UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTABRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SALOMÉ, PROVINCIA DE PASTAZA, CANTON PUYO.

AUTOR(ES):

Prissila Beatriz Guebla Quishpi

Fernanda Iris Rochina Chimbo

DOCENTE – TUTOR:

Msc. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Puyo – Pastaza – Ecuador

2022

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

"Caracterización de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua del río Salomé, provincia de Pastaza, Cantón Puyo"

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 la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los criterios
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple con los criterios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con los criterios
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 que se abordó la información.	15/15	Cumple con los criterios

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 criterios
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los criterios
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	2/5	Mejorar la presentación y cantidad de bibliografía consultada
VALORACIÓN TOTAL	97	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**97**

Atentamente,

JESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA

Firmado digitalmente por JESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA
Fecha: 2022-08-04 21:46+19:00

Mgter. Jesús Antonio Bonilla De Gracia

Dado en la ciudad de Puyo, a los 04 días del mes de agosto de 2022

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 la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	**5/5**	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	**4/5**	Existen faltas ortográficas, revisar la redacción
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	**19/20**	Existen faltas ortográficas, revisar la redacción
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	**15/15**	
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 que se abordó la información.	**14/15**	Existen faltas ortográficas, revisar la redacción

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.	**22/25**	En el resultado se menciona que existe disminución de los macroinvertebrados en ciertos puntos del muestreo, hubiese sido interesante que se analice y describa cuáles son las principales causas de esa disminución de la zona de estudio.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	**8/10**	Se recomendó una mejor discusión y reflexión de los resultados en cuanto a la relación de los contaminantes vs disminución de los macroinvertebrados en la zona, propuestas de mejora.
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	**92**	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**92**

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JESSICA ALEXANDRA MACHADO CUZCO

Jessica Alexandra Machado Cuzco

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

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

Puyo, 18 de Julio de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Guebla Quishpi Prissila Beatriz con C.I. 160070506-3, con el Tema: "**Caracterización de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de la Calidad del Agua del Río Salomé, provincia de Pastaza, cantón Puyo**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Abril, ha sido revisado mediante el sistema anti plagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 2022-07-15 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

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf (D142075891)
Submitted	7/15/2022 11:39:00 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 / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf
Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com
10

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx
Document Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx (D127049331)
Submitted by: lblg2017064@uea.edu.ec
Receiver: rburgos.uea@analysis.urkund.com
3

SA

Urkund tesis.docx
Document Urkund tesis.docx (D12072169)
1

SA

TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf
Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)
1

SA

PROYECTO- ADRIAN MUÑOZ.docx
Document PROYECTO- ADRIAN MUÑOZ.docx (D20708673)
1

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

Puyo, 18 de Julio de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Rochina Chimbo Iris Fernanda con C.I. 020238634-8, con el Tema: "**Caracterización de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de la Calidad del Agua del Río Salomé, provincia de Pastaza, cantón Puyo**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Abril, ha sido revisado mediante el sistema anti plagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 2022-07-15 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

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Art. Caracterización de macroinvertebrados acuatiacos rev 14 jul 2022.pdf (D142075891)
Submitted	7/15/2022 11:39:00 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 / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf
Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com
10

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx
Document Macroinvertebrados acuáticos como bioindicador del estado ecológico del río Blanco parroquia Sevilla Sucumbí os-Ecuador.docx (D127049331)
Submitted by: lblg2017064@uea.edu.ec
Receiver: rburgos.uea@analysis.urkund.com
3

SA

Urkund tesis.docx
Document Urkund tesis.docx (D12072169)
1

SA

TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf
Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)
1

SA

PROYECTO- ADRIAN MUÑOZ.docx
Document PROYECTO- ADRIAN MUÑOZ.docx (D20708673)
1

CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SALOMÉ, PROVINCIA DE PASTAZA, CANTÓN PUYO.

Prissila Beatriz Guebla Quishpi
Amb2017326@uea.edu.ec

Fernanda Iris Rochina Chimbo
Amb2017277@uea.edu.ec

Ricardo Vinicio Abril Saltos
Rvabril@uea.edu.ec

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

Resumen

Los moradores de río Salomé han registrado denuncias por la presencia de una planta de tratamiento que afecta al equilibrio del ecosistema acuático, por lo que la presente investigación tuvo como objetivo realizar una caracterización de los niveles de contaminación biológica del río, mediante el reconocimiento de microinvertebrados acuáticos presentes en distintos puntos del afluente. Para ello, se utilizó una investigación del tipo aplicada cualitativa para poder reconocer la calidad del agua por medio de la caracterización de los macroinvertebrados, realizando muestreos en tres puntos a lado de la población (cerca al barrio Salomé) en tres días diferentes, utilizando una red de patada para la recolección durante un periodo de diez minutos en la orilla derecha, centro y orilla izquierda. Se utilizo índices BMWP/PR y EPT para determinar la calidad del agua. Dentro de los principales hallazgos se identificó que en una comparativa general de los tres puntos de muestreos, se observa un decaimiento en las familias y números de macroinvertebrados presentes en los puntos de muestra a lo largo del tiempo. Así mismo existe una disminución del índice de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) en el primer punto de 51% a 50%; el segundo de 15% a 4%; el tercero 10% a 0% y BMWP/PR con un valor de 35, 39 y 40 en las tres fechas y puntos de muestreos calificándola como agua de mala calidad.

