



Vol. 2 Num. 2 2024- <https://doi.org/10.61709/wcqfzb24>

Fecha de aceptación: Diciembre 2024 Fecha de recepción: Octubre 2024

CALIDAD DEL AGUA Y MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA QUEBRADA UCHPAS - SAN FRANCISCO DE CAYRÁN, HUÁNUCO, PERÚ

WATER QUALITY AND AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN THE CREEK UCHPAS - SAN FRANCISCO DE CAYRÁN, HUÁNUCO, PERÚ

Maribel Huatuco Lozano²  Carolay Morales Aguirre¹  Ronald Ortecho Llanos³ 

¹Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú

²Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú

³Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja, Pampas, Perú

Correspondencia:

Mag. Maribel Huatuco Lozano
mhuatuco@unfv.edu.pe

Como citar este artículo: Huatuco, M., Morales, C., & Ortech, R. (2024). CALIDAD DEL AGUA Y MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA QUEBRADA UCHPAS - SAN FRANCISCO DE CAYRÁN, HUÁNUCO, PERÚ. (n.d.). Revista De Investigación Científica Huamachuco, 2(2), 129-141. <https://doi.org/10.61709/wcqfzb24>

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua a través del análisis de la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos que integra el estudio de variables fisicoquímicas, para determinar el estado de salud del ecosistema acuático de la Quebrada Uchpas, ubicada en el distrito de San Francisco de Cayrán en el departamento de Huánuco. Para la recolección de datos, se establecieron siete estaciones de muestreo, donde se realizó un análisis físico-químico y microbiológico del agua cuyos parámetros fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), encontrándose que todos se situaron dentro de los límites aceptables para la Categoría 4 – Subcategoría E2. A partir del método de recolección manual y uso de la red tipo D, se identificaron 17 grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos destacando los *Coleóptera*, *Díptera*, *Trichoptera*, *Plecóptera* y *Ephemeroptera*. Con una puntuación del ABI = 86 la Quebrada Uchpas destaca significativamente por su buena calidad del agua en función de las estaciones de muestreo evaluadas y los grupos taxonómicos presentes.

Palabras clave: Estándares de Calidad Ambiental, *Plecóptera*, Índice Biótico Andino.

ABSTRACT

This research work aimed to evaluate water quality through the analysis of the diversity and abundance of aquatic macroinvertebrates that integrates the study of physicochemical variables, to determine the health status of the aquatic ecosystem of Quebrada Uchpas, located in the district of San Francisco de Cayrán in the department of Huánuco. For data collection, seven sampling stations were established, where a physical-chemical and microbiological analysis of the water was carried out, whose parameters were compared with the Environmental Quality Standards (ECA), finding that all were within the acceptable limits for



Category 4 - Subcategory E2. From the manual collection method and use of the type D net, 17 taxonomic groups of aquatic macroinvertebrates were identified, highlighting the *Coleoptera*, *Diptera*, *Trichoptera*, *Plecoptera* and *Ephemeroptera*. With an ABI score of 86, the Uchpas Creek stands out significantly for its good water quality based on the sampling stations evaluated and the taxonomic groups present.

Keywords: Environmental Quality Standards, *Plecoptera*, Andean Biotic Index.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos ofrecen agua para diversas actividades humanas y desempeñan funciones ecológicas esenciales, como la auto purificación del agua y el mantenimiento de hábitats para la fauna; en la actualidad están gravemente deteriorados debido a la extracción excesiva de agua y la contaminación procedente de áreas urbanas, agrícolas e industriales; situación que se agrava por el escaso conocimiento que tienen tanto los gestores como el público sobre la importancia y el funcionamiento de estos ecosistemas acuáticos (Encalada et al., 2011).

