004), Estimador de ACE (Colwell et al., 2004) Curva de dominancia (Jennings et al., 2001).

Índice BMWP/Col (Carrera y Fierro, 2001)

Tabla 3 | Clasificación según el índice BMWP/col. Adaptado de (Carrera & Fierro, 2001)

Clase	Rango	Calidad
I	>121	Muy buena
II	101-120	Buena
III	61-100	Aceptable
IV	36-60	Dudosa
V	16-35	Crítica
VI	< 15	Muy crítica

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) (Carrera y Fierro, 2001) (Tabla 4)

Tabla 4 | Calidad de agua según el índice ETP. Adaptado de (Carrera y Fierro, 2001)

Porcentaje EPT	Calidad del agua
75 – 100 %	Muy buena
50 – 74 %	Buena
25 – 49 %	Regular
0 – 24 %	Mala

Diversidad de Shannon (Álvarez et al., 2004) (Tabla 5)

Tabla 5 | Valores de la diversidad de Shannon. Adaptado de (Aguirre, 2013)

Rango	Diversidad
Entre 0 - 1,5	Baja Diversidad
Entre 1,6 – 3	Mediana Diversidad
Entre 3,1 – 5	Alta Diversidad

3. Resultados y discusión

3.1 Composición de macroinvertebrados

En cuanto a los datos obtenidos en los cuatro puntos de muestreo evaluados de manera cualitativa (red de patada, técnica manual) y cuantitativa (red de Surber), para la composición de macroinvertebrados se tomaron en cuenta los datos cuantitativos y para lacalidad de agua se tomaron en cuenta los datos cualitativos y cuantitativos.

Se registraron 27 géneros pertenecientes a 22 familias y 6 órdenes. De los 27 géneros registrados, el género Anchytarsus con 54 individuos fue el más representativo (**Tabla 6**), la mayor abundancia de individuos se concentró en el bosque y pastizal, mientras que en el dique no se registró ningún individuo., por otro lado, la mayor riqueza se localizó en la captación y pastizal (**Figura 1**).

Tabla 6 | Macroinvertebrados acuáticos recolectados en cada punto de muestreo

Orden	Familia	Género	Bosque	Captación	Pastizal
Coleóptera	*Dryopidae*	*Helichus*		3	
	Dytiscidae	*spp.*			1
	Elmidae	*Macronychus*	2	4	
		Microcylloepus			9
	Macrelmis	*Macrelmis*			1
	Psephenidae	*Psephenus*			1
		spp.			2
	Ptilodactylidae	*Anchytarsus*	27	17	10
Diptera	*Limoniidae*	*Hexatoma*		2	1
Ephemeroptera	*Ephemerellidae*	*Eurylophella*	1		
	Euthyplociidae	*spp.*			1
	Heptageniidae	*Heptagenia*		4	
	Leptophlebiidae	*Habrophlebia*	3	3	
	Naucoridae	*Pelocoris*		2	
Megaloptera	*Corydalidae*	*Nigronia*	1		
Odonata	*Coenagrionidae*	*Ischnura*		1	
		spp.		1	
	Gomphidae	*Ophiogomphus*		1	
	Libellulidae	*Libellula*			1
	Megapodagrionidae	*Megapodagrion*		1	
Plecóptera	*Perlidae*	*Acroneuria*			10
	Dipseudopsidae	*Phylocentropus*	1		
	Glossosomatidae	*Glossosoma*		1	
	Hydropsychidae	*Leptonema*	3		10
	Leptoceridae	*Atanatolica*			2
		Grumichella	15		6
		spp.		1	
	Total		53	41	55

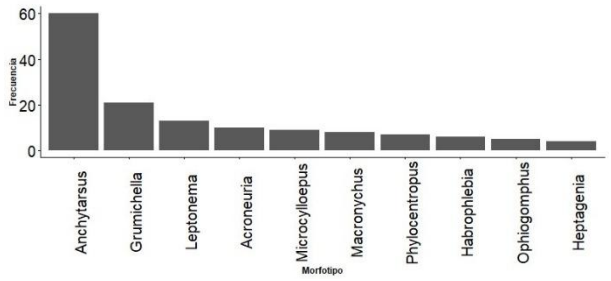


Figura 1 | | Riqueza de macroinvertebrados en la quebrada Maníes. Se presenta la abundancia de las 10 morfotipos más abundantes

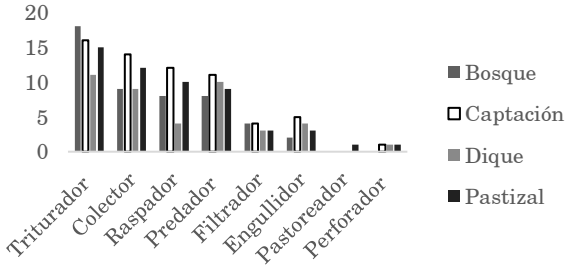


Figura 2 | Gremio trófico de acuerdo cómo los macroinvertebrados adquieren alimento.

