UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

CARACTERIZACÍON DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHICO, PARROQUIA TARQUI, PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR(ES):

Alexandra Abigail Chinchuña Sango

Erika Evelyn Pinto Manobanda

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100)puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de laidea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	3/5	No se dispone como establece la Guía metodológica de trabajos de integración curricular. Titulo centrado y en minúsculas.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué setrata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación,vinculación y docencia. Presentación delproblema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articuladocon los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	14/15	No se evidencia el apartado en el presente documento.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con quese abordó la información.	14/15	No cumple con lo que establece la Guía en cuanto a la presentación de gráficos y figuras. (deben presentarte en blanco y negro o escalas grises)

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc.Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	Figuras y gráficos no cumple con lo que determina la guía.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	94/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documentorevisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	94/100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO HOMERO CUICHAN PAUCAR

Ing. Santiago Homero Cuichan Paucar M.Sc.Docente
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de maro de 2023.

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total decien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de lacalificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo dela idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura quese cumplen.	5/5	Cumple con los requisitos de formay fondo
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de quése trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los requisitos de formay fondo
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentacióndel problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple con los requisitos de formay fondo
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos queson empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptualcon adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con los requisitos de formay fondo
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigacióna desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis conque se abordó la información.	15/15	Cumple con los requisitos de formay fondo

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc.Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Cumple con los requisitos de formay fondo
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a losobjetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los requisitos de formay fondo
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienenla fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con los requisitos de formay fondo
VALORACIÓN TOTAL	100/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documentorevisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100/100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
LEO MAXIMILIANO RODRIGUEZ BADILLO

Leo Maximiliano Rodríguez Badillo
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de marzo de 2023.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Alexandra Abigail Chinchuña Sango con C.I. 160091335-2, con el Tema: "CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHICO, PARROQUIA TARQUI, PROVINCIA DE PASTAZA", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Vinicio Abril Saltos, ha sido revisado mediante el sistema anti-plagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 2023-02-28 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

Ricardo Abril

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Rio+Chico+Revisión+preliminar+AE.docx (D159655056)
Submitted	2/28/2023 2:48:00 AM
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf**
Document Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf (D142075891)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com — 11

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Informe 2.pdf**
Document Informe 2.pdf (D142105831)
Submitted by: amb2017304@uea.edu.ec
Receiver: ja.machadoc.uea@analysis.urkund.com — 1

W URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269#:~:text=La%...
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf**
Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com — 1

W URL: https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/234/140Rodas,
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

W URL: https://revistas.sena.edu.co/index.php/CEMI/article/view/5330/5369Vilca-Carhuapoma,
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Erika Evelyn Pinto Manobanda con C.I. 180511874-0, con el Tema: "CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHICO, PARROQUIA TARQUI, PROVINCIA DE PASTAZA", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Vinicio Abril Saltos, ha sido revisado mediante el sistema anti-plagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 2023-02-28 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes Atentamente,

Firma electrónicamente por:
RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

Ricardo Abril

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Rio+Chico+Revisión+preliminar+AE.docx (D159655056)
Submitted	2/28/2023 2:48:00 AM
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf
Document Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf (D142075891)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com — 11

SA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Informe 2.pdf
Document Informe 2.pdf (D142105831)
Submitted by: amb2017304@uea.edu.ec
Receiver: ja.machadoc.uea@analysis.urkund.com — 1

W URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269#:~:text=La%...
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

SA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf
Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com — 1

W URL: https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/234/140Rodas,
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

W URL: https://revistas.sena.edu.co/index.php/CEMI/article/view/5330/5369Vilca-Carhuapoma,
Fetched: 2/28/2023 2:49:00 AM — 1

CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHICO, PARROQUIA TARQUI, PROVINCIA DE PASTAZA

Alexandra Abigail Chinchuña Sango 1[1]
amb2017275@uea.edu.ec
Erika Evelyn Pinto Manobanda 2[1]
amb2017330@uea.edu.ec

Ricardo Vinicio Abril Saltos M.Sc [2]
rvabril@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

Después de revisar los estudios previos sobre la calidad del agua en el río Chico en la parroquia Tarqui, se descubrió que no había investigaciones previas en la zona. Sin embargo, se ha notado un crecimiento agrícola y humano en las áreas cercanas al curso del río. Por lo tanto, el objetivo del estudio es investigar los niveles de contaminación biológica en el río Chico debido al aumento de la población y la falta de estudios recientes sobre el tema. Para lograrlo, se tomarán muestras en diferentes lugares del río para analizar las comunidades de macroinvertebrados y calcular los índices BMWP, ETP y AAMBI para evaluar la calidad del agua. Se obtuvo como resultado que la calidad del agua en la microcuenca cercana a los galpones del río Chico es mala y contaminada. Los resultados de las mediciones realizadas en tres momentos demuestran un aumento en la presencia de *Hydropsychidae* y una disminución en la presencia de *Baetidae* y *Simuliidae*, así mismo, se observó que según los indicadores de BMWP, ETP y AAMBI la calidad del agua era mala, contaminada en los tres puntos de medición. En conclusión, se puede inferir que la presencia de insectos sensibles a las condiciones ambientales en el primer y segundo momento de medición sugiere una menor

cantidad de contaminantes, mientras que la escasa presencia de familias Diptera y Decapoda indica un ecosistema poco funcional y la falta de nutrientes en el cuerpo de agua.

***Palabras Clave**:* AAMBI, BMWP, Calidad de agua, ETP, microinvertebrados, Río Chico.

Abstract

After reviewing previous studies on water quality in the Chico River in the Tarqui parish, it was discovered that there were no previous investigations in the area. However, agricultural, and human growth has been noted in the areas near the course of the river. Therefore, the objective of the study is to investigate the levels of biological contamination in the Chico River due to population growth and the lack of recent studies on the subject. To achieve this, samples will be taken at different locations in the river to analyze the macroinvertebrate communities and calculate the BMWP, ETP and AAMBI indices to assess water quality. As a result, the water quality in the micro-watershed near the sheds of the Chico River was found to be poor and polluted. The results of the measurements taken at three different times show an increase in the presence of *Hydropsychidae* and a decrease in the presence of *Baetidae* and *Simuliidae,* and it was also observed that according to the BMWP, ETP and AAMBI indicators, water quality was poor and polluted at the three measurement points. In conclusion, it can be inferred that the presence of insects sensitive to environmental conditions at the first and second measurement points suggests a lower amount of pollutants, while the low presence of Diptera and Decapoda families indicates a poorly functional ecosystem and a lack of nutrients in the water body.