Calderón, (2004) indica que la calidad del agua es la composición de la misma que es afectada por la concentración y acumulación de sustancias generadas por procesos naturales (hidrología, fisicoquímica y biología de la masa de agua) y actividades antrópicas; siendo difícil consignar una definición precisa en vista a la complejidad de los factores que la determinan y a la variedad de variables que se utilizan para describir el estado de las masas de agua (Chapman, 1996).

En ese sentido, Hanson et al. (2010) señala que en el análisis de carácter físico y químicos de los ecosistemas acuáticos existen variables que son las más consideradas al momento de realizar el estudio de estos (temperatura ambiental y del agua, oxígeno disuelto, pH, nitrógeno, fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO).

En ese contexto, Roldán, (2016) manifiesta que la

evaluación de la calidad del agua se ha realizado de forma tradicional únicamente basándose en estudios fisicoquímicos y bacteriológicos; indicando que desde hace algunos años varios países han decidido incluir a las comunidades de macroinvertebrados como parámetros fundamentales para evaluar la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos.

Por tal motivo, en los últimos tiempos la calidad del agua es un aspecto trascendental en la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas acuáticos y en donde los macroinvertebrados desempeñan un papel fundamental como bioindicadores. En ese contexto, Vásquez & Medina, (2016), Roldán, (2016) y Rueda et al. (2013) indican que los macroinvertebrados acuáticos son organismos que incluyen insectos, crustáceos y moluscos; cuyas comunidades responden a variaciones en la calidad del agua, como la contaminación y los cambios en el hábitat; siendo estos que por su sensibilidad a los cambios ambientales en los sistemas acuáticos pueden ser utilizados, para evaluar la calidad del agua siendo indicadores efectivos de la salud de los ecosistemas acuáticos.

El uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua se inició hace más de 100 años en Europa y se ha convertido en una herramienta valiosa y de bajo costo utilizada globalmente. El liderazgo de los países de la Unión Europea en este proceso basado en implementación de metodologías con los macroinvertebrados ha permitido un conocimiento del estado ecológico de sus ecosistemas acuáticos que sirvió de base para elaborar planes para una sorprendente recuperación de éstos en los últimos veinte años (Roldán, 2003).



A diferencia de los análisis fisicoquímicos, que reflejan la calidad del agua en un momento específico, los indicadores biológicos permiten observar tendencias a lo largo del tiempo, facilitando comparaciones entre condiciones pasadas y presentes. Esto es especialmente útil para detectar eventos de toxicidad que las mediciones estándar podrían pasar por alto (Santamaría y Bernal, 2016).

En el biomonitoreo se utilizan principalmente los índices biológicos como el *Biological Monitoring Working Party* (BMWP) y el índice EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera*) que son herramientas usando macroinvertebrados ampliamente utilizadas, para evaluar la calidad del agua. El índice BMWP asigna puntajes a diferentes grupos taxonómicos según su tolerancia a la contaminación, proporcionando una medida cuantitativa de la calidad del agua (Rodríguez et al., 2021). Por su parte, el índice EPT se enfoca en la proporción de ciertos grupos de insectos que son sensibles a la contaminación, lo que permite inferir sobre la calidad del agua en términos de oxigenación y pureza (Acosta et al., 2019).

Asimismo, investigaciones realizadas con macroinvertebrados por Guareschi, (2015) y Rueda, (2015) en España; Liñero et al. (2016) en Ecuador; López et al. (2019) en Colombia; Changas et al. (2017) en Brasil; confirman la importancia del conocimiento sobre macroinvertebrados bentónicos que son utilizados para evaluar la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos, ya que estos organismos responden a las variaciones en las condiciones ambientales.

En el ámbito nacional destacan las investigaciones realizadas por Pimentel, (2014), Trama, (2014), Vásquez, (2014), Romero y Tarrillo, (2017) y Leiva, (2017), quienes evaluaron parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados en ecosistemas acuáticos vinculados al gaseoducto sur peruano, cultivos de arroz y humedales, así como en

diversos cursos de aguas de la zona andina del Perú, respectivamente; señalando la importancia del uso de los macroinvertebrados para la evaluación de la calidad de agua.

