



LA BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LOS RÍOS DE JUNÍN

Macroinvertebrates biodiversity as indicators of water quality
in the rivers of Junín

Katerine Canchapoma Palomino¹, Kevin Casas Soto¹, Aracely Palacin
Oscanoa¹, Diana Rojas Vilcahuaman¹, Isis Vargas Echevarria¹

¹ Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental,
Universidad Continental
Correo electrónico: 47698933@continental.edu.pe

Resumen. La presente investigación tuvo como objetivo analizar la biodiversidad de macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua en los ríos de Junín. Para evaluar la calidad de agua de los tres sitios de muestreo: río Añaspuquio, río Yaropouquio y río Loma Chacachimpa, ubicados en el distrito de Junín, provincia de Junín, se calculó el índice biótico EPT. En el sitio 1 y 3 la calidad de agua es regular, con puntajes de 26 y 23, respectivamente, la calidad de agua en el sitio 2 es mala, tiene un puntaje de 20 [1]. Según el Índice Biológico Hilsenhof, en los sitios 1 y 2 la calidad de agua es media, con un grado de contaminación orgánica media probable, y en el sitio 3 la calidad de agua es buena con un grado de contaminación orgánica alta considerablemente probable. Se evaluó el porcentaje del índice de EPT, que contempla, principalmente, a las poblaciones de *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Trichóptera*, consideradas como indicadores de aguas limpias; en el sitio 1 el porcentaje fue de 36,45 %, hecho que determina que las aguas son moderadamente limpias; en el sitio 2 de 0 %, lo que determina que las aguas no son limpias y en el sitio 3 fue de 67,96 %, lo cual nos indica que el agua es limpia.

Palabras clave: Macroinvertebrados, ríos, recursos hídricos, calidad del agua.

Abstract. The present research had as objective analyze the biodiversity of macroinvertebrates as indicators of water quality in the rivers of Junín. In order to evaluate the water quality of the three sampling sites, the Añaspuquio, Yaropouquio and Loma Chacachimpa rivers, located in the district of Junín, province of Junín, it was calculated the EPT biotic index where it was found that in the Site 1 and 3 the water quality is regular with scores of 26 and 23 respectively, for the 2 site the water quality is poor with a score of 20 [1]. As for the water quality assessment according to the Hilsenhof Biological Index Sites 1 and 2 water quality is mean with a mean probably degree of organic contamination. And site 3 water quality good with substantially high degree of organic contamination. The EPT % index was evaluated, which mainly considers the populations of *Ephemeroptera*, *Plecóptera* and *Trichóptera*, which are considered of the class as indicators of clean waters and at site 1 the percentage was of 36,45% which determines us That the water is moderately clean, site 2 was 0 % which determines that the poorly clean water and site 3 was 67.96 % which determine the water is clean.

Keywords: Macroinvertebrates, rivers, water resources, water quality.



I. INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos acuáticos ha sido motivo de preocupación de las sociedades humanas en las últimas décadas. Por esta razón, existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas acuáticos y estudiar sus cambios en el tiempo, mediante criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas.

A finales de la década de 1970, los análisis químicos fueron los métodos más usuales para evaluar la calidad de agua, aunque no eran tan eficaces para detectar cambios en las condiciones naturales de los ríos cuando son el resultado de perturbaciones no puntuales de origen difuso. Ante esta situación, se decide recurrir a los métodos biológicos, cuyo uso en el monitoreo de los cuerpos de agua ha tenido un gran auge en las dos últimas décadas, convirtiéndose en una herramienta valiosa [2].

La bioevaluación de las aguas se fundamenta en la capacidad natural que tiene la biota de responder a los efectos de perturbaciones eventuales o permanentes. En términos generales, se puede decir que la biota acuática cambia su estructura y funcionamiento al modificarse la condición ambiental de su hábitat natural. De modo que es posible usar algunas características o propiedades estructurales y funcionales de los diferentes niveles de organización biológica para evaluar en forma comparativa el estado de la biota acuática, cuya condición es reflejo del estado ecológico del cuerpo de agua [3].

El uso de macroinvertebrados acuáticos (MAIA) constituye hoy en día una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua. Es necesario, para un adecuado control y conservación de un ecosistema que «un especialista del agua (ecólogo acuático), que al igual que un especialista clínico, conozca los métodos y los equipos que le permitan hacer una evaluación más certera del cuerpo en estudio» [4].

II. OBJETIVO

Objetivo principal

Analizar la biodiversidad de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en los ríos de Junín.

