



*Biomonitoreo de la calidad del agua del río Yasipán aplicando el Índice Biótico Andino (ABI)*

*Biomonitoring of the water quality of the Yasipán River applying the Andean Biotic Index (ABI)*

*Biomonitoramento da qualidade da água do rio Yasipán aplicando o Índice Biótico Andino (ABI)*

Sofía Carolina Godoy Ponce <sup>I</sup>  
[sofia.godoy@esPOCH.edu.ec](mailto:sofia.godoy@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6479-4343>

Carlos Rolando Rosero Erazo <sup>II</sup>  
[carlos.roseroe@esPOCH.edu.ec](mailto:carlos.roseroe@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2691-5578>

José Gerardo León Chimbolema <sup>III</sup>  
[gerardo.leon@esPOCH.edu.ec](mailto:gerardo.leon@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9202-8542>

Juan Carlos González García <sup>IV</sup>  
[juan.gonzalez@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.gonzalez@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9066-1600>

**Correspondencia:** [sofia.godoy@esPOCH.edu.ec](mailto:sofia.godoy@esPOCH.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 21 de julio de 2022

- I. Docente Investigador, Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- II. Docente Investigador, Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- III. Docente Investigador, Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- IV. Docente Investigador, Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba, Ecuador.



## Resumen

A partir de los índices de calidad del agua se establecen la calidad del recurso en un lugar y momento determinado en función de varios parámetros de calidad del agua. El objetivo de este tipo de índice es convertir datos complejos sobre la calidad del agua en información comprensible y útil para el público. Los ejemplos de parámetros de calidad del agua incluyen temperatura, oxígeno disuelto (porcentaje de saturación y concentración), demanda bioquímica de oxígeno, pH, sólidos totales, conductividad eléctrica (salinidad), nitrógeno amoniacal y nítrico, fósforo total, bacterias y otros (Philippas, 2014). El Índice Biológico Andino (ABI) permite clasificar la calidad ecológica de un sistema y se aplica a ríos altoandinos superiores a los 2000 msnm incluyendo un menor número de familias de macroinvertebrados ya que la altitud restringe la distribución y el nivel de tolerancia al disturbio ambiental difiere de otras regiones del mundo Meneses et al. (2019). El objetivo principal de la investigación fue evaluar la calidad del agua del Río Yasipán a partir del Índice Biótico Andino (ABI). Se determinaron los puntos de monitoreo a lo largo del río Yasipán a partir de una matriz de identificación que incluyó información relacionada con los grupos taxonómicos: Orden, Familia y número de individuos. Se identificaron, recolectaron y evaluaron en laboratorio las especies de macroinvertebrados representativos de cada multi hábitat. Se obtuvo la sensibilidad total de cada punto de monitoreo mediante la suma de la columna de puntuaciones; este total se comparó con la escala ABI que clasifica la puntuación final en 4 niveles de calidad de agua: Muy buena, Aceptable, Dudosa y Crítica. Para evaluar los puntos y los meses con menor variedad de bioindicadores fue necesario verificar las matrices de identificación de macroinvertebrados de cada uno de los puntos y de cada mes monitoreado, verificar los resultados de la aplicación del índice ABI, relacionar los resultados obtenidos con datos de precipitación y caudal en cada punto ya que estos fueron factores limitantes para la variedad y cantidad de macroinvertebrados. (Caicedo & Gallegos, 2016). Resultados: Se compararon los índices aplicados y se concluyó que el índice ABI es el más apropiado para alturas comprendidas entre 2000 a 4000 m.s.n.m. ya que la zona de la microcuenca del Río Yasipán tiene una altura en su punto inicial de 3513 msnm y su punto final una altura de 3292 msnm. Con base en la variación del Índice ABI y tomando como referencia la Tabla 2, en los cinco puntos de monitoreo se determinó que el Punto 1 y el Punto 2 presentaron una calidad muy buena de agua, el Punto 3, Punto 4 y Punto 5 con calidad aceptable de agua.