En tal sentido, el objetivo de este estudio en la Quebrada Uchpas fue evaluar la calidad del agua a través del análisis de la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos que integra el estudio de variables fisicoquímicas, para determinar el estado de salud del ecosistema acuático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La quebrada Uchpas es un afluente del río Higuera, cuyo nacimiento se localiza a una altitud aproximada de 3000 m.s.n.m.; el cauce de la quebrada Uchpas atraviesa el centro Poblado de San Juan de Miraflores, que forma parte del distrito de San Francisco de Cayrán, siguiendo la carretera Huánuco – La Unión. El área de estudio abarca la sección inferior de la microcuenca, extendiéndose aproximadamente dos km hasta su desembocadura en el río Higuera.

Se realizó un reconocimiento preliminar en el cauce de la quebrada Uchpas para identificar las estaciones de muestreo estratégicos para la recolección de macroinvertebrados acuáticos, análisis fisicoquímico y microbiológico del agua. Las estaciones de muestreo (Tabla 1) se ubicaron en lugares de fácil acceso, haciendo que el recojo de las muestras de agua y macroinvertebrados acuáticos presentes en el ecosistema acuático no se vean afectadas.

TABLA 1

Estaciones de muestreo de macroinvertebrados, parámetros fisicoquímico y microbiológico del agua en la Quebrada Uchpas

Estación de muestreo	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)	Observación
	Este	Norte		
EM 01*	18 L 0353320	8901906	2143	Parte baja
EM 02	18 L 0353273	8902031	2145	Parte baja
EM 03	18 L 0353245	8902076	2140	Parte baja
EM 04*	18 L 0353174	8902167	2130	Población cercana
EM 05	18 L 0353020	8902224	2112	Población cercana
EM 06	18 L 0352957	8902367	2093	Parte baja
EM 07*	18 L 0352844	8902587	2052	Desembocadura

Nota: * Estaciones de muestreo donde se midió el caudal y toma de muestras para el análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Medición de caudal

El caudal en la quebrada Uchpas fue medido por el método del flotador siguiendo los lineamientos descritos en el manual de medición de agua (MINAGRI, 2015). Se seleccionaron las estaciones de muestreo EM 01, EM 04 y EM 07, para la medición del caudal. Este proceso consistió en identificar una sección de al menos 10 m de longitud, la cual se dividió en tres partes: inicial, media y final. En cada una de estas secciones, se registró la profundidad media en relación con el ancho del cauce. Además, se documentaron datos relevantes como el tiempo y la distancia recorrida durante la medición.

Para el cálculo del caudal se utilizó la fórmula

$$Q = FC \times A \times (L/T)$$

Donde :

Q = caudal en m³ /s,

L = longitud entre el punto A y B (m),

A = área en m²

T = tiempo promedio (seg),

Fc = factor de corrección. El valor de Fc fue establecido en 0,25 seleccionado de acuerdo con el tipo de río o canal (canales de tierra profundidad

del agua < 15 cm.) y a la profundidad de este.

Análisis fisicoquímicos y microbiológico

El recojo de las muestras de agua para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en la EM 01, EM 04 y EM 07 que son el punto inicial, medio y final de la quebrada Uchpas. Los parámetros analizados *in situ* incluyeron: temperatura, conductividad eléctrica y pH. Por otro lado, los parámetros determinados *ex situ*, que abarcan la demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitrito, nitrato, coliformes totales y bacterias heterotróficas, fueron evaluados en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad de Huánuco.

Muestreo de macroinvertebrados

Se empleó el método de recolección manual y red tipo D (Acosta et al., 2009; Encalada et al., 2011), los cuales están validados y son sugeridos en el protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S).