Objetivos específicos

- Identificar las familias de macroinvertebrados en los ríos del distrito de Junín.
- Señalar los parámetros de calidad de agua en los ríos del distrito de Junín.
- Identificar las amenazas de contaminación de los ríos en el distrito de Junín.

III. METODOLOGÍA

Se utilizó el método descriptivo para efectuar la investigación, asimismo se hizo la revisión bibliográfica de las *Guías de macroinvertebrados*, los *Protocolos de muestreo* y la *Guía de Bioindicadores de Quillcay* [5] con el fin de conocer los antecedentes previos. Las variables físico-químicas *in situ* analizadas para cada punto de muestreo son la temperatura, el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto; además se tomaron muestras de agua en cada estación para analizarlas en el laboratorio y determinar los sólidos totales.

La investigación se efectuó en tres puntos: el primero en el río Añaspuquio, a una altura de 4125 msnm; el segundo en el río Yaropuquio, ubicado a una altura de 4141 msnm, y el tercero en el río Loma Chacachimpa, a una altura de 4127 msnm. En los tres lugares la vegetación ribereña está compuesta por ichus (*Stipa ichus*).

También se han realizado las siguientes actividades: Reconocimiento del área de trabajo, uso de los trajes adecuados para ingresar al río, ubicar los 100 m de transepto para el muestreo, tomar 11 muestras aleatorias a contra corriente en el transepto elegido con una red surber, poner cada muestra dentro de un balde con agua (1 balde para las 11 muestras), tamizar las muestras del balde y poner en bolsas herméticas con alcohol al 90 %, vaciar el contenido de la muestra en la bandeja de clasificación cuadrículada, separar las familias y contar la cantidad de individuos y anotarlos para registrar una base de datos.

Se conservó a los individuos en frascos de vidrio con alcohol al 90 %, luego se asignó las puntuaciones del *Andean Biotic Index* (ABI) [1] para las familias de macroinvertebrados acuáticos de los Andes tropicales, distribuidos desde los 2000 msnm hasta el límite con las nieves perpetuas. Se calculó el índice de riqueza ETP (*Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera*).

IV. RESULTADOS

Análisis de macroinvertebrados por zonas estudiadas

El uso de los bioindicadores a nivel de comunidad requiere la transformación de los datos (presencia o abundancia de los diferentes taxones) en alguna expresión sintética de los mismos, como el número total de taxones o la diversidad, entre otras. A estas expresiones se les llama comúnmente métricas y pueden ser cualitativas (por ejemplo, número total de taxones) o cuantitativas. Esta última categoría incluye a las que usan datos semicuantitativos (como, por ejemplo, rangos de abundancia o la abundancia relativa) o las que operan con datos de abundancia absoluta (como individuos por metro cuadrado o individuos recolectados por unidad de tiempo [6]).

La mayor parte de las métricas aplicadas al estudio de los macroinvertebrados utilizan como factor clave la tolerancia de los diferentes taxones a una perturbación determinada, normalmente la contaminación orgánica. De este modo, la relación entre el número de organismos tolerantes a la contaminación y los intolerantes a ella es un recurso habitual en las métricas usadas.

Además de las métricas que miden características estructurales, también es posible obtener datos de la funcionalidad de la comunidad de organismos, de manera que podamos derivar características del sistema relacionadas con la perturbación que estudiamos. Por ello, un buen equilibrio entre calidad de los resultados y tiempo requerido para obtenerlos se da utilizando como nivel taxonómico la familia y el orden. Por lo tanto, su uso a este nivel es el que se recomienda en muchos de los protocolos de estudio de los países que los utilizan como indicadores de calidad biológica de forma reglamentada [1].

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan los sitios muestreados, se clasifican a los organismos por orden, familia, cantidad y su sensibilidad o tolerancia a la contaminación.

Se encontró un total de 91 macroinvertebrados en los 3 ríos. En el sitio 1 se halló la mayor cantidad de especímenes: 32 macroinvertebrados y 22 del orden Trichoptera.