***Keywords**:* AAMBI, BMWP, water quality, ETP, microinvertebrates, Chico River

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas relacionados con la calidad del agua en los ríos es la contaminación. Esto puede incluir la introducción de productos químicos tóxicos en el agua, como fertilizantes y pesticidas utilizados en la agricultura o residuos industriales. También puede incluir la contaminación por desechos humanos, como la falta de saneamiento adecuado en áreas urbanas. La contaminación del agua puede tener un impacto negativo en la salud humana y en la vida acuática, y puede afectar la calidad del agua para su uso (Rodas

et al., 2022).

Los ríos son ecosistemas complejos y dinámicos con conexiones con otros ecosistemas y proporcionan múltiples servicios ambientales. Sin embargo, su intervención humana a través de grandes proyectos de infraestructura y la disposición y vertimiento de residuos puede contaminar y transformar los ríos, afectando la calidad del agua y la biodiversidad acuática y las funciones ecosistémicas (Díaz et al., 2020).

Según lo explica (López Mendoza et al., 2018) la creciente producción de contaminantes hace necesario el uso de metodologías distintas al análisis de parámetros físicos y químicos, como el monitoreo con macroinvertebrados acuáticos, que pueden reflejar cualquier perturbación en el agua. Tradicionalmente, se ha determinado la calidad del agua en base a los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, lo que genera una idea puntual del estado del ecosistema. Sin embargo, en los últimos años, muchos estudios han optado por utilizar a los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua (Chavez, 2022).

Los macroinvertebrados acuáticos son un tipo de indicador biológico que se utiliza para evaluar la calidad del agua. Los macroinvertebrados acuáticos son animales invertebrados que son relativamente grandes y pueden ser retenidos por redes de luz de malla de 250-500 μm. Los macroinvertebrados acuáticos incluyen una amplia variedad de invertebrados como moluscos, lombrices, sanguijuelas, platelmintos, crustáceos, ácaros y, especialmente, los estados juveniles de varios órdenes de insectos (Leaño y Pérez, 2020).

En vista de que son unos de los organismos acuáticos más utilizados para evaluar la calidad del agua debido a que tienen un ciclo de vida más prolongado en comparación con otros organismos acuáticos más pequeños y viven de manera sedentaria. Esto los convierte en buenos indicadores de las variaciones espaciales y temporales de las condiciones ambientales (Osejos et al., 2020).

Por su parte Pérez et al., (2020), explica que la alternativa de medir la calidad del agua por medio de indicadores biológicos es efectiva puesto los métodos fisicoquímicos y biológicos no son excluyentes, no reflejan las variaciones espaciales y temporales en la calidad del agua debido a factores internos y externos al cuerpo hídrico. Por ello, se recomienda utilizar ambos métodos para tener una visión más amplia del estado de los ambientes acuáticos.

Al respecto Nuñez y Fragoso-Castilla, (2020), mencionan que los ecosistemas acuáticos se caracterizan por tener una gran variedad de especies. Sin embargo, los cambios en el uso del suelo, como la conversión de bosques nativos en tierras agrícolas, de ganado y plantaciones forestales, afectan a las comunidades acuáticas. Esto se debe a que la pérdida de vegetación ribereña tiene efectos directos e indirectos en la calidad del agua, en el tipo de sustrato y en las condiciones físicas del hábitat acuático, así como en las comunidades bióticas. Esto se debe a que reduce la cantidad de material externo que ingresa al cuerpo hídrico y la disponibilidad de sustratos proporcionados por los bosques adyacentes, lo que altera la estructura y la función trófica de las comunidades de insectos acuáticos.

Evaluar la calidad del agua utilizando organismos vivos es un proceso que involucra varias etapas, iniciando con la selección de organismos, tales como macroinvertebrados, peces o plantas, dependiendo del ecosistema y del propósito de la evaluación, posterior a ello se lleva a cabo el muestreo llegando a incluir la recolección de organismos vivos o la toma de muestras de agua para evaluar parámetros físicos, químicos y biológicos. Seguidamente se realiza un análisis: Las muestras de agua deben ser analizadas para determinar la calidad del agua, por medio de un conteo de organismos, la medición de parámetros físicos y químicos y la evaluación de la salud de los organismos. Finalmente se lleva a cabo la interpretación de resultados por medio de la comparación de los resultados con los límites de calidad establecidos y la determinación de si el agua es apta para su uso (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, 2018).

La valoración de la calidad se hace por medio del uso de índices que permiten comparar los resultados esperados, dentro de los más utilizados se encuentra el índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), el cual analiza la presencia de familias de macroinvertebrados tolerantes o sensibles a la contaminación de tipo orgánico, o el índice AAMBI que ayuda a conocer sobre la calidad ecológica de un recurso hídrico (Vilca-Carhuapoma, 2022).

Algunos estudios realizados en materia de caracterización de la calidad del agua en cuerpos hídricos arrojaron buenos resultados, tal como el desarrollado por Nuñez y Fragoso-Castilla, (2019), quienes usaron a los macroinvertebrados acuáticos para la identificar la contaminación del Agua de la Ciénaga Mata de Palma en Colombia, se encontraron 722 organismos relacionados con las macrofitas, de los cuales 439 fueron hallados durante la

época de lluvias y 283 durante la época seca. Estos organismos pertenecen a dos phylum, cinco clases, once órdenes y veinte familias. En cuanto a los organismos presentes en los sedimentos, se identificaron 148, 74 durante la época de lluvias y 74 durante la época seca, que pertenecen a tres phylum, tres clases, cuatro órdenes y ocho familias. El índice BMWO/Col promedio para los macroinvertebrados asociados con las macrofitas durante la época de lluvias indica que la calidad del agua de todas las estaciones es ligeramente contaminada, mientras que durante la época seca se considera muy contaminada.

El índice BMWP es una herramienta para evaluar la calidad del agua basada en la presencia o ausencia de macroinvertebrados. Las familias de estos seres son asignadas valores que van desde 10 (para aquellas más sensibles a la contaminación) hasta 1 (para aquellas que son más tolerantes a la contaminación). La clasificación final se divide en seis categorías que van desde "aguas de calidad excelente" hasta "aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas". La determinación del índice se realiza sumando los puntajes de cada una de las familias identificadas y comparándolos con los valores establecidos en el índice BMWP (Leaño y Pérez, 2020).

Otro indicador de importancia el índice de ETP el cual es un indicador importante que mide la presencia de tres órdenes de insectos: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. Estos órdenes son particularmente sensibles a la contaminación humana y se utilizan como indicadores biológicos del impacto ambiental. El proceso para calcular el índice consiste en identificar inicialmente las familias, contar el número total de individuos pertenecientes a cada una de las familias y luego multiplicar este número por el número total de individuos recolectados. Finalmente, se multiplica el resultado por 100 para obtener el índice de ETP. Es importante destacar que el índice de ETP es una herramienta valiosa para evaluar la salud ambiental y la presencia de contaminación. (López et al., 2019).