**Palabras Clave:** Índice Biótico Andino (ABI); Monitoreo del agua; Calidad del agua; macroinvertebrados acuáticos.

## **Abstract**

Based on the water quality indices, the quality of the resource is established in a given place and time based on various water quality parameters. The goal of this type of index is to convert complex water quality data into understandable and useful information for the public. Examples of water quality parameters include temperature, dissolved oxygen (percent saturation and concentration), biochemical oxygen demand, pH, total solids, electrical conductivity (salinity), ammonia and nitric nitrogen, total phosphorus, bacteria, and others (Philippas , 2014). The Andean Biological Index (ABI) allows classifying the ecological quality of a system and is applied to high Andean rivers above 2000 meters above sea level, including a smaller number of macroinvertebrate families, since altitude restricts distribution and the level of tolerance to environmental disturbance differs from other regions of the world Meneses et al. (2019). The main objective of the research was to evaluate the water quality of the Yasipán River from the Andean Biotic Index (ABI). The monitoring points along the Yasipán River were determined from an identification matrix that included information related to the taxonomic groups: Order, Family and number of individuals. Representative macroinvertebrate species of each multi-habitat were identified, collected and evaluated in the laboratory. The total sensitivity of each monitoring point was obtained by adding the scores column; this total was compared with the ABI scale that classifies the final score into 4 levels of water quality: Very good, Acceptable, Doubtful and Critical. In order to evaluate the points and months with the least variety of bioindicators, it was necessary to verify the macroinvertebrate identification matrices of each one of the points and of each monitored month, verify the results of the application of the ABI index, relate the results obtained with data from precipitation and flow at each point since these were limiting factors for the variety and quantity of macroinvertebrates. (Caicedo & Gallegos, 2016). Results: The applied indices were compared and it was concluded that the ABI index is the most appropriate for heights between 2000 and 4000 m.a.s.l. since the area of the Yasipán River micro-basin has a height at its initial point of 3513 meters above sea level and its final point a height of 3292 meters above sea level. Based on the variation of the ABI Index and taking Table 2 as a reference, in the five monitoring points it was

determined that Point 1 and Point 2 presented very good water quality, Point 3, Point 4 and Point 5 with acceptable water quality.

**Keywords:** Andean Biotic Index (ABI); water monitoring; Water quality; aquatic macroinvertebrates.

## Resumo

Com base nos índices de qualidade da água, a qualidade do recurso é estabelecida em um determinado local e tempo com base em vários parâmetros de qualidade da água. O objetivo desse tipo de índice é converter dados complexos de qualidade da água em informações compreensíveis e úteis para o público. Exemplos de parâmetros de qualidade da água incluem temperatura, oxigênio dissolvido (porcentagem de saturação e concentração), demanda bioquímica de oxigênio, pH, sólidos totais, condutividade elétrica (salinidade), amônia e nitrogênio nítrico, fósforo total, bactérias e outros (Philippas, 2014). O Índice Biológico Andino (ABI) permite classificar a qualidade ecológica de um sistema e é aplicado a rios andinos altos acima de 2.000 metros acima do nível do mar, incluindo um número menor de famílias de macroinvertebrados, pois a altitude restringe a distribuição e o nível de tolerância à perturbação ambiental é diferente ... de outras regiões do mundo Meneses et al. (2019). O objetivo principal da pesquisa foi avaliar a qualidade da água do rio Yasipán a partir do Índice Biótico Andino (ABI). Os pontos de monitoramento ao longo do rio Yasipán foram determinados a partir de uma matriz de identificação que incluía informações relacionadas aos grupos taxonômicos: Ordem, Família e número de indivíduos. Espécies representativas de macroinvertebrados de cada multihabitat foram identificadas, coletadas e avaliadas em laboratório. A sensibilidade total de cada ponto de monitoramento foi obtida somando-se a coluna de escores; este total foi comparado com a escala ABI que classifica a pontuação final em 4 níveis de qualidade da água: Muito bom, Aceitável, Duvidoso e Crítico. Para avaliar os pontos e meses com menor variedade de bioindicadores, foi necessário verificar as matrizes de identificação de macroinvertebrados de cada um dos pontos e de cada mês monitorado, verificar os resultados da aplicação do índice ABI, relacionar os resultados obtidos com dados de precipitação e vazão em cada ponto por serem fatores limitantes para a variedade e quantidade de macroinvertebrados. (Caicedo & Gallegos, 2016). Resultados: Os índices aplicados foram comparados e concluiu-se que o índice ITB é o mais adequado para alturas entre 2000 e 4000 m.a.s.l. já que a área da microbacia do rio Yasipán tem uma altura em seu ponto inicial de 3513

metros acima do nível do mar e seu ponto final uma altura de 3292 metros acima do nível do mar. Com base na variação do Índice ABI e tomando como referência a Tabela 2, nos cinco pontos de monitoramento foi determinado que o Ponto 1 e o Ponto 2 apresentaram qualidade de água muito boa, Ponto 3, Ponto 4 e Ponto 5 com qualidade de água aceitável.