Tabla 1. Diversidad y cantidad de macroinvertebrados encontrados en Añaspuquio-SHCH

Orden	Familia	Cuenta
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaleilidae</i>	5
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	22
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	1
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	1
<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	2
<i>Haplotaxida</i>	<i>Aelosomatidae</i>	1

Tabla 2. Diversidad y cantidad de macroinvertebrados encontrados en Yaropuquio-SHCH

Orden	Familia	Cuenta
<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaleilidae</i>	7
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	1
<i>Haplotaxida</i>	<i>Aelosomatidae</i>	3
<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeridae</i>	14
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	2

Tabla 3. Diversidad y cantidad de macroinvertebrados encontrados en Loma Chacachimpa

Orden	Familia	Cuenta
<i>Basommatophora</i>	<i>Planorbidae</i>	12
<i>Hemiptera</i>	<i>Corixidae</i>	10
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	1
<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeridae</i>	1
<i>Trichoptera</i>	<i>Hydroptilidae</i>	8

El orden *Trichoptera* se divide en tres subórdenes: *Annulipalpia*, *Spicipalpia* e *Integripalpia*. Los nombres de estos subórdenes hacen referencia a caracteres relacionados con las partes bucales de los adultos, los cuales son diagnósticos para las familias. Sin embargo, también se pueden encontrar diferencias entre las larvas y sus construcciones a nivel de suborden. Los *Annulipalpia* comprenden familias con larvas que se movilizan ágilmente, mediante el uso de propatas anales bien desarrolladas y que construyen refugios fijados al sustrato (Familias *Ecnomidae*, *Hydropsychidae*, *Philopotamidae*, *Polycentropodidae* y *Xiphocentronidae*) [6].

Los *veneroidea* generalmente viven en aguas frías, a una temperatura menor de 10 °C, oxigenados con una saturación mayor de 70 % y de baja turbidez. Se les distingue por el discoide u oval (altura de 3,2 mm de longitud y 4 mm), su borde delantero corto



y bajo, la espalda alta y truncada; los umbones redondeados e inflados antes de la mitad de longitud; presencia de lino relativamente delgada; periostraco translúcido de color marrón claro y finamente plisado; internamente sus puntos (puntuaciones) son negros ligeramente violáceos o diseñados, distribuido solo o agrupado en parches más grandes, generalmente se encuentran en la región distal de umbones, que puede ser visto por transparencia fuera de la cáscara, especialmente en especímenes juveniles. Este macroinvertebrado presenta mayor sensibilidad a aguas contaminadas [5].

En Loma Chacachimpa (sitio 3) se encontraron 42 macroinvertebrados y 12 del orden *Basommatophora*, organismos característicos de aguas moderadamente contaminadas. Esta especie vive en lugares fríos, como altiplanos y lagunas. Las medidas de los *Basommatophora* son en mm, su color es un café translúcido; tienen una abertura oval redondeada, casi no desviada del plano de la espira y sutilmente más ancha que alta, con bordes de la abertura cortante [5].

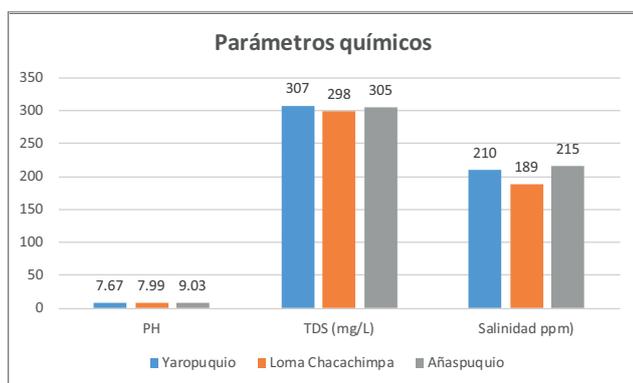


Gráfico 1. Parámetros químicos por lugar

V. CALIDAD DE AGUA

Mediante el índice biótico EPT, se evaluó la calidad de agua de los tres lugares en estudio. Los sitios 1 y 3 obtuvieron puntajes de 26 y 23 respectivamente, su calidad de agua es regular; para el sitio 2, el puntaje es de 20, su calidad de agua es mala [1].

Según el Índice Biológico de Hilsenhoff, que mide la calidad de agua, los sitios 1 y 2 presentan una calidad media, con un grado de contaminación orgánica media probable; la calidad del agua es buena en el sitio 3, con un grado de contaminación orgánica alta considerablemente probable.

El índice de EPT (%) contempla, principalmente, a las poblaciones de *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Trichóptera*, considerados como indicadores de aguas limpias. Según este índice, el sitio 1 arroja un porcentaje de 36,45 %, evidencia así que las aguas son moderadamente limpias; en el sitio 2 el porcentaje fue de 0 %, determina que las aguas son pobremente limpias, y en el sitio 3 el porcentaje fue de 67,96 %, las aguas son muy limpias.