Similar a estos índices se identifica el Índice AAMBI (Andean -Amazon Biotic Index), El Índice Biológico Andino Amazónico es una herramienta utilizada para clasificar la calidad ecológica de un sistema. l Índice AAMBI se basa en la acumulación de valores numéricos asignados a cada familia. Estos valores van desde 1 para las familias más tolerantes hasta 10 para las más sensibles. Finalmente, se clasifica la puntuación final en cinco categorías, que van desde excelente calidad del agua (con un puntaje mayor a 121) hasta mala calidad del agua con una carga de contaminación elevada (con un puntaje menor a 35) (Galarza et al.,

2021).

En el caso de la presente investigación tras la revisión de antecedentes sobre estudios de la calidad del agua en el río Chico de la parroquia Tarqui, se logró determinar que no existían estudios en el área, sin embargo, se habían observado desarrollo agrícola y humano en zonas aledañas al cauce del río. Por lo que con la ejecución del estudio se busca conocer los niveles de contaminación biológica del río Chico debido al crecimiento demográfico visualizado y la falta de estudios recientes sobre el tema. Para ello, se realizarán muestreos en diferentes puntos del río para analizar las familias de microinvertebrados presentes y determinar los índices BMWP para evaluar la calidad del agua.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Este estudio es de tipo aplicado, ya que se tomaron los conocimientos teóricos sobre la evaluación de la calidad del agua al monitoreo de cuerpos de agua y se pusieron en práctica para la caracterización de la calidad del agua en el río Chico, parroquia Tarqui. Para determinar la calidad del agua, se seleccionaron puntos de muestreo estratégicos y se utilizó el enfoque mixto, que incluyó la observación científica de las familias de invertebrados presentes y el análisis estadístico de los resultados mediante el índice EPT, BMWP y AAMBI. Esto permitió evaluar la calidad del agua en cada punto de muestreo.

Equipos y herramientas

Para llevar a cabo el monitoreo de la calidad del agua del río Chico, parroquia Tarqui a través de los macroinvertebrados como indicadores, se utilizarán los siguientes equipos y herramientas en el trabajo de campo.

Equipos: teléfono inteligente, cámara fotográfica, microscopio digital, equipo de computación y GPS.

Herramientas: red de patada, lupa, lámina de macroinvertebrados, juego de pinzas, alcohol, cinta métrica, frascos y bandejas

Fase de campo

Identificación del área de estudio

A continuación, se describen los tres puntos estratégicos seleccionados a lo largo del río Chico donde se llevará a cabo la identificación de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 1: Puntos de muestreo.

Puntos de Muestreo	Localización	Puntos GPS
Zona de los Gallineros	Vía Tarqui, Madre Tierra, al lado del Motel San Valentín	X:832279,335 Y:9830193,431
Antes de la población	Comunidad Río Chico	X:830638,549 Y:9830863,945
Después de la población	150 m aguas abajo luego de la comunidad Río Chico	X:830378,232- Y:9830903,387

Elaborado por: Autoras del estudio

La microcuenca del río Chico se localizada en la parroquia Tarqui perteneciente a la provincia del Pastaza con una longitud (77° 57' 37" W) y latitud (1° 34' 30" S), zona 18S.

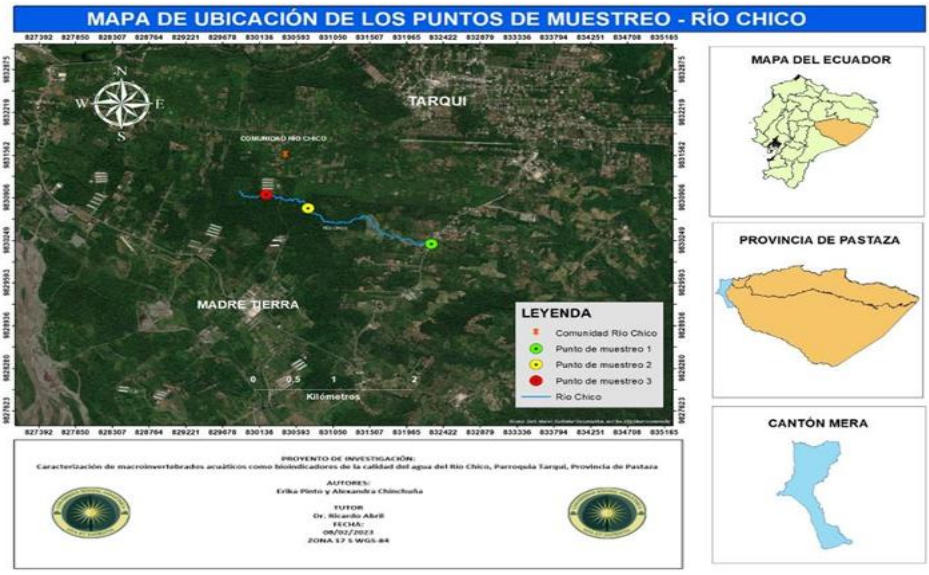


Gráfico 1: Localización en el mapa de los puntos de toma de muestra

Análisis de la información

Para identificar las familias de macroinvertebrados presentes, se separaron y recolectaron los sustratos individualmente y se colocaron en bandejas. Luego se utilizó una lupa y un microscopio digital para examinar los ejemplares y realizar la identificación siguiendo los procedimientos descritos en la Guía de macroinvertebrados bentónicos sudamericanos de

Domínguez y Fernández (2009). Una vez determinadas las familias de invertebrados presentes, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos para realizar el cálculo de cada uno de los índices presentados a continuación;

Índice de EPT

El índice EPT es un indicador biológico utilizado para evaluar la calidad del agua en un cuerpo de agua. Se basa en la presencia de tres grupos de invertebrados acuáticos: Ephemeroptera (mayflies), Plecoptera (stoneflies) y Trichoptera (caddisflies). Estos grupos se consideran como bioindicadores de la calidad del agua, ya que son muy sensibles a los contaminantes y a los cambios en el ecosistema acuático.