**Palavras-chave:** Índice Biótico Andino (ABI); monitoramento da água; Qualidade da água; macroinvertebrados aquáticos.

## Introducción

La presión de las actividades humanas en los ríos altera la calidad de sus aguas, el desarrollo de sus comunidades bióticas y su sistema natural (Villamarín, 2008), los sistemas hídricos altoandinos albergan gran diversidad de fauna y flora que se ven influenciados por factores altitudinales, geológicos, climáticos y transformaciones fisicoquímicas del agua (Villamarín, 2008). Según Machado et al. (2018) respecto al nivel de tolerancia de los macroinvertebrados acuáticos frente a la contaminación se pueden asociar un número cuyo rango varía según la metodología que se emplee. Los índices de diversidad son empleados de manera conjunta, considerando la riqueza taxonómica o la abundancia relativa, para determinar el estado de agua. Si bien los índices biológicos de calidad del agua son cada vez más utilizados, aún es necesario ampliar el conocimiento de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en los ríos altoandinos y determinar aquellos índices que puedan adaptarse con mayor precisión a estos sistemas Meneses et al. (2019). Considerando que en Ecuador la aplicación de los índices biológicos de calidad del agua son utilizados con mayor frecuencia es necesario extenderlos en el estudio real de la calidad del agua de los ríos altoandinos donde la diversidad de organismos en los cuerpos de agua dulce son de interés científico para determinar los niveles de presión antropogénica, pérdida de cuerpos de caudal y niveles de adaptación de las especies a estos sistemas. Estos cuerpos de agua se destacan por su gran potencial de aprovechamiento y diversos usos, tales como agricultura, piscicultura, abastecimiento humano, actividad industrial. Actualmente, la presencia de factores condicionantes como densidad poblacional, actividades productivas y sistemas tecnológicos, han ocasionado conflictos intersectoriales e imposibilidad de manejo integral de las cuencas deterioro de las condiciones y fisicoquímicas del agua lo que ha motivado en los últimos años un creciente interés por conocer el estado de los estos cuerpos acuáticos. Tapia et al. (2018)

La subcuenca del río Chambo cubre una superficie aproximada de 3580 km<sup>2</sup>, en donde se encuentran 33 ríos de tamaño muy variable según la época del año y la ubicación geográfica. El río principal de la subcuenca, el Chambo, nace en la cordillera central de los Andes ecuatorianos, zona muy encajonada. Las fuentes de este río se ubican en un sitio único parte del Parque Nacional del Sangay donde se encuentran un sin número de lagunas de altura. Este sistema lacustre, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 1983, alimenta las quebradas Ozogoche, Atillo, las cuales se unen con el río Yasipán para conformar el río Cebadas. Un poco más al sur, el río Cebadas recibe las aguas del río Guamote que drena una buena parte de la cordillera Occidental. Estos dos ríos se juntan para dar vida al río Chambo. (Comité Subcuenca del río Chambo, 2015).

Una microcuenca tiene una enorme importancia socioeconómica tanto para el ambiente como para el ser humano, debido a que actúan como importantes reservorios de agua que pueden ser aprovechada no solo por los seres humanos sino que además puede ser suministrada a los recursos naturales para el desarrollo de distintas actividades productivas que dan el sustento a la población; así también la generación de electricidad, regulación de flujos, control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas. (Guambo Lema, 2016). La microcuenca del río Yasipán nace en el páramo cuyo punto de origen está ubicado a 3558 msnm, tiene un recorrido de 12 Km y su punto de desembocadura se encuentra a una altura de 3196 msnm considerándose como uno de los dos afluentes del río Cebadas de la provincia de Chimborazo-Ecuador (Caicedo & Gallegos, 2016).