La recolección manual consistió en levantar rocas, piedras, ramas sumergidas y troncos en cuya superficie se encuentran numerosos

macroinvertebrados adheridos. Los organismos deben ser tomados con pinzas de aluminio u otro material suave o con la ayuda de pinceles con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos recolectados. El material se guarda directamente en frascos pequeños con alcohol al 70 %. Esta práctica debe repetirse muchas veces hasta cubrir un área que se considere representativa (10 a 15 m²) y el esfuerzo de muestreo se considera suficiente cuando comienzan a aparecer de manera repetitiva los mismos organismos.

La red tipo D es utilizada para hacer un “barrido” a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas). El material recolectado se vació sobre un cedazo, o simplemente sobre una red, para lavar el exceso de lodo o arena, luego se guardó en una bolsa plástica o un recipiente de plástico con alcohol al 70 %, para ser examinado posteriormente en el laboratorio.

Los macroinvertebrados recolectados se preservaron en alcohol etílico al 70 %, en una cantidad adecuada para cubrir completamente las muestras. Para ello, se utilizaron frascos estériles de 100 mL, los cuales fueron debidamente etiquetados con información relevante, incluyendo la localidad, cuenca, fecha y hora de recolección. Esta meticulosa identificación y manejo en el laboratorio garantizan la integridad de las muestras para futuros análisis.

Análisis de los datos

Se desarrolló una matriz de datos en una hoja de cálculo que facilitó el cálculo del Índice Biótico Andino (ABI), una herramienta esencial para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos en la región andina. Este índice se construye asignando valores numéricos que oscilan entre 1 y 10 a cada familia

de organismos registrada durante el muestreo, en función de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor 1 se asigna a las familias más tolerantes, mientras que el valor 10 corresponde a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias identificadas en un sitio específico proporciona el puntaje total del ABI, que actúa como un indicador de la calidad del agua en ese lugar (Ríos et al., 2014).

La puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) proporciona una evaluación de la calidad del agua basada en la presencia de macroinvertebrados acuáticos. Los rangos de este índice son los siguientes: *muy buena*: cuando el índice ABI es mayor a 96; *buena*: cuando el índice ABI se encuentra entre 59 y 96; *regular*: cuando el índice ABI se encuentra entre 35 y 58, y *mala*, cuando el índice ABI es menor que 35.

La principal ventaja del índice ABI es su capacidad para utilizar los macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua, basándose en información taxonómica a nivel de familia. Este índice es particularmente relevante para las zonas andinas, situadas a altitudes superiores a 2000 m s.n.m. Además, solo requiere datos cualitativos (presencia o ausencia de familias), lo que lo convierte en una alternativa económica y sencilla que demanda poca inversión de tiempo (Roldán, 2003).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se observa que el caudal es superior en la EM 04 con un valor de 0,054 m³/s y en relación con el pH, todos los puntos muestran un valor cercano al promedio de 8,4. En lo referente a la temperatura, la EM 07 presenta una temperatura más alta, debido a que es el menor nivel altitudinal de la Quebrada Uchpas y con relación a la conductividad eléctrica en la EM 07 se registra un valor de 186,0 µS/cm.



TABLA 2*Caudal y parámetros físicos in situ en las estaciones de muestreo de la Quebrada Uchpas*

Estación de muestreo	Caudal m ³ /s	pH	Temp °C	Conductividad Eléctrica (μS/cm)
EM 01	0,020	8,3	15,0	150,0
EM 04	0,054	8,3	15,0	165,0
EM 07	0,013	8,5	18,4	186,0
Promedio	0,029	8,4	16,1	167,0
Desviación estándar	0,022	0,1	2,0	18,1

En la Tabla 3 se registran los rangos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el oxígeno disuelto (6,79 - 6,55 mg/L), demanda química de oxígeno (6,00 - 10,00 mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (3,50 - 6,00 mg/L), turbiedad (3,0 - 3,0). Es importante señalar que no se detectó nitratos y nitritos en las muestras

analizadas. Al comparar estos parámetros con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de Categoría 4 - Subcategoría E2, se advierte que las muestras analizadas cumplen con los estándares establecidos para la calidad del agua, tanto en términos fisicoquímicos como microbiológicos.