Tabla 4. Índices de calidad de agua de zonas estudiadas

Muestras	Puntaje	Calidad	% de EPT	Índice biológico de Hilsenhoff
Añaspuquio-S1	26	Regular	36,45	5,21
Yaropuquio-S2	20	Mala	0,00	5,64
Loma Chacachimpa-S3	23	Regular	67,96	5,96

En cuanto a las variables fisicoquímicas de los ríos, se encontró que el PH en Yaropuquio y Loma Chacachimpa oscila entre el 7,67 y el 7,99, que es moderadamente neutro, y en Añaspuquio, 9,03, que es muy básico. Yaropuquio tiene valores más altos de sólidos totales: 307 (mg/L); mientras que Añaspuquio tiene valores altos de salinidad 215 (ppm).

VI. DISCUSIÓN

Según Rivera (2004), los fondos arenosos albergan pocas especies, con pocos individuos por especie; los fondos pedregosos suelen ser más ricos, en especial cuando las rocas son grandes. Cuando hay vegetación, la fauna es aún más diversa y difiere considerablemente de la fauna de otros sustratos.

El sitio 1 presentó la mayor cantidad de géneros exclusivos, posiblemente porque la vegetación ribereña en esta zona está compuesta por bofedales y pastizales; además, se encuentra dentro de un área protegida por SERNANP, que se vio afectada por actividades antrópicas aledañas a los ríos.

En comparación con los otros dos sitios estudiados, se constata que en esta zona la abundancia de macroinvertebrados es mayor, debido a que posee una vegetación ribereña. En ese sentido, se explica la exclusividad de algunos organismos, por ejemplo, del orden *Tricoptera* encontrados en Añaspuquio, dado



que esta zona es conservada. Algunos organismos como el *Veneroida* (propio de Yaropuquio) y el *Ba-sommatophora* son tolerantes a la contaminación; en general, son organismos característicos de aguas moderadamente contaminadas.

La composición de macroinvertebrados en los diferentes periodos se determinaría con una investigación exhaustiva de un año para determinar si hay diferencias significativas en distintas temporadas climáticas.

Según los resultados de los índices Biótico andino y EPT, la calidad del agua de los sitios 1 y 3 es similar; sin embargo, la del sitio 2 es diferente, debido, posiblemente, a que esta última estación es la única donde hay ganadería en zonas aledañas a la vegetación ribereña.

Los trabajos [4] y [7] sugieren que, a pesar de que con el Índice Biótico Andino es posible obtener puntuaciones para comparar situaciones entre sitios, este no permite emitir juicios sobre la situación de la calidad del agua.

La concentración de oxígeno generalmente es alta y constante en ríos andinos, por ello éste no suele ser un factor limitante.

VII. CONCLUSIÓN

- En conclusión, según el Índice Biológico Hilsenhoff, la calidad de agua en los sitios 1 y 2 es media, con un grado de contaminación orgánica media probable. En el sitio 3 la calidad de agua es buena con grado contaminación orgánica alta considerablemente probable.
- El Índice biótico EPT, el Índice Biológico Hilsenhof y las características fisicoquímicas son los parámetros que se utilizaron para

determinar la calidad de agua. En Añaspuquio la calidad de agua es regular; en Yaropuquio es mala y en Loma Chacachimpa, buena.

- Se identificó que Las amenazas identificadas en las tres zonas son la práctica de la ganadería (por ejemplo, se las vacas toman el agua de los ríos) y la agricultura, con el uso inadecuado de fertilizantes, insecticidas y herbicidas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- [1] RIOS, B., R. ACOSTA, N. PRAT. The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical*, 2014, 62.
- [2] ODNUPLAY-FAO. *Guías para la determinación de requerimientos de agua*. Roma: 2006.
- [3] ROMERO, F.H., MANZO, C. NIETO, C. Y M. ORCE. Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán-Argentina). *Limnetica*, 2002, Vol. 21.
- [4] TERCEDOR, ALBA. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de aguas en los ríos. Simposio de Andalucía. Andalucía: 1996.
- [5] LOAYZA MURO, Raúl. *Guía de Bioindicadores de Quillcay*. 2003.
- [6] ARCHANGELSKY, M. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán (Argentina)*. Capítulo 6. Coleoptera, s.l.: Universitaria de Tucumán, 2001.
- [7] DE JUANA, J.M. *Energía renovable para el desarrollo*. Madrid: Thomson, 2003.