El proceso metodológico para el cálculo del índice EPT incluye los siguientes pasos:

- Muestreo de invertebrados acuáticos: Se toman muestras de invertebrados acuáticos en un cuerpo de agua utilizando redes o trampas de muestreo. Se pueden tomar varias muestras en diferentes puntos del cuerpo de agua para tener una imagen más completa de la diversidad de invertebrados acuáticos.
- Identificación de los invertebrados: Los invertebrados acuáticos se identifican a nivel de familia o género, utilizando claves taxonómicas y técnicas de laboratorio. Es importante tener un especialista o experto en invertebrados acuáticos para garantizar la identificación correcta de las especies.
- Asignación de valores a las familias de invertebrados: A cada familia identificada se le asigna un valor según su sensibilidad a la contaminación. Los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera se consideran las más sensibles y se les asigna un valor de 3. Otras familias de invertebrados menos sensibles se les asigna un valor menor.
- Cálculo del índice EPT: El índice EPT se calcula sumando los valores asignados a cada familia de invertebrados acuáticos identificados en la muestra. El resultado final es un número que indica la calidad del agua del cuerpo de agua muestreado. Cuanto mayor sea el valor del índice EPT, mayor será la calidad del agua.

Índice BMWP

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es otro indicador biológico

utilizado para evaluar la calidad del agua en un cuerpo de agua. Se basa en la presencia de diferentes grupos de invertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua.

El proceso metodológico para el cálculo del índice BMWP incluye los siguientes pasos:

- Muestreo de invertebrados acuáticos: Al igual que en el índice EPT, se toman muestras de invertebrados acuáticos en un cuerpo de agua utilizando redes o trampas de muestreo. Se pueden tomar varias muestras en diferentes puntos del cuerpo de agua para tener una imagen más completa de la diversidad de invertebrados acuáticos.
- Identificación de los invertebrados: Los invertebrados acuáticos se identifican a nivel de familia o género, utilizando claves taxonómicas y técnicas de laboratorio.
- Asignación de valores a las familias de invertebrados: A cada familia de invertebrados se le asigna un valor según su tolerancia a la contaminación. Las familias más tolerantes a la contaminación se les asigna un valor menor y las menos tolerantes se les asigna un valor mayor.
- Cálculo del índice BMWP: El índice BMWP se calcula sumando los valores asignados a cada familia de invertebrados acuáticos identificados en la muestra. El resultado final es un número que indica la calidad del agua del cuerpo de agua muestreado. Cuanto mayor sea el valor del índice BMWP, mayor será la calidad del agua.

Índice AABI

- Muestreo de invertebrados acuáticos: Al igual que en los índices EPT y BMWP, se toman muestras de invertebrados acuáticos en un cuerpo de agua utilizando redes o trampas de muestreo. Se pueden tomar varias muestras en diferentes puntos del cuerpo de agua para tener una imagen más completa de la diversidad de invertebrados acuáticos.
- Identificación de los invertebrados: Los invertebrados acuáticos se identifican a nivel de familia o género, utilizando claves taxonómicas y técnicas de laboratorio.
- Asignación de valores a las familias de invertebrados: A cada familia de invertebrados se le asigna un valor según su sensibilidad a la contaminación. Las familias más sensibles se les asigna un valor mayor y las menos sensibles se les

asigna un valor menor.

- Cálculo del índice AAMBI: El índice AAMBI se calcula dividiendo la suma de los valores asignados a cada familia de invertebrados acuáticos identificados en la muestra por el número total de familias identificadas en la muestra. El resultado final es un número que indica la calidad del agua del cuerpo de agua muestreado. Cuanto mayor sea el valor del índice AAMBI, mayor será la calidad del agua.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer día de muestreo

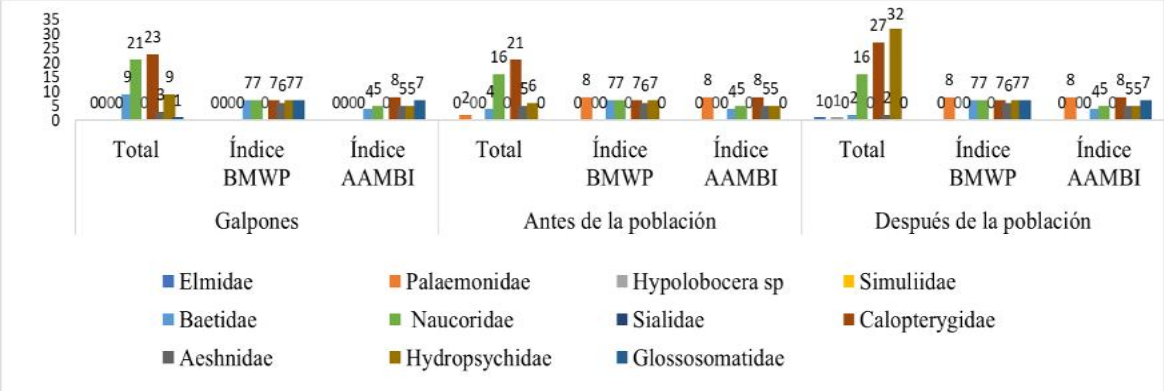


Figura 1: Resultado del primer día de muestreo en el río Chico.

Elaborado por: Autoras del estudio

Tabla 2: Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados el primer día de muestreo

		Galpones			Antes de la población			Después de la población		
ORDEN	**FAMILIA**	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI
Coleoptera	*Elmidae*	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Decapoda	*Palaemonidae*	0	0	0	2	8	8	0	8	8
Decapoda	*Hypolobocera sp*	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Diptera	*Simuliidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	*Baetidae*	9	7	4	4	7	4	2	7	4
Hemiptera	*Naucoridae*	21	7	5	16	7	5	16	7	5
Megaloptera	*Sialidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	*Calopterygidae*	23	7	8	21	7	8	27	7	8

Odonata	*Aeshnidae*	3	6	5	5	6	5	2	6	5
Trichoptera	*Hydropsychidae*	9	7	5	6	7	5	32	7	5
Trichoptera	*Glossosomatidae*	1	7	7	0	0	0	0	7	7
	Total	66	41	34	54	42	35	81	49	42

	Índice de EPT	**Índice BMWP**	**Índice AAMBI**
Galpones	Regular	Agua calidad mala, contaminada	Mala
Antes de la población	Mala	Agua calidad mala, contaminada	Mala
Después de la población	Regular	Agua calidad mala, contaminada	Regular

Elaborado por: Autoras del estudio

El análisis de los resultados obtenidos tras evaluar la presencia de invertebrados en un cuerpo de agua en tres puntos diferentes muestra una variación significativa en la calidad del agua. En general, el número total de invertebrados aumentó después de la población, pasando de 54 a 81.

Se encontraron varias familias de invertebrados en el cuerpo de agua, pero algunas de ellas fueron más abundantes que otras. La familia *Naucoridae (Hemiptera)* fue la más común en todos los puntos de muestreo, con un total de 53 individuos en los tres puntos juntos. La familia *Calopterygidae (Odonata)* también fue muy abundante, con un total de 71 individuos.