TABLA 3*Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados ex situ de las estaciones de muestreo en la Quebrada Uchpas*

Parámetros	Estación de Muestreo			
	EM 01	EM 04	EM 07	
Fisicoquímico	Oxígeno disuelto (mg/L)	6,55	6,79	6,66
	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	7,00	6,00	10,00
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	4,00	3,50	6,0
	Nitratos (mg/L)	n.d.*	n.d.	n.d.
	Nitritos (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.
	Turbiedad (NTU)	3,00	3,50	3,20
	Microbiológico	Coliformes totales (UFC/100 mL)	0	1x10 ²
Bacterias heterotróficas (UFC/ mL)		3x10 ⁴	3x10 ⁴	3.5 x10 ⁴

Nota: * n.d. = no detectado

En la Tabla 4 se presenta un análisis de la diversidad biológica, medida a través de la riqueza de grupos taxonómicos, que arroja un total de $S=17$ y se registró una abundancia total de 3564 macroinvertebrados acuáticos en la Quebrada Uchpas. Entre estos, las familias más representativas fueron *Perlidae*, *Staphylinidae* y *Simulidae*, con 971, 183 y 2170 individuos respectivamente. Por otro lado, los grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos menos numerosos fueron *Oligochaeta* y *Gyrinidae*, cada uno con un solo individuo

registrado. Del mismo modo, el Orden *Diptera* con 2305 individuos representa el 64,67 % de la abundancia de macroinvertebrados acuáticos en la Quebrada Uchpas.

Este análisis resalta no solo la riqueza taxonómica del ecosistema acuático en estudio, sino también la notable predominancia de ciertos grupos taxonómicos dentro de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

TABLA 4

Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en la Quebrada Uchpas

Clase / Orden	Familia	Puntaje ABI	Estación de Muestreo							Abundancia
			EM 01	EM 02	EM 03	EM 04	EM 05	EM 06	EM 07	
Oligochaeta		1					1			1
Gastropoda	Physidae	3						7		7
	Limnaeidae	3						3		3
Ephemeroptera	Baetidae	4	2		7	2	5	4	2	22
	Leptophlebiidae	10	12	1		4		3	3	23
Plecoptera	Perlidae	10	64	14	49	159	312	269	104	971
Trichoptera	Hydrobiosidae	8	2	3		1	1			7
	Hydropsychidae	5	3	4	5	2	1	2	2	19
Coleoptera	Staphylinidae	3	148	9	6	2	10		8	183
	Gyrinidae	3		1						1
	Dytiscidae	3	1	3	7	4	1			16
	Hydraenidae	5	3	1	1		1			6
Díptera	Blepharoceridae	10	10	8	3		18	4	7	50
	Simulidae	5	304	366	281	279	307	523	110	2170
	Tipulidae	5	1	20	5	5	13	10	4	58
	Ceratopogonidae	4					2	15		17
	Empididae	4	1	4	1			1	3	10
Abundancia			551	434	365	458	672	841	243	3564

En la Tabla 5 se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos en la calidad del agua que incluye las puntuaciones del Índice de Calidad del Agua (ABI) para diferentes estaciones de muestreo. Las EM 01 (ABI = 72), EM 02 (ABI = 71), EM 05 (ABI = 63) y EM 06 (ABI = 63) tienen una calidad de agua buena y las EM 03 (ABI = 51), EM 04 (ABI = 53) y EM 07 (ABI = 56) tienen una calidad de agua regular. Con una puntuación de ABI = 86 la Quebrada Uchpas destaca significativamente por su buena calidad del agua, lo que la convierte en un recurso valioso para la comunidad y sugiere un ecosistema acuático saludable.