En la microcuenca del río Yasipán en donde la frontera agrícola avanza siguiendo las riberas del río existe la asamblea de la cooperativa Yasipán que mediante organización de sus grupos bases ha ingresado a diferentes programas implementados a través del Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica del Ecuador que les permiten impulsar estrategias de gestión integral para la conservación de la microcuenca (Comité Subcuenca del río Chambo, 2015)

### **Desarrollo metodológico**

Aplicando el Índice Biótico Andino (ABI) se caracterizaron los puntos de monitoreo con base en un análisis diagnóstico de la zona objeto de estudio, posteriormente se identificaron las especies de macroinvertebrados presentes en cada punto definido para el monitoreo selectivo, se determinó la calidad del agua a partir del índice Biótico Andino (ABI) y se establecieron los puntos y meses con menor variedad de indicadores biológicos.

## 1. Caracterización de los puntos de monitoreo en la microcuenca del Yasipán

La selección de los puntos de monitoreos fue el componente más relevante del estudio constituyéndose en el marco de referencia para la toma de muestras del agua del río y la caracterización de puntos críticos. El monitoreo se realizó durante cinco meses consecutivos y a partir de muestras simples se obtuvieron los puntos críticos definidos por su localización y ubicación geográfica, accesibilidad, caudal del río, profundidad, afluentes del río Yasipán, presencia de asentamientos humanos, usos de suelo, biodiversidad predominante, usos y dotaciones de agua de consumo y de riego, rasgos poblacionales, condiciones socioeconómicas y análisis de información documentada del sector de la microcuenca.

Se realizaron mapas cartográficos de la microcuenca en Arc GIS bajo la base de referencia del mapa del cantón Guamote proporcionado por Instituto Geográfico Militar del Ecuador código 060651 con escala 1:50000 WGS (Caicedo & Gallegos, 2016).

La selección del lugar para la medición de caudal y velocidad del agua fue dada bajo las consideraciones de sectores homogéneos a la medida de las posibilidades donde el instrumento de medición fue un molinete ajustado a las necesidades del muestreo. Para las mediciones de las secciones transversales de la microcuenca se consideraron los tramos donde existía mayor ancho ( $a$ ) del cauce del río estableciéndose subsecciones cada de 3 m con la ayuda de un flexómetro, mientras que para la medición del tirante ( $t$ ) en cada una de ellas se utilizó un tubo graduado con base entre el lecho de río y el espejo de agua. El cálculo del promedio del área trasversal ( $A$ ) del río se determinó mediante el promedio de las alturas obtenidas en las mediciones del tirante ( $t$ ) en cada subsección por el valor promedio del ancho de cada una de estas subsecciones (Caicedo & Gallegos, 2016).

$$A(m^2) = \frac{\sum_0^s t}{s} \cdot \frac{\sum_0^s a}{s}$$

$$A (m^2) = \frac{t_0+t_1+t_2+\dots+t_s}{s} \cdot \frac{a_0+a_1+a_2+\dots+a_s}{s}$$

Donde

A = área promedio trasversal del río ( m<sup>2</sup> )

a = ancho del cauce del río ( m )

t = tirante del río ( m )

s = número de subsecciones del río

La velocidad promedio del agua en cada sección se definió con los valores medidos a partir del molinete en cada subsección fue así que:

$$v \left( \frac{m}{s} \right) = \frac{v_0 + v_1 + v_2 + \dots + v_s}{s}$$

Donde

$v$  = velocidad promedio del agua en cada sección (m/s)

$v_s$  = velocidad subsecciones (m/s)

s = número de subsecciones

El caudal de cada sección se determinó como:

$$Q = A \cdot v \cdot F_c$$

Donde:

Q = Caudal de cada sección (m<sup>3</sup>/s)

$v$  = velocidad promedio del agua en cada sección (m/s)

A = área promedio trasversal del río (m<sup>2</sup>)

F<sub>c</sub> = Factor de corrección

Para F<sub>c</sub> se consideraron los siguientes valores:

**Tabla 1.** Consideraciones Factor de corrección de caudales

Tipos de corriente de agua	F <sub>c</sub>	Precisión
Canal rectangular con lados y lechos lisos	0.85	Buena
Río profundo y lento	0.75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho parejo y liso	0.65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0.45	Muy mala
Arroyo muy profundo de lecho rocoso	0.25	Muy mala

Fuente: (Caicedo & Gallegos, 2016)