Al observar los resultados en cada punto de muestreo, se encontró que la presencia de invertebrados fue muy diferente en cada uno. En el punto de muestreo de los galpones, se encontraron pocos invertebrados, con un total de 66 individuos de diferentes familias. En el punto de muestreo antes de la población, se encontraron un total de 54 individuos de diferentes familias. Finalmente, en el punto de muestreo después de la población, se encontró un total de 81 individuos de diferentes familias.

Ahora bien, según la valoración de los índices, se puede observar que la calidad del agua en los tres puntos de muestreo evaluados es mala, aunque hubo una mejora en el punto de muestreo después de la población en términos del índice AAMBI, que se considera regular.

El índice de EPT, que evalúa la presencia de invertebrados sensibles a la contaminación, muestra una calidad de agua regular en el punto de muestreo de los galpones y después de la población, mientras que antes de la población, la calidad del agua fue mala. Esto sugiere que la presencia de invertebrados sensibles aumentó después de la población, lo que indica una mejora en la calidad del agua.

Por otro lado, el índice BMWP, que evalúa la presencia de invertebrados tolerantes a la contaminación, muestra una calidad de agua mala en los tres puntos de muestreo, lo que indica una alta contaminación.

Finalmente, el índice AAMBI, que evalúa la calidad del agua en términos de la presencia de invertebrados acuáticos, muestra una calidad de agua mala en los puntos de muestreo de los galpones y antes de la población, y regular después de la población. Esto indica una mejora en la calidad del agua después de la población, pero aún no es suficiente para considerarla buena.

En conclusión, la evaluación de los índices sugiere que la calidad del agua en los puntos de muestreo evaluados es mala debido a la presencia de invertebrados tolerantes a la contaminación, aunque la presencia de invertebrados sensibles aumentó después de la población, lo que indica una mejora en la calidad del agua. Sin embargo, aún es necesario realizar análisis adicionales para determinar la calidad del agua con mayor precisión y evaluar el impacto de la población en el cuerpo de agua.

Segundo día de muestreo

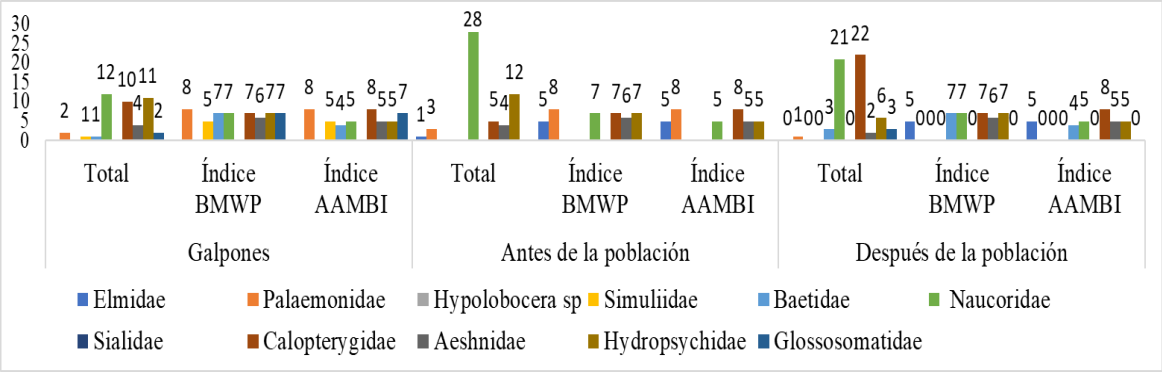


Figura 2: Resultado del segundo día de muestreo en el río Chico.

Tabla 3: Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados en el segundo día de muestreo

		Galpones			Antes de la población			Después de la población		
ORDEN	**FAMILIA**	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI
Coleoptera	*Elmidae*	0	0	0	1	5	5	0	5	5
Decapoda	*Palaemonidae*	2	8	8	3	8	8	1	0	0
Decapoda	*Hypolobocera sp*	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Diptera	*Simuliidae*	1	5	5	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	*Baetidae*	1	7	4	0	0	0	3	7	4
Hemiptera	*Naucoridae*	12	7	5	28	7	5	21	7	5
Megaloptera	*Sialidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	*Calopterygidae*	10	7	8	5	7	8	22	7	8
Odonata	*Aeshnidae*	4	6	5	4	6	5	2	6	5
Trichoptera	*Hydropsychidae*	11	7	5	12	7	5	6	7	5
Trichoptera	*Glossosomatidae*	2	7	7	0	0	0	3	0	0
	Total	43	54	47	53	40	36	58	39	32

	Índice de EPT	**Índice BMWP**	**Índice AAMBI**
Galpones	Regular	Agua calidad mala, contaminada	Regular
Antes de la población	Mala	Agua calidad mala, contaminada	Regular
Después de la población	Mala	Agua calidad mala, contaminada	Mala

Elaborado por: Autoras del estudio

Los resultados obtenidos tras evaluar la presencia de invertebrados en un cuerpo de agua en tres puntos diferentes indican que hay variaciones en la diversidad y cantidad de familias presentes en cada punto. A continuación, se detalla la presencia de cada familia en cada punto:

En los galpones: se encontraron invertebrados de las familias *Elmidae, Palaemonidae, Simuliidae, Baetidae, Naucoridae, Aeshnidae, Hydropsychidae* y *Glossosomatidae.* En el punto antes de la población: se encontraron invertebrados de las familias *Palaemonidae, Baetidae, Naucoridae, Calopterygidae, Aeshnidae, Hydropsychidae* y *Glossosomatidae.*

En el punto después de la población: se encontraron invertebrados de las familias *Palaemonidae, Naucoridae, Calopterygidae, Aeshnidae, Hydropsychidae* y *Glossosomatidae.*

En general, la familia Naucoridae fue la más abundante en los tres puntos de muestreo, con una mayor cantidad de individuos en el punto antes de la población y los galpones. También se observa una mayor diversidad de familias en los galpones en comparación con los otros dos puntos de muestreo. En el punto después de la población, se encontraron menos familias y una menor cantidad de individuos en comparación con los otros dos puntos de muestreo.

El análisis de los resultados de la evaluación de la presencia de invertebrados en el cuerpo de agua muestra una baja calidad del agua en los tres puntos de muestreo evaluados,

basándose en los índices BMWP y AAMBI.

El índice BMWP, que evalúa la presencia de invertebrados tolerantes a la contaminación, indica que la calidad del agua es mala en los tres puntos de muestreo, con una puntuación total de 54, 40 y 39 respectivamente para los galpones, antes y después de la población. Esto sugiere una alta contaminación en el cuerpo de agua evaluado.