TABLA 5

Calidad del agua mediante la aplicación del Índice Biótico Andino (ABI) en la Quebrada Uchpas.

Estación de Muestreo	Puntuación ABI	Calidad del Agua
EM 01	72	Buena
EM 02	71	Buena
EM 03	51	Regular
EM 04	53	Regular
EM 05	63	Buena
EM 06	63	Buena
EM 07	56	Regular
Quebrada Uchpas	86	Buena

DISCUSIÓN

En la Quebrada Uchpas el caudal más alto se presentó en la EM 04, con un valor de 0,054 m³/s., ya que el caudal es un indicador importante de la salud del ecosistema acuático, un caudal elevado puede sugerir una buena circulación del agua, lo que es beneficioso para la oxigenación y la distribución de nutrientes. En cuanto al pH, todos los puntos de muestreo muestran valores cercanos a un promedio de 8,4. Este rango es generalmente considerado adecuado para la vida acuática, ya que valores entre 6 y 9 son óptimos para la mayoría de las especies (Saalidong et al., 2022).

En relación con la temperatura registrada en la EM 07 es notablemente más alta, lo cual se atribuye a su ubicación en el menor nivel altitudinal de la Quebrada Uchpas. La temperatura del agua influye directamente en su calidad y en los procesos biológicos que ocurren dentro de ella y un aumento

en la temperatura puede afectar la solubilidad del oxígeno y, por ende, el bienestar de los organismos acuáticos.

Por otro lado, la conductividad eléctrica en la EM 07 se registra en 186,0 μ S/cm y este valor indica una concentración significativa de iones disueltos en el agua. La conductividad es un parámetro clave para evaluar la calidad del agua, ya que está relacionada con la presencia de sales y otros contaminantes y un aumento en la conductividad puede ser indicativo de una mayor carga orgánica o contaminación (Teves, 2023).

De acuerdo con el análisis de los parámetros físicoquímicos los rangos de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y turbiedad se encuentran dentro de los estándares aceptables. En

tal sentido, el oxígeno disuelto oscila entre 6,79 y 6,55 mg/L; mientras que, la DQO varía entre 6,00 y 10,00 mg/L, y la DBO entre 3,50 y 6,00 mg/L, siendo estos valores indicativos de que el agua analizada tiene una calidad adecuada para su uso en diversas aplicaciones (Díaz et al., 2020).

Un hallazgo notable es la ausencia de nitratos y nitritos en las muestras analizadas. Esto es significativo, porque estos compuestos son indicadores de contaminación por actividades agrícolas o industriales. La presencia de nitratos y nitritos en el agua puede tener efectos adversos en la salud humana, como la metahemoglobinemia o “síndrome del bebé azul” (Fernández y Solano, 2005). Por lo tanto, su no detección sugiere que las fuentes de contaminación están controladas o son mínimas en el área estudiada.

Al comparar los resultados cumplen con los requisitos establecidos, siendo esto crucial para asegurar que el agua sea segura de los parámetros fisicoquímicos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de Categoría 4 – Subcategoría E2, se infiere que las muestras para el consumo humano y otros usos. La calidad del agua no solo afecta la salud pública, sino también los ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de ella (Brousett, 2018).

La riqueza taxonómica observada en la Quebrada Uchpas es indicativa de un ecosistema acuático saludable y la presencia de 17 grupos taxonómicos sugiere un hábitat diverso que puede soportar diferentes especies. Los resultados son consistentes con estudios previos que han documentado la importancia de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua y la salud del ecosistema (Barba et al., 2013; Figueroa et al., 2007). En particular, el predominio del orden Diptera, especialmente la familia *Simulidae* con 2170 individuos, resalta su rol crucial en el ecosistema acuático, donde se ha observado que

este grupo puede representar hasta el 79,56 % (Roldán, 2016).