3.2 Gremio Trófico

Para el análisis de los gremios tróficos se tomó en cuenta dos parámetros: el primero referente a como los individuos de los individuos colectados destaca que el gremio trófico Triturador predomina sobre los demás con un 29 %, seguido por los gremios Colector, Predador y Raspador con un 21 %, 18 % y 16 % respectivamente, el 16% restante, se reparte entre los gremios Filtrador, Engullidor, Perforador, Pastoreador así mismo el ultimo mencionado solo está presente en un solo género y en un solo sitio de muestreo (**Figura 2**).

Por otro lado, el segundo parámetro tomado en cuenta evidencia que el gremio dominante es Detritívoro con un 44 % seguido de los Carnívoros y Herbívoros con 27 % y 28 % respectivamente, el gremio Parásito solo cuenta con 1 genero, siendo el menos representativo (**Figura 3**).

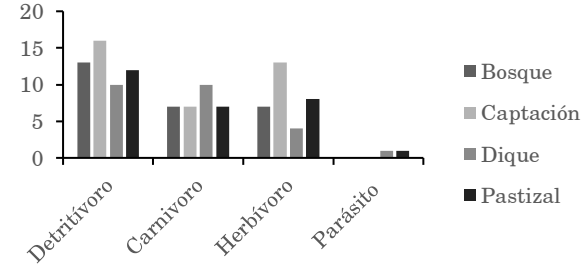


Figura 3 | Gremio trófico de acuerdo con que alimento consumen los macroinvertebrados.

3.3 Diversidad Alfa

Los resultados de los índices de diversidad son similares en los tres puntos de estudio con un índice de Shannon que va de 1,37 a 2,14, lo cual nos indica que los puntos tienen una diversidad de media a baja, siendo el pastizal el que presenta una mayor diversidad y el bosque el que presenta menor diversidad, en cuanto al índice de Simpson presenta una dominancia que va desde 0,65 a 0,85 siendo los valores más cercanos al uno los que presenten mayor dominancia, y por consiguiente, menos diverso, en este caso el punto que más se acerca al uno el Pastizal (**Tabla 7**).

Tabla 7 | Diversidad de macroinvertebrados en la quebrada los Maníes según los índices de Shannon -Weiner y Simpson.

Punto	Riqueza específica	Abundancia relativa (individuos)	Índice de Shannon-Weiner	Índice de Simpson	Interpretación
Bosque	8	53	1,374	0,651	Baja Diversidad
Captación	13	41	2,039	0,79	Mediana Diversidad
Pastizal	13	55	2,146	0,857	Mediana Diversidad

En cuanto al esfuerzo de muestreo si bien la curva de acumulación no llega a su asíntota, los datos colectados como la riqueza y abundancia son suficientes para caracterizar las zonas de muestreo y evaluar la composición de macroinvertebrados de las zonas.

3.4 Calidad de agua

Para evaluar la calidad del agua en la quebrada Maníes, se calculó el índice BMWP/col donde se evidencia que todos los puntos presentan una buena calidad de agua con valores de 122 en adelante lo cual se interpreta como aguas muy limpias (**Tabla 8**).

Tabla 8 | Calidad mediante el índice BMWP/col

Puntos de Muestreo	Valor del BMWP/col	Clase	Calidad	Interpretación
Bosque	143	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
Captación	150	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
Pastizal	122	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias
Dique	180	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias

Al calcular el índice EPT para cada uno de los puntos de muestreo, se encontró que en loa cuatro puntos la calidad del agua es regular, sin embargo, el punto del bosque está próximo a una buena calidad de agua (**Tabla 9**).

El estudio llevado a cabo en la microcuenca Maníes, obtuvo una abundancia de 1012 individuos con una riqueza de 149 géneros de macroinvertebrados, siendo Anchytarsus el más abundante (Carrera y Fierro, 2001) coloca a este género dentro de los que toleran la contaminación asignándole un 4 sobre una escala de 10, así pues, esta comunidad de macroinvertebrados presenta una gran abundancia y una alta tolerancia a contaminantes. Según Terneus et al., (2012), un sistema fluvial que presenta alteraciones en sus condiciones naturales debido a la contaminación refleja sus efectos a través de la estructura y composición de su biota acuática, lo que infiere que los organismos se han adaptado a fuentes de contaminación en su ecosistema.