El índice AAMBI, que evalúa la calidad del agua en términos de la presencia de invertebrados acuáticos, indica una calidad de agua mala en los puntos de muestreo de los galpones y antes de la población, y regular después de la población, con una puntuación total de 47, 36 y 32 respectivamente. Esto sugiere una mejora en la calidad del agua después de la población, aunque aún no se considera buena.

El Índice de EPT indica que la calidad del agua es regular en los galpones y después de la población, y mala antes de la población. El Índice BMWP indica que la calidad del agua es mala en los tres puntos de muestreo. El Índice AAMBI indica una calidad de agua regular en los galpones y después de la población, y mala antes de la población.

Los resultados sugieren una alta contaminación del cuerpo de agua evaluado en los tres puntos de muestreo, lo que puede tener efectos negativos en la biodiversidad acuática y en la salud humana y animal si se utiliza para consumo o riego.

Tercer día de muestreo

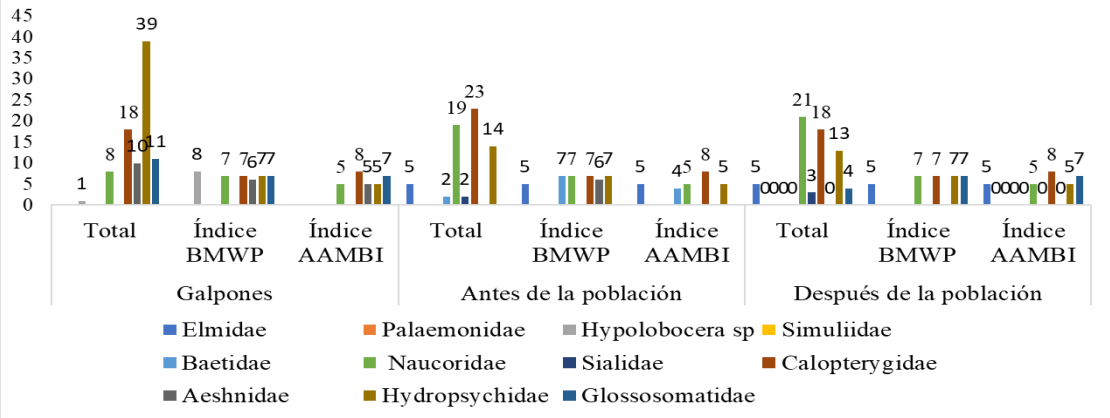


Figura 3: Resultado del tercer día de muestreo en el río Chico.

Tabla 4: Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados en el tercer día de muestreo

		Galpones			Antes de la población			Después de la población		
ORDEN	**FAMILIA**	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI	Total	Índice BMWP	Índice AAMBI
Coleoptera	*Elmidae*	0	0	0	5	5	5	5	5	5
Decapoda	*Palaemonidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Decapoda	*Hypolobocera sp*	1	8	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	*Simuliidae*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	*Baetidae*	0	0	0	2	7	4	0	0	0
Hemiptera	*Naucoridae*	8	7	5	19	7	5	21	7	5
Megaloptera	*Sialidae*	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Odonata	*Calopterygidae*	18	7	8	23	7	8	18	7	8
Odonata	*Aeshnidae*	10	6	5	0	6	0	0	0	0
Trichoptera	*Hydropsychidae*	39	7	5	14	7	5	13	7	5
Trichoptera	*Glossosomatidae*	11	7	7	0	0	0	4	7	7
	Total	87	42	30	65	39	27	64	33	30

	Índice de EPT	**Índice BMWP**	**Índice AAMBI**
Galpones	Buena	Agua calidad mala, contaminada	Mala
Antes de la población	Regular	Agua calidad mala, contaminada	Mala
Después de la población	Regular	Agua de calidad mala muy contaminada	Mala

Elaborado por: Autoras del estudio

En general, los invertebrados acuáticos son sensibles a la calidad del agua y pueden utilizarse como indicadores de la calidad del ecosistema acuático en el que se encuentran. La presencia o ausencia de ciertas familias o grupos taxonómicos de invertebrados puede indicar la presencia de contaminantes químicos o físicos en el agua, la alteración del hábitat, la degradación de la calidad del agua, entre otros.

En este caso, podemos observar que hay diferencias en la presencia de ciertas familias de invertebrados entre los tres puntos de muestreo. Por ejemplo, en los galpones sólo se encontraron invertebrados de las familias *Elmidae, Sialidae* y *Naucoridae*, mientras que en el punto antes de la población se encontraron varias familias más, incluyendo *Hydropsychidae, Glossosomatidae, Calopterygidae* y *Aeshnidae.* Después de la población, se encontraron más invertebrados de la familia *Naucoridae* y se registró la presencia de *Glossosomatidae.*

En resumen, los resultados obtenidos tras la evaluación de la presencia de invertebrados acuáticos en tres puntos diferentes en un cuerpo de agua sugieren que la calidad del agua

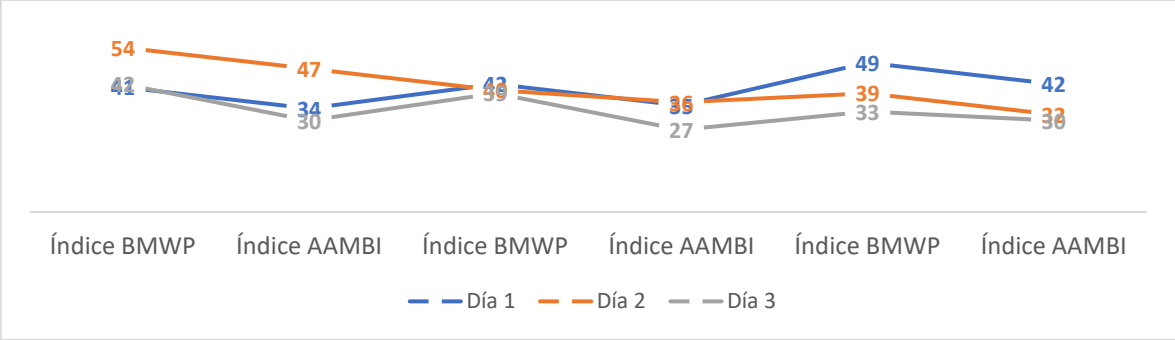
puede variar en función de las condiciones específicas en cada punto. La presencia de ciertas familias de invertebrados puede ser indicativa de la calidad del agua y puede ayudar a identificar los factores que pueden estar afectando la calidad del ecosistema acuático.