La predominancia de Diptera es un fenómeno común en cuerpos de agua con alta carga orgánica, lo cual ha sido documentado en diversas investigaciones (Giraldo et al., 2014; Iñiguez-Armijos et al., 2014; Villamarín Flores, 2012) y la alta abundancia de *Simulidae* también puede estar relacionada con su capacidad para adaptarse a condiciones cambiantes y su rápida reproducción.

La diversidad y abundancia observadas en la Quebrada Uchpas no solo reflejan la riqueza biológica del área, sino que también tienen implicaciones significativas para la gestión ambiental. La presencia de familias como Perlidae y Staphylinidae indica un ecosistema relativamente saludable, ya que estos grupos suelen asociarse con aguas limpias y oxigenadas (Walteros et al., 2008). Sin embargo, el hecho de que Oligochaeta y Gyrinidae sean escasos, podría sugerir una posible alteración en el hábitat o cambios en las condiciones ambientales que deben ser monitoreados.

La Quebrada Uchpas se destaca notablemente con un ABI de 86, lo que sugiere una calidad del agua excelente y un ecosistema acuático saludable. Este hallazgo es significativo, ya que implica que la quebrada no solo es un recurso valioso para la comunidad local, sino que también puede ser un indicador de la salud ecológica del área. Los macroinvertebrados son particularmente útiles en este sentido porque su presencia y diversidad pueden reflejar condiciones ambientales pasadas y actuales (Palomino, 2018; Roldán, 2003).

El uso de macroinvertebrados como bioindicadores permite no solo evaluar la calidad del agua en un momento dado, sino también entender las tendencias a largo plazo en la salud del ecosistema acuático. La sensibilidad de diferentes grupos de macroinvertebrados a contaminantes específicos

significa que su monitoreo puede proporcionar información valiosa sobre el impacto humano en los cuerpos de agua (Bonada et al., 2006).

CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos analizados y la ausencia de nitratos y nitritos indican que la calidad del agua en la Quebrada Uchpas es óptima para sustentar la vida acuática.

La riqueza taxonómica observada y el predominio significativo del orden Diptera, especialmente de la familia *Simuliidae*, sugiere que el ecosistema acuático es diverso y saludable.

La presencia de familias como Perlidae y Staphylinidae, que se asocian con aguas limpias y oxigenadas, resalta la necesidad de monitorear continuamente las condiciones ambientales para prevenir alteraciones que puedan afectar a estos organismos y, por ende, a la salud del ecosistema acuático.

La calidad del agua y la diversidad biológica observadas en la Quebrada Uchpas no solo reflejan un ecosistema saludable, sino que también tienen implicaciones significativas para la gestión ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, J., Paredes, M., & Medina, J. (2019). Evaluación de macroinvertebrados como indicadores biológicos. *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 123-135.

Acosta, R., Rieradevall, M., Ríos, B., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas de Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64. DOI:10.23818/limn.28.04

Barba, J., Lanza, J., Ramos, M., & González, A. (2013). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en

quebradas andinas. *Revista Biología Tropical*, 67(4), 861-874.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 16(4), 343-366. doi: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151124.

Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (2018). Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_abstract

Calderón, J. (2004). *Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada Carracá del municipio de los Santos departamento de Santander*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/16669>

Chagas, F., Rutkoski, C., Betiati, G., Leal, G., Hartmann, P., & Hartmann, M. (2017). Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 12(3), 416-425. doi:10.4136/ambi-agua.2015.

Chapman, D. (1996) *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2nd Edition, Chapman and Hall Ltd., London, 651.

Díaz, L., Tarrillo, R., & Campos, A. (2020).