Tabla 9 | Valores del índice ETP

Puntos de Muestreo	Valor del ETP	Porcentaje	Calidad
Bosque	142	44,97	Regular
Captación	79	rio,15	Regular
Pastizal	53	38,24	Regular
Dique	76	35,85	Regular

En el año de 2018 se llevó a cabo un monitoreo biótico para determinar la calidad ecológica de la reserva municipal de agua dentro del Pangui por parte de FORAGUA, con la finalidad de conocer el estado de los ecosistemas fluviales de la provincia de Zamora y Loja, uno de los parámetros evaluados dentro de la investigación fueron los macroinvertebrados acuáticos, por su sobresaliente desempeño como bioindicadores, ya que, su desarrollo depende de los sistemas fluviales (Carrera y Fierro, 2001); Figueroa et al., 2003; Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2014; Roldan, 1988). Los resultados denotaron una diversidad y abundancia baja, contrastando esta información el presente estudio obtuvo una abundancia y diversidad superior, esto podría ser consecuencia de un control más riguroso en cuanto a la ganadería y un proyecto de reforestación llevado a cabo en el año 2023 por parte del Gad Municipal El Pangui (2023), en la microcuenca muestreada, sin embargo, es necesario más estudios, para corroborar esta hipótesis.

De igual manera la calidad de agua obtenida en el estudio de 2018 mediante el índice BMWP/col fue de una calidad de agua regular, en cambio, el presente estudio obtuvo un BMWP/col que va de 122 a 180, según Carrera y Fierro, (2001) estos resultados representan una calidad de agua buena. Arroyo J. y Encalada, (2009), mencionan que el mejor índice para evaluar la calidad ecológica de un cuerpo de agua es el BMWP/col, ya que esta toma en cuenta cuan sensibles son los macroinvertebrados frente a contaminantes, así pues, existen familias más tolerantes que habitan ambientes contaminados y familias que al percibir alguna alteración de su habitad perecen (Carrera y Fierro, 2001; Roldan, 1988). Así mismo el índice ETP sigue la premisa sobre la sensibilidad a los contaminantes, pero en este caso solo toma en cuenta los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, los cuales son muy sensibles a la contaminación, pues requieren aguas con muy buena oxigenación (Klemm et al., 1990; Rincón., 2002).

Por otra parte, existen otros índices que también nos indican el estado de un sistema fluvial tomando en cuenta otros parámetros como son el gremio trófico, ya que entender la posición de los macroinvertebrados dentro de la dinámica de sus ecosistemas es esencial para poder avalar las investigaciones (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2014). Según Alonso y Camargo, 2005, existe una relación estrecha entre los organismos que consiguen su comida raspando el sedimento es decir raspadores y la eutrofización, ya que su crecimiento es directamente proporcional, así pues la presencia de mayor porcentaje de raspadores en un cuerpo de agua representa una evidente contaminación, con respecto al presente estudio el porcentaje de los macroinvertebrados raspadores fue del 16% lo cual nos indica que el cuerpo de agua no presenta un alto porcentaje de eutrofización. Dentro de la clasificación de gremios tróficos hay que tomar en cuenta también el tipo de alimento que consumen, bajo este contexto, el presente estudio evidencia que, en los sitios de muestreo, el gremio detritívoro es que el que más predomina, según (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, (2014), el gremio detritívoro está relacionado con ambientes que presentan una cobertura vegetal abundante y por ende aguas limpias(Carrasco et al., 2020); Jiménez et al., 2021).

4. Conclusiones

Mediante el presente estudio se logró determinar que la Quebrada Maníes cuenta con una buena calidad ecológica del agua, esto es un testimonio del valor de los macroinvertebrados como bioindicadores, ya que su presencia y diversidad reflejan directamente la salud del ecosistema acuático. Estos hallazgos subrayan la importancia de mantener y proteger nuestros recursos hídricos, así como la necesidad de seguir utilizando y perfeccionando estos métodos de evaluación para garantizar la conservación de nuestros ecosistemas acuáticos para las generaciones futuras.