Concluyendo que en la actualidad en el río Salomé existe una afectación significativa de la calidad del agua debido a la contaminación producida por actividades antropogénicas dadas en la población de la parroquia Tarqui que cohabita en zonas aledañas al río, llegando a identificar la nula actividad de invertebrados EPT en algunos puntos de los muestreos, dando a reconocer el alto impacto a nivel de los ecosistemas acuáticos.

***Palabras Clave**:* Contaminación, Calidad de agua, Macroinvertebrados, río Salomé,

Abstract

The residents of the Salomé River have registered complaints about the presence of a treatment plant that affects the balance of the aquatic ecosystem, so this research aimed to characterize the levels of biological contamination of the river, through the recognition of aquatic macroinvertebrates present at different points of the tributary. For this purpose, qualitative applied research was used to recognize the water quality through the characterization of macroinvertebrates, sampling at three points next to the population (near the Salomé neighborhood) on three different days, using a kick net for collection during a period of ten minutes on the right bank, center and left bank. BMWP/PR and EPT indices were used to determine water quality. Among the main findings, it was identified that in a general comparison of the three sampling points, there was a decline in the families and numbers of macroinvertebrates present in the sample points over time. Likewise, there is a decrease in the EPT index (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) in the first point from 51% to 50%; the second from 15% to 4%; the third 10% to 0% and BMWP/PR with a value of 35, 39 and 40 on the three dates and sampling points, qualifying it as poor-quality water. The conclusion is that there is currently a significant affectation of water quality in the Salome River due to contamination caused by anthropogenic activities in the population of the Tarqui parish that cohabits in areas adjacent to the river, identifying the null activity of EPT invertebrates in some sampling points, recognizing the impact at the level of aquatic ecosystems.

***Keywords**:* Contamination, Water quality, Macroinvertebrates, Salome River.

1. INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores relacionados con la contaminación de los ríos, tales como la

realización de actividades de agricultura, ganadería o incluso la explotación minera, dichos factores impactan negativamente los sistemas acuíferos. En tal sentido, es de importancia la evaluación de las condiciones en que se encuentran los cuerpos de agua superficiales con el fin de accionar de forma oportuna ante posibles desviaciones.

Para la determinación de la calidad del agua existen diversos organismos, sin embargo, tal como lo menciona Núñez y Fragoso-Castilla (2019), se presentan los macroinvertebrados, siendo uno de los más recomendados debido a que funcionan como indicadores de las condiciones de los cuerpos de agua de forma longitudinal, arrojando una visión general de la situación del medio ambiente donde se encuentran de forma actual o incluso años atrás, por medio de la medición de la demanda de oxígeno y el grado de contaminación orgánica.

Según lo explica Santillán-Aredo y Guerrero-Padilla (2018), los macroinvertebrados permiten identificar las condiciones de la calidad del agua, gracias a la aplicación de métodos donde son empleados como bioindicadores, permitiendo; evaluar mediante una correlación causal entre los cambios específicos de la calidad de agua y su relación con especies tolerantes. Esto es posible gracias a los ciclos de vida que son relativamente cortos comparados con los peces, reflejando más rápido los cambios o alteraciones en los ríos. Además, resultan altamente sensibles a los factores de perturbación y su respuesta a las sustancias contaminantes presentes tanto en el agua como en sedimentos.

Existen diversos estudios que reflejan la efectividad del uso de los macroinvertebrados como indicadores bióticos de la calidad del agua de ríos, tales como el realizado por Cárdenas-Castro, et al., (2018) en Colombia, donde debido al alto crecimiento urbanístico e industrial se ha generado un incremento sustancial en las vertientes de aguas residuales al cuerpo acuático acarreando contaminación del mismo, en tal sentido, para determinar el nivel de contaminación, se aplicó una caracterización con base al índice biótico de familias, en dos sectores del río, en las temporadas seca y lluviosa.

En otro estudio, realizado en Costa Rica por Anchia (2021), donde realizaron un muestreo de macroinvertebrados en diferentes puntos de la microcuenca en estudio, con el fín de determinar el índice BMWP-CR *(Biological Monitoring Working Party),* donde se establece el crecimiento hasta nivel de familia de los macroinvertebrados en los cuerpos

hídricos determinando así la contaminación doméstica e industrial. En tal sentido posterior al muestreo e identificación de los macroinvertebrados bentónicos y la identificación de las familias, arrojó que el "índice clasifica la mayoría de los puntos como agua de calidad mala, sin embargo, dicho resultado no se debe a la calidad exactamente, sino a que el poco caudal no es el idóneo para la existencia de una mayor variedad de organismos" (p.37).