2. Identificación de las especies de macroinvertebrados presentes en cada punto definido para el monitoreo selectivo.

Para la identificación de las especies de macroinvertebrados fue preciso seleccionar en cada uno de los puntos de monitoreo un tramo menor a 50 m. Las consideraciones fueron principalmente la influencia de la actividad antropogénica, la diversidad de hábitats: tipo de sustrato, vegetación presente en el medio y en sus orillas, materia orgánica en descomposición. La recolección de las muestras se dio con base en un arrastre-barrido del sustrato de fondo por medio de una red.D y red de mano ubicada contra la corriente para que los macroinvertebrados sean capturados en ella . Una vez capturados en la red, éstos fueron separados por medio de una pinza y depositados en tubos eppendorf para ser trasladados al laboratorio donde se contabilizaron e identificaron los grupos taxonómicos orden y familia utilizando como herramientas estereoscopios y Guías metodológicas de identificación. (Caicedo & Gallegos, 2016)

3. Determinación de la calidad del agua a partir del Índice Biótico Andino (ABI):

Una vez realizada la recolección multihábitat de macroinvertebrados, analizadas las muestras en el laboratorio y registradas en matrices de identificación por taxones Orden, Familia y número de individuos encontrados en la muestra, se obtuvo la sensibilidad total de cada punto de monitoreo que al ser comparadas con la escala ABI generó una puntuación final categorizada en 4 niveles para calidad de agua: Muy buena, Aceptable, Dudosa y Crítica como lo expresa la tabla 2 (Caicedo & Gallegos, 2016)

**Tabla2.** Calidad del Agua bajo el Índice Biótico Andino (ABI)

<b>VALOR ABI</b>	<b>CALIDAD DEL AGUA</b>
> 74	Muy buena
45 - 74	Aceptable
27 – 44	Dudosa
0 - 26	Crítica

**Fuente:** (Caicedo & Gallegos, 2016)

**Tabla3.** Puntajes establecidos para familias de macroinvertebrados bajo el Índice Biótico Andino (ABI)

<b>FAMILIA</b>	<b>PUNTAJE</b>
----------------	----------------

Hydridae, Grypoperygidae, Leptophlebiidae, Perlidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Odontoceridae, Blephariceridae	10
N/A	9
Hydrobiosidae, Leptoceridae.	8
Leptohiphidae, Neumoridae, Curculionidae, Ecnomidae, Limnephilidae, Blephariceridae.	7
Hyalellidae, Corydalidae, Hydroptilidae	6
Planariidae, Elmidae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scirtidae, Hydropsychidae, Simuliidae	5
Baetidae, Pyralidae, Ceratopogonidae, Dolichopodidae, Empididae, Tabanidae, Tipulidae, Limoniidae.	4
Haplotaenidae, Lymnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Psychodidae	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae	2
Glossiphoniidae	1

Fuente: (Caicedo & Gallegos, 2016)

Para el establecimiento de los puntos y meses con menor variedad de indicadores biológicos se relacionaron las matrices de identificación de macroinvertebrados con los resultados del índice ABI conjuntamente con los valores de caudal y niveles de precipitación en cada uno de los puntos de monitoreo.

### Análisis de los resultados

#### 1. Caracterización de los puntos de monitoreo en la microcuenca del Yasipán:

La microcuenca del río Yasipán se encuentra conformada por un total de 12 quebradas (Samborondon, Ilapó, Tazanpala, Curacpaccha, Cuchiscaspana, Mismahuanchi, Caupote, Tasharon, Papelcocha, Playacucho, Itizazan, Verdecocha), por 2 ríos (Cashucan, Pucahurco) y 27 vertientes. El río Yasipán tiene una distancia aproximada de 12 Km desde su nacimiento a 3513

msnm a hasta su desembocadura formando el río Cebadas a 3246 msnm (Comité Subcuenca del río Chambo, 2015).

La microcuenca del río Yasipán se ubica en la zona 17 de América del Sur, demarcada por las coordenadas UTM\_WGS84.

**Tabla 4.** Coordenadas UTM\_WGS84 microcuenca río Yasipán

<b>UNIDAD GEOGRÁFICA</b>	<b>PUNTO DE NACIMIENTO</b>	<b>PUNTO DE DESEMBOCADURA</b>
latitud	779842.519	767394.746
longitud	9768289.356	9768432.255
Altitud (msnm)	3513	3246

Fuente: (Caicedo & Gallegos, 2016)

Las condiciones climáticas de la microcuenca del río Yasipán son establecidas en los meses de diciembre a marzo por la humedad originaria del sector occidental del Ecuador, mientras que en los meses de abril a septiembre con mayor nivel de precipitación lo son por las masas de humedad provenientes del sector oriental del país. En los meses de junio a noviembre se destaca la estación seca del año. En los meses de noviembre a abril se registraron temperaturas más altas con variaciones mensuales de 1°C por cada 200 m de altitud incrementada y un promedio anual de 13,3°C.