Los resultados obtenidos en los puntos de evaluación muestran que la calidad del agua en los tres puntos es mala, con un índice BMWP bajo y un índice AAMBI también bajo. Además, el índice de EPT, que es un indicador de la salud del ecosistema acuático y la calidad del agua, indica una calidad del agua "buena" en los galpones y "regular" en los otros dos puntos de muestreo.

Estos resultados sugieren que hay factores que están afectando la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático en esta zona. Los bajos valores del índice BMWP y del índice AAMBI indican la presencia de contaminantes químicos y físicos en el agua, así como la degradación del hábitat y la alteración del ecosistema acuático. La presencia de invertebrados acuáticos en los tres puntos indica que hay vida en el cuerpo de agua, pero la baja diversidad de familias registradas y la ausencia de familias sensibles a la contaminación sugieren que la calidad del agua es pobre y que la salud del ecosistema acuático puede estar comprometida.

Para evaluar la calidad del agua en cada uno de estos puntos, se podría utilizar un índice de calidad

Comparación de índices de calidad de agua



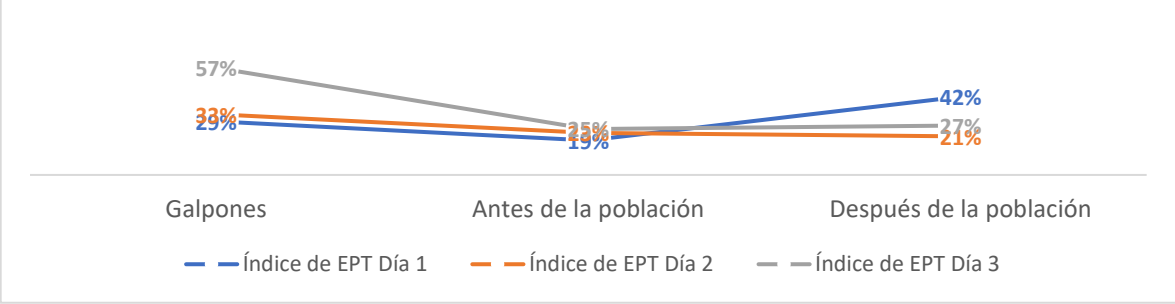


Figura 4: Resultado del muestreo después de la población del río Chico.

Los resultados de los tres días de muestreo en los tres puntos de evaluación indican una tendencia general a la mala calidad del agua en la zona. En cuanto a los índices EPT, BMWP y AAMBI, se observan variaciones en los valores de cada índice en los diferentes puntos y días de muestreo.

En el punto de los galpones, se observa una tendencia a la mala calidad del agua, con valores de los tres índices que indican una calidad mala o regular en todos los días de muestreo. En el punto antes de la población, se observan valores similares en los tres días de muestreo, con un índice de EPT que varía de malo a regular y valores de BMWP y AAMBI que indican una mala calidad del agua. En el punto después de la población, se observan variaciones en los valores de los tres índices entre los diferentes días de muestreo, con un índice de EPT que varía de regular a malo, valores de BMWP que indican una mala calidad del agua y un índice AAMBI que indica una mala calidad del agua en todos los días de muestreo.

En general, estos resultados indican que la calidad del agua en la zona no es adecuada y que hay factores que pueden estar afectando la salud del ecosistema acuático. Por su parte, (Bueñaño et al., 2018), quienes emplearon macroinvertebrados para evaluar la calidad del agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, obteniendo como resultados que los índices BMWP y EPT sugieren que la calidad del agua en la cuenca es muy crítica y crítica. Los valores de BMWP variaron entre 2 y 34 y de 0 a 36 durante el primer y segundo período, respectivamente, mientras que los valores de EPT variaron entre 0 y 4,82 en el primer período y entre 0 y 16,81 en el segundo período.

Similarmente en el estudio de (Yumbo et al., 2018) analizaron la calidad del agua del río Pajan en Manabí, obteniendo que los índices IBF y BMWP arrojaron que la calidad del agua es regular a mala, con valores de 6,7 y 55,3 respectivamente y sin diferencias significativas entre puntos. Además, se encontró bajos niveles de oxígeno disuelto (entre 3,5 y 3,75 mg/l) y altos niveles de sólidos totales disueltos (entre 1500 y 1594 mg/l), lo que indica una fuente de agua dulce de calidad insuficiente en la provincia de Manabí.

Otra investigación realizada en un río en el Ecuador, específicamente en el río Jipijapa, utilizaron como técnica de evaluación el Índice de BMWP con un valor promedio de 34,

ubicado en el rango de 16 a 35 correspondiente una calidad de agua mala o muy contaminada, (Osejos et al., 2020).

Por otro lado, en el caso del Sistema Fluvial Alto Antonio Ecuatoriano, realizado por (Quispi et al., 2018) identificaron que la calidad del agua en la microcuenca del río Nagsiche era regular a muy buena gracias a los altos niveles de oxigenación y la presencia de macroinvertebrados de la familia *Baetidae* en los puntos YU-PC-VP. Sin embargo, la presencia de especies *Chironomidae, Ceratopogonid*a y *Simuliidae* en los puntos HP y PANZ indica una mala calidad del agua, que está relacionada con el grado de colonización en cada punto de monitoreo.

Similarmente el estudio de Vera y Díaz, (2022) en Colombia, realizó la caracterización de la calidad del agua del Río Cesar empleando macroinvertebrados obteniendo que se registraron un total de 964 macroinvertebrados, que pertenecen a tres phylum, tres clases, nueve órdenes y treinta y cuatro familias. La estación 3, ubicada después del vertimiento de aguas residuales, tuvo el mayor número de individuos (521), mientras que la estación 1, ubicada antes del vertimiento, tuvo la menor cantidad de individuos (46). Esto indica que las primeras dos estaciones tienen una mejor calidad del agua que las dos estaciones situadas más abajo.

Otro estudio realizado por Rodriguez-Ovalle et al., (2019) en México empleó la misma metodología para valorar la contaminación del Río la Silla, obteniendo como resultado que se recolectaron 757 insectos acuáticos, representados en diferentes etapas como ninfas, larvas y adultos. En total, se encontraron cinco órdenes, diez familias y diecinueve géneros. Los órdenes más abundantes fueron Odonata y Ephemeropter. Los índices utilizados para el análisis no muestran una tendencia general, con los valores más altos para el sitio antes de la descarga de aceite y los valores más bajos para el sitio del incidente ecológico, lo que se interpreta como el efecto de la descarga. El tercer sitio de muestreo tuvo valores intermedios, lo que indica una posible recuperación del sistema acuático.