Contribuciones de los autores

Frixon Adelmo Cordova Suconota: 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

Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la Biodiversidad*. https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf

Albuja, L., Ibarra, M., Urgilés, J., & Barriga, R. (1980). *Estudio preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos*. https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4798/1/Estudio%20Preliminar%20Vertebrados%201980.pdf

Alcaldía del Pangui. (2023). *Información sobre Cantón el Pangui*.

Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, *14*, 87–99. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54058837011

Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. M., & Héctor, V. (2004). *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. www.uaq.mx

Apolo, J. N. (2013). *Estudio De Impacto Ambiental Ex-Post Del Área Minera Chacra 1 (Código 500567), Parroquia Guaysimi, Cantón Nangaritza, Provincia De Zamora Chinchipe* [Tesis De Grado Previa La Obtención Del Título De Magister En Administración Ambiental, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11480/1/Tesis%20Maestrialista.pdf

Arroyo J., C., & Encalada, A. C. (2009). Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, *1*(1). https://doi.org/10.18272/aci.v1i1.4

Carrasco, C., Rayme, C., Alarcón, R. del P., Ayala, Y., Arana, J., & Aponte, H. (2020). Macroinvertebrados acuáticos en arroyos asociados con bofedales altoandinos, Ayacucho Perú. *Revista de Biología Tropical*, *68*(S2), S116–S161. https://doi.org/10.15517/rbt.v68iS2.44344

Carrera, Carlos., & Fierro, Karol. (2001). *Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia.

Colwell, R. K., Xuan Mao, C., & Chang, J. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. In *Ecology* (Vol. 85, Issue 10). www.google.com

Domínguez, E., & Fernández, H. R. (Hugo R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos : sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.

Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *76*(2). https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012

FORAGUA, F. R. del A. (2018). *Análisis del estado de diversidad de Fauna y calidad de agua según bioindicadores en el Área de Conservación Municipal del cantón El Pangui, provincia Zamora Chinchipe.* https://independent.academia.edu/CarlosNarvaezRomero

Gad Muncipal El Pangui. (2023). *El proyecto denominado "reforestar para respirar" arrancó en el cantón - Municipio El Pangui*. https://elpangui.gob.ec/el-proyecto-denominado-reforestar-para-respirar-arranco-en-el-canton/

González, R., Anzúlez, A., Vera, A., & Riera, L. (1997). *Manual de pastos para la Amazonía Ecuatoriana* (Vol. 33). Imprimax.

Gutierrez, I., & Becerra, P. (2018). Composición, diversidad y estructura de la vegetación de bosques ribereños en el centro sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, *39*(2), 239–253. https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000200239

Jennings, S., Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. C., & Warr, K. J. (2001). Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities. *Marine Ecology Progress Series*, *213*, 127–142. https://doi.org/10.3354/meps213127

Jiménez, R., Barnuevo, E., Timbe, B., & Astudillo, P. X. (2021). El uso de gremios tróficos en macroinvertebrados acuáticos como herramienta de monitoreo en los Altos Andes del Sur de Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, *7*(1), 310–317. https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1953891

Klemm, D. J., Lewis, P. A., Fulk, F., & Lazorchak, J. M. (1990). *Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters*.

Nugra, F., Segovia, E., Benítez, M. B., & Reinoso, D. (2016). *Guía metodológica para el biomonitoreo de Macroinvertebrados e Ictiofauna en la cuenca del río Napo*.

Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN* (Vol. 62). http://macrolatinos.ramirezlab.net/

Rebollo, S., & Gómez, A. (2003). Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Ecosistemas*, *XII*, 1–10. http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigacion7.htm

Reice, S., & Wohlenberg, M. (1993). Monitoreo de macroinvertebrados bentónicos de agua dulce y procesos bentónicos: medidas para la evaluación de la salud del ecosistema. *CHAPMAN AND HALL*, 287–305.

Rincón., M. E. (2002). Comunidad de insectos acuáticos de la quebrada Mamarramos (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:249532783

Roldan, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis."

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

Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Sierra-6/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificacion_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental/links/546a6c760cf20dedafd38870/Propuesta-Preliminar-de-un-Sistema-de-Clasificacion-de-Vegetacion-para-el-Ecuador-Continental.pdf

Terneus, E., Hernandez, K., & Racines, M. J. (2012). Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza – Ecuador. *Revista de Ciencias Universidad Del Valle*, 31–45.

Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., & Dobhal, R. (2020). Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. *American Journal of Water Resources*, *1*(3), 34–38. https://doi.org/10.12691/ajwr-1-3-3

UNESCO. (2003). *Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos*.

WHO, W. H. O. (2023). *Agua para consumo humano*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water