Respecto al uso y ocupación del suelo, toda la microcuenca del río Yasipán está dominada por las actividades agropecuarias. Son los agricultores que modelan los paisajes, de las zonas altas y del valle interandino. De hecho, más de 70 % de la población económicamente activa vive directamente o indirectamente del trabajo de la tierra y/o de la crianza de animales. Las personas de las zonas rurales tienen una relación estrecha con el campo. La agricultura es parte de la identidad de la mayoría de la gente que vive en la microcuenca. (Comité Subcuenca del río Chambo, 2015).

El agua del río Yasipán es destinada para consumo doméstico que es dotada a 45 familias como agua entubada (alimentación y aseo) así como también para riego (producción de pastos, abrevaderos y producción agrícola) a través del sistema de riego Pacún con un caudal 47 L/s direccionados para 100 ha de terreno. y beneficios de 45 familias del sector.

Se prevé la construcción de nuevos sistemas de riego. Más de 3 500 agricultores, repartidos en los cantones Guamote y Riobamba, están esperando la ejecución de los proyectos Ozogoche y Yasipán que trasladaran agua de la parte alta a estos sectores. Los futuros usuarios ya disponen desde hace varios años de las concesiones de agua. Sin embargo, estos proyectos son muy cuestionados por los regantes de los sistemas que se encuentran aguas abajo de las futuras bocatomas. Existe actualmente, una demanda de agua de 15 m<sup>3</sup>/s, dividida entre los sistemas de riego Chambo y Cebadas; los proyectos Ozogoche, Yasipán, “II fase del sistema Chambo” y “ampliación del sistema Cebadas”. Se ha verificado que en esta parte de este espacio hidro social, no existe la cantidad de agua suficiente para asegurar la demanda de todos los usuarios todo el año (Comité Subcuenca del río Chambo, 2015).

Dentro del diagnóstico socioeconómico se destaca que en la Cooperativa Yasipán el 100% de la población es indígena, habitan 45 familias que corresponde a 180 personas ocupando una superficie de 9272 ha. Los habitantes de la cooperativa mantienen su identidad y cultura con base en su organización, prácticas propias (mingas, prestamano), fiestas y vestimenta tradicional e idioma Kichwa que se mantiene en la población adulta, los jóvenes son influenciados por otras prácticas culturales. La principal actividad económica es la producción pecuaria, en la que predomina la ganadería de doble propósito (leche y carne), seguido de ovinos, porcinos. En relación a la agricultura existen cultivos, también plantaciones forestales de pino (Caicedo & Gallegos, 2016). Fueron 5 los puntos de monitoreo escogidos para el estudio considerando el punto de nacimiento del río (punto 1), presencia de afluentes y accesibilidad (punto 2), presencia de actividades antrópicas (punto 3), uso de agua y asentamientos humanos (punto 4), desembocadura (punto 5). Se detalla esta información en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Características de los puntos de monitoreo del río Yasipán

Fuente: (Caicedo & Gallegos, 2016)

CUENCA	SUB CUENCA	MICROCUENCA		COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
				Proyección UTM_WGS84		
				LATITUD	LONGITUD	
Río Pastaza	Río Chambo	Río Yasipán	Punto 1: nacimiento	0779842	9768289	3513
			Punto 2: Quebrada Mismahuanchi	0776574	9767877	3405
			Punto 3: Quebrada Siguilche	0773288	9767920	3376
			Punto 4: Quebrada Verdecocha	0771358	9768226	3339
			Punto 5: Desembocadura	0768988	9767509	3292

Para la determinación de caudales y velocidad del río se consideró como punto testigo al punto de monitoreo 1 por ser el de mayor altura y nacimiento de la microcuenca, éste sirvió de referencia para los demás puntos.

Con un ancho de río (a) de 9.52 m se determinaron 3 subsecciones denominadas como: a1, a2, a3, cada una de estas medidas a 3 metros de distancia. La subsección a1 fue tomada desde el borde de

la ribera del río hasta el centro, la subsección a2, 3 metros de distancia de a1, mientras que a3 a 3 metros de a2.