En Ecuador, Pérez. et al., (2021), realizaron un estudio del río Jurumbaino en Morona Santiago, identificando que según el análisis de Correspondencia Canónica (ACC) permitió determinar la correlación entre las familias de macroinvertebrados acuáticos y los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Las familias *Hydropsychidae, Glossosomatidae* y

Calopterygidae no se correlacionaron con el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos, mientras que los parámetros fisicoquímicos de coliformes fecales, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y temperatura no tuvieron una gran influencia en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos, por lo que no hay una gran relación con dichos parámetros.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos al evaluar la presencia de invertebrados acuáticos en tres puntos del río Chico indican que existe una contaminación biológica en el cuerpo de agua en la zona de estudio. La presencia de invertebrados acuáticos es un indicador clave de la salud del ecosistema acuático y la calidad del agua, en los tres puntos de muestreo indican que la calidad del agua es pobre y que el ecosistema acuático puede estar comprometido.

En los galpones se encontró una mayor diversidad de invertebrados acuáticos en comparación con los otros dos puntos de muestreo, lo que sugiere que la contaminación es menor en esta zona. Sin embargo, aún se observan valores bajos en los índices de calidad del agua. Antes y después del impacto de la población se observó una tendencia a la disminución de la cantidad y diversidad de invertebrados acuáticos, lo que sugiere que el impacto humano puede estar afectando negativamente la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático en la zona.

Según los resultados obtenidos en el análisis de la presencia de invertebrados acuáticos en el río Chico, se puede concluir que existe una contaminación biológica en el cuerpo de agua. Los bajos valores de los índices EPT, BMWP y AAMBI indican que hay una baja diversidad y cantidad de invertebrados acuáticos, lo que sugiere que la calidad del agua es pobre y que el ecosistema acuático puede estar comprometido.

Es importante destacar que la presencia de invertebrados acuáticos es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, ya que desempeñan un papel importante en la cadena alimentaria y en la eliminación de materia orgánica y otros contaminantes del agua. La ausencia o baja diversidad de invertebrados acuáticos puede indicar la presencia de contaminantes químicos y físicos en el agua, así como la degradación del hábitat y la alteración del ecosistema acuático.

En resumen, la evaluación de la presencia de invertebrados acuáticos en el río Chico sugiere que hay niveles de contaminación biológica en el cuerpo de agua. Es necesario realizar más estudios y análisis para confirmar estos resultados y obtener una imagen más completa de la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático. Con esta información, se pueden implementar medidas de gestión y conservación adecuadas para mejorar la calidad del agua y proteger el ecosistema acuático.

5. BIBLIOGRAFÍA

Bravo, L., & Restrepo, G. (2021). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en dos ecosistemas lóticos en El Doncello, Caquetá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas, 17*(1). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.5432

Bueñaño, M., Vásquez, C., Parra, J., & Pérez, R. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica, 13*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.21676/23897864.2405

Galarza, E., Cabrera, M., & Espinosa, R. (2021). Ecosystems with Multiple Lines of Evidence: The Case of the Northeast Andean Foothills of Ecuador. *Bull Environ Contam Toxicol, 107*, 52-61. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00128-020-03089-0

Leaño, J., & Pérez, D. (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Rio Trancas, Municipio de Entre Ríos - Tarija. *Acta Nova, 9*(4). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892020000100007&script=sci_arttext

López Mendoza, S., Huertas, D., Jaramillo, A., Calderón, D., & Díaz, J. (2018). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo, 37*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281

López, S., Huertas, D., Jaramillo, A., Calderón, D., & Díaz, J. (Julio/Diciembre de 2019). Ingeniería y Desarrollo. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Teusaca. *Ingeniería y Desarrollo, 37*(2), 271-279. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269#:~:text=La%20calidad%20del%20agua%20del,las%20especies%20colectadas%20de%20macroinvertebrados.

Meneses, Y., Castro, M., & Jaramillo, A. (2019). Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/Col y ABI. *Acta Biológica Colombiana, 24*(2), 299-310. https://doi.org/https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.70716

Nuñez, J., & Fragoso-Castilla, P. (2019). Uso de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación del Agua de la Ciénaga Mata de Palma (Colombia). *Información Tecnológica, 30*(5). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500319

Nuñez, J., & Fragoso-Castilla, P. (2020). Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca media del rio Guatapurí (Valledupar, Colombia). *Información*

Tecnológica, 31(6). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600207

Osejos, M., MC., M., Merino, M., & Solis, J. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del rio Jipijapa - Ecuador. *Revista Cientifica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. Recimundo, 4*(4), 457-467. https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/962/1539

Pérez, J., Martínez-Romero, L., Castellanos-Guerrero, L., & Mora-Parada, A. (2020). Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del Departamento de Boyacá, Colombia. *Revista Producción + Limpia, 15*(1), 35-49. https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a3

Pérez, O., Mendez, P., & Cazorla, X. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua del río jurumbaino mediante macroinvertebrados como bioindicadores, Macas, Morona Santiago. *Polo del Conocimiento, 6*(9), 259-281. https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3024

Quispi, A., Pérez, P., Rodríguez, M., Santillán, G., Reclade, C., & Carrión, D. (2018). Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad del Agua de un Sistema Fluvial Alto Andino Ecuatoriano. *Revista Científica Hallazgos 21, 3*(Suplemento Epecial). https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/234/140

Rodas, J., Carranza, J., Montoya, D., & Borjas, G. (2022). Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad ecológica en tres microcuentas del río Choluteca, Honduras. . *Revista Bionatura, 7*(3), 35. https://doi.org/DOI. 10.21931/RB/2022.07.03.35

Rodriguez-Ovalle, L., Sánchez-Solís, A., Aguilar-Delgado, V., & H., Q. (2019). Determinación de la calidad de agua del río la Silla con insectos acuáticos como bioindicadores. *Boletín Soc. Mex. Ento., 5*, 1-4. http://revistas.acaentmex.org/index.php/boletin/article/view/172/157

Vera, A., & Díaz, A. (2022). Caracterización de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua en un sector de la cuencia media Río Cesar. *Revista Cemi*(3). https://revistas.sena.edu.co/index.php/CEMI/article/view/5330/5369

Vilca-Carhuapoma, E. (2022). Uso de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua en ecosistemas lóticos en el Perú: una revisión. *South Sustainability, 3*(2), 1-17. https://doi.org/10.21142/SS-0302-2022-e060

Yumbo, K., Lleer, V., Campos, D., Castro, R., & Chirinos, D. (2018). Determinación de la Calidad de Aguas Mediante Indicadores Biológicos y Físico-químicos en el Río Pajan, Manabí, Ecuador. *Investigario*(10). https://doi.org/https://doi.org/10.31095/investigatio.2018.10.4