- Caracterización y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada Colpamayo, Chota. *Revista Ciencia Norandina*, 3(1), 13–23. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p13>
- Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos, B., García, N., & Prat, N. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). USFQ, UB, AECID, FONAG. Quito. 83 pp.
- Fernández, N. & Solano, F. (2005). Índices de Calidad de Agua e Índices de Contaminación. Universidad de Pamplona, Colombia, 310 p.
- Figuroa, R., Palma, A., Ruiz, V., & Niell, X. (2007). Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80(2), 225-242. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200008>
- Giraldo, L., Chará, J., Zuñiga, M., Chará, A., & Pedraza, G. (2014). Agricultural land use impacts on aquatic macroinvertebrates in small streams from La Vieja river (Valle del Cauca, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62(S2), 203-19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25189079/>
- Guareschi, S. (2015). Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos y sus hábitats en la península ibérica. *Ecosistemas*, 24(1): 115-118. DOI:10.7818/ECOS.2015.24-1.19
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Capítulo 1. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 3-37. <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i4.20080>
- Iñiguez, C., Leiva, A., Frede, H., Hampel, H., & Breuer, L. (2014). Deforestation and Benthic Indicators: How Much Vegetation Cover Is Needed to Sustain Healthy Andean Streams? *PLoS ONE* 9(8): e105869. doi: 10.1371/journal.pone.0105869.
- Leiva, D. (2017). Ensamblaje de Macroinvertebrados Acuáticos y su relación con parámetros fisicoquímicos en la determinación de la calidad de agua de la microcuenca Atué, del distrito de Leymebamba, Chachapoyas, Perú. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Liñero, I., Balarezo, V., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C., Muzo, R., & Calva, C. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8 (1), 68-75. DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v8i1.1225>
- López, S., Huertas, D., Jaramillo, Á., Calderón, D., & Díaz, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 269-288. <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281>
- MINAGRI. (2015). Manual N° 5 Medición de Agua. Serie Manuales: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego – DGIAR. Lima.
- Palomino, P. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Anales Científicos*, 79(2), 298-307. <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>
- Pimentel, H. (2014). Análisis desde la perspectiva de los índices Bióticos, ECA -Agua y Manejo Adaptativo usando Macroinvertebrados Bentónicos en ríos Altoandinos – Camisea 2009-2012. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Ríos, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 249-273. doi: 10.15517/rbt.v62i0.15791.
- Rodríguez, A., Roldán, J., & Bopp, G. 2021. Macroinvertebrados bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La Libertad-Perú. *REBIOL*, 41(1): 91-101. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3609/4352>
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia - uso del método BMWP/Col. Medellín- Colombia*. Universidad de Antioquia. https://books.google.co.ve/books/about/Bioindicaci%C3%B3n_de_la_calidad_del_agua_en.html?id=ZEjgIKZTF2UC&redir_esc=y
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254–274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>.
- Romero D., & Tarrillo, H. (2017). *Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca, durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Lambayeque]. <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/97>
- Rueda, J., Mesquita, F., Valentín, A., & Dies, B. (2013). Inventario de los macroinvertebrados acuáticos del “Ullal de Baldovi” Sueca, Valencia, España) tras un programa de restauración. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica*, 107,57-65. <https://conservationevidencejournal.com/individual-study/10973>
- Saalidong, B., Aram, S., Out, S., & Lartey, P. (2022) Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *PLoS ONE*, 17(1), e0262117. doi: 10.1371/journal.pone.0262117.
- Santamaría, E. E., & Bernal Vega, J. A. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, provincia de Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia Vol. 18 N° 1*.
- Teves Ponce, L. M. (2023). Comportamiento espacio temporal de índice de calidad del agua en la Cuenca del río llave. *Revista de Investigaciones*, 12(3), 159-170.
- Trama Florencia, A. (2014). Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del bajo Piura. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vásquez Valerio, M., & Medina Tafur, C. A. (2016). Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014. *REBIOL*, 35(2), 75-89
- Villamarín Flores, C. P. (2012). Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Walteros Rodríguez, J. M., Castaño Rojas, J. M., & Marulanda Gómez, J. H. (2016). Ensamble de

macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca Dalí-Otún, Departamento de Risaralda, Colombia. *Hidrobiológica*, 26(3), 359-371.