El tirante (t) de cada subsección presentó los siguientes valores:

$$t_1 = 32 \text{ cm}$$

$$t_2 = 41 \text{ cm}$$

$$t_3 = 28 \text{ cm}$$

El área promedio del río (A) fue de 1.02 m<sup>2</sup>.

Las velocidades de cada subsección se presentaron como:

$$v_1 = 0.71 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0.96 \text{ m/s}$$

$$v_3 = 0.81 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, la velocidad promedio del agua del río (v) fue de 0.83 m/s.

Con un Factor de corrección (F<sub>c</sub>) de 0.45, el caudal promedio (Q) resultó 1.33 m<sup>3</sup> /s.

**Tabla 6.** Variación del caudal (m<sup>3</sup>/s) del río Yasipán en los puntos de monitoreo durante el periodo 5 meses

MES DE MONITOREO	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
Octubre	1.23	1.39	1.48	1.51	2.49
Noviembre	0.29	0.32	0.39	0.46	0.66
Diciembre	0.38	0.45	0.51	0.63	0.82
Enero	0.78	1.07	1.22	1.39	1.64
Febrero	2.18	2.23	2.53	4.05	4.11
<b>Promedio punto</b>	<b>0.91</b>	<b>1.09</b>	<b>1.23</b>	<b>1.51</b>	<b>1.94</b>
<b>Total</b>	<b>1.33</b>				

Fuente: (Caicedo & Gallegos, 2016)

2. Identificación de las especies de macroinvertebrados presentes en cada punto definido para el monitoreo selectivo.

Los macroinvertebrados del río Yasipán se expresan en la Tabla 7:

**Tabla 7.** Macroinvertebrados del río Yasipán

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Trichoptera	Odontoceridae	22
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	48
Odonata	Polythoridae	32
Trichoptera	Anomalopsychidae	44
Diptera	Blephariceridae	54
Plecoptera	Grypopterygidae	29
Plecoptera	Perlidae	49
Trichoptera	Calomoceratidae	8
Coleoptera	Ptilodactylidae	30
Coleoptera	Lampyridae	48
Trichoptera	Xiphocentronidae	31
Trichoptera	Hydrobiosidae	53
Trichoptera	Philopotamidae	37
Trichoptera	eptoceridae	48
Trichoptera	Hydroptilidae	19
Diptera	Simuliidae	34
Ephemeroptera	Leptohiphidae	28
Trichoptera	Glossosomatidae	49
Trichoptera	Limnephilidae	26
Amphipoda	Hyaellidae	139
Tricladida	Planariidae	67
Coleoptera	Scirtidae	53
Ephemeroptera	Baetidae	95
Coleoptera	Elmidae	122
Lepidoptera	Pyralidae	101
Diptera	Ceratopogonidae	108

Annelida	Tubificidae	96
Annelida	Oligochaeta	87

### 3. Determinación de la calidad del agua a partir del Índice Biótico Andino (ABI):

Tomando como referencia la Tabla 3, considerando los puntajes establecidos por familias de macroinvertebrados aplicados al índice ABI, se determinaron los valores como lo expresa a continuación la Tabla 8:

**Tabla 8.** Calidad del agua del río Yasipán a partir del índice ABI

PUNTO DE MONITOREO	MES					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	PROMEDIO ABI
<b>Punto 1</b>	83	93	89	85	78	85.6
<b>Punto 2</b>	86	98	84	83	76	85.4
<b>Punto 3</b>	55	65	62	59	48	57.8
<b>Punto 4</b>	61	70	58	58	51	59.6
<b>Punto 5</b>	71	67	73	73	69	70.6
<b>PROMEDIO FINAL ABI</b>						<b>71.8</b>

Con base en la variación del Índice ABI y tomando como referencia la Tabla 2, en los cinco puntos de monitoreo se determinó que el Punto 1 y el Punto 2 presentaron una calidad muy buena de agua, el Punto 3, Punto 4 y Punto 5 con calidad aceptable de agua.

## Conclusiones

La caracterización de la microcuenca del río Yasipán permitió la selección más apropiada de los cinco puntos de monitoreo que consideraron los aspectos más relevantes para la calidad del agua. Desde tramos altos como el punto 1 y el punto 2, tramos medios como el punto 3 y el punto 4 y el punto de desembocadura, el punto 5. Conocer el ancho, tirante, velocidad por cada subsección y el caudal de los puntos de monitoreo establecieron el punto de referencia para el muestreo de los microhábitats de los macroinvertebrados.

Un área promedio de 1.02 m<sup>2</sup>, una velocidad promedio del agua de 0.83 m/s, un Factor de corrección de 0.45 y un caudal promedio de 0.38 m<sup>3</sup> /s, fueron los valores de las variables de referencia para la Identificación de las especies de macroinvertebrados presentes en cada punto definido para el monitoreo selectivo durante un periodo de muestreo de 5 meses consecutivos (Octubre-Febrero). Para los cinco puntos de monitoreo febrero fue el mes donde el agua del río más caudaloso, así para el punto 1 con 2.18 m<sup>3</sup>/s, para el punto 2 con 1.09 m<sup>3</sup>/s, para el punto 3 1.23 m<sup>3</sup>/s, punto 4 con 1.51 m<sup>3</sup>/s y el punto 5 con 1.94 m<sup>3</sup>/s.

Los macroinvertebrados identificados en los cinco puntos de monitoreo fueron clasificados por órdenes, familias y número de individuos. Se reconocieron 10 órdenes y 28 familias distintas. Dentro de los órdenes predominantes estuvieron Amphipoda, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Annelida. Las familias con mayor número de individuos fueron Hyalellidae (139), Elmidae (122), Pyralidae (101), Ceratopogonidae (108), Tubificidae (96). El taxón orden predominante fue Amphipoda, con la familia Hyalellidae

Para los puntos de monitoreo aplicando el método del Índice Biótico Andino (ABI) se estableció que el mes de noviembre fue el de mayor diversidad de macroinvertebrados. Para el punto 1 una ponderación promedio de los cinco meses ABI de 85.6. Para el punto 2 de 85.4, para el punto 3 de 57.8, para el punto 4 de 59.6 y para el punto 5 de 70.6. El punto 1, de nacimiento del río presentó una calidad muy buena de agua, el punto 2 con presencia de afluentes y accesibilidad con una calidad muy buena de agua, el punto 3 con presencia de actividades antrópicas, con calidad aceptable de agua, el punto 4 de uso de agua y asentamientos humanos con calidad aceptable de agua, y el punto 5 que consistió en la desembocadura con calidad aceptable de agua. Los puntos 3, 4 y 5 varían su calidad respecto a los puntos 1 y 2 principalmente por la presencia de actividades antrópicas y asentamientos humanos. Los puntos 1 y 2 fueron los de mayor altura según su

localización geográfica y para ello se estableció que a mayor altura, mayor valor ABI, mejor calidad del agua.

## Referencias

1. Caicedo, V., & Gallegos, W. (2016). Caracterización de la calidad del agua de la microcuenc del río Yasipán de la Provincia de Chimborazo mediante la utilización de bioindicadores-macroinvertebrados acuáticos. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Comité Subcuenca del río Chambo. (Julio de 2015). Aportes a la planificación para la gestión integral de los recursos hídricos. Chimborazo, Ecuador.
3. Delgado García, S. M., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio Cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. Luna Azul, 59-70.
4. Díaz Cuenca, E., Alvarado Granados, A. R., & Camacho Calzada, K. E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. Quivera, 78-97.
5. Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C. C., Reynaud, A., & Cardoso, A. (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. Environ Sci Policy, 194-203.
6. Guambo Lema, A. (2016). Valoración Económica Ambiental del servicio hidrológico de la microcuena del río cebadas del cantón Guamate, provincia de Chimborazo. Riobamba: ESPOCH.
7. Machado, V., Granda, R., & Endara, A. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. Enfoque UTE, 154-167.
8. Meneses Campo, Y., Castro, M. I., & Jaramillo, Á. (2019). Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL. Y ABI. Acta Biológica Colombiana, 299-310.
9. Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. . Política y cultura, 157-176.

10. Osorio, C., & Espinosa, S. (s.f). Participación comunitaria en los problemas del agua. Obtenido de Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura: <https://www.oei.es/historico/salactsi/osorio2.htm>
11. Philippas, D. (2014). Composite Water Quality Index. Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research.
12. Tapia, L., Sánchez, T., Bailón, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceda, D., & Salvatierra, A. (2018). Invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en las lagunas altoandinas del Perú. *Ecología Aplicada*.
13. Villamarín, C. (2008). 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. Universitat de Barcelona.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).