Por su parte Leal-Basidas, et al., (2021), realizaron una valoración de los ríos de la Patagonia, debido a que a pesar de ser uno de los ecosistemas más conservados, la actividad humana ha amenazado tales condiciones, siendo de interés el estimar la situación de la contaminación, en tal sentido realizaron un análisis de la calidad del agua por medio del reconocimiento de las estructuras de macroinvertebrados durante 8 estaciones en el río Palena.

En Ecuador, estudios realizados por distintos autores señalan la efectividad del uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua, tal como el realizado por Padilla (2017), quien evaluó la calidad del agua en el río Coca mediante una caracterización de macroinvertebrados acuáticos, determinando que tras el muestreo y la clasificación por familias, la condición de dos de los puntos de muestreo arrojaba una calidad de agua aceptable, en contraposición al tercer punto existía una condición crítica debido a las actividades realizadas aguas arriba en el río, presentando una disminución significativa de los macroinvertebrados por efecto directo de la contaminación en sus microhábitats.

Por su parte, también en Ecuador, Pérez, et al., (2021), realizaron un estudio de la calidad del agua del río Macas en puntos aledaños a las zonas urbanas, empleando entre otros, el índice de diversidad de macroinvertebrados. Determinando que de acuerdo a la caracterización de las familias de macroinvertebrados en los tres puntos de muestra, se considero que habían grados de tolerancia a grados moderados de eutrofización y bajos niveles de contaminación de origen orgánico y mineral correspondientes a ambientes con calidad de agua buena a regular.

En el caso del río Salomé, objeto de la presente investigación, un estudio realizada por Jara (2015), se caracterizó la calidad del agua del río por medio de un muestreo en tres sectores del río; La Tarqui, Plaza Aray y la Urbanización Los Baneños, empleando como

técnicas la red surber, el método de redes y de la patada, con tres repeticiones por sustrato. Como resultados del estudio se obtuvo la presencia de;

> 65 macroinvertabrados, distribuidos en 2 plylum, 4 clases, 8 órdenes y 13 familias, con respecto a la composición y abundancias aplicando el método de cálculo del índice de IBMWP, distribuidos 11 familias en el sector La Tarqui; 6 familias en el sector Plaza Aray y 8 familias en la Urbanización Los Baneños, los dos métodos establece que el Río Salomé presenta una agua de calidad aceptable. (p.2)

En la actualidad en el río Salomé, se han registrado denuncias por parte de los moradores de zonas aledañas quienes han manifestado que las vertienentes de la planta de tratamiento ha generado contaminación significativa en el cuerpo hídrico, afectando directamente las condiciones ambientales y el ecosistema adyacente. Ante tal problemática es de interés detectar si en efecto hay un impacto negativo en el río Salomé, a fin de accionar de forma oportuna mediante la generación de estrategias de biorremediación para reducir el posible impacto ambiental sobre las condiciones del río.

Debido a que no se identificaron estudios de data reciente, y al crecimiento demografico e industrial en zonas aledañas al río Salomé, la presente investigación tiene como objetivo realizar una caracterización de los niveles de contaminación biológica del río, mediante el reconocimiento de microinvertebrados presentes en distintos puntos del afluente. Siendo necesario para ello, la realización de muestreos estrategicos en diferentes puntos del cuerpo de agua, el análisis de las familias presentes en cada muestreo y la determinación del índice de BMWP-PR *e índice EPT* para así identificar la calidad de agua del río Salomé.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevó a cabo es del tipo aplicada, en vista de que con su ejecución se aplicaron los conocimientos teóricos adquiridos en materia de la caracterización de la calidad de las aguas. Para tal efecto el monitoreo de las condiciones del río Salomé se seleccionaron puntos de muestro estratégicos para así determinar las calidad del agua por medio del reconocimiento de las familias de macroinvertebrados.

Como método investigativo se siguío el enfoque mixto, donde de forma inicial se aplicó

la observación científica para reconcer las familias de invertebrados presentes en las tomas, y con base a los resultados se aplicó la estadística descriptiva a fin de establecer el índice de BMWP-PR. Según Baena (2014), existen dos tipos de investigación que depende de su objetivo y por el procedimiento misma que se pueden trabajar independientemente. Acorde con lo mencionado el tipo de investigación realizado es de tipo Documental, debido a que se recurrió a una investigación de fuentes externas, como los son documentos en diferentes bases de datos, libros, publicaciones, revistas, etc.

2.2. Equipos y herramientas

Para el trabajo de campo llevado a cabo en el monitoreo de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua del río Salome, se empleará los siguientes equipos y herramientas.

- Celular
- Cámara
- Microscopio Digital
- Laptop
- Red de patada
- Lupa
- Lamina de macroinvertebrados
- Juego de pinzas
- Alcohol
- Cinta métrica
- Frascos
- Bandeja

2.3. Identificación del área de estudio

El lugar donde se realizó el estudio es en cantón Puyo, provincia Pastaza, específicamente en el Río Salome, tomando como punto principal, el ubicado en las coordenadas 1°31´2.90¨S y 78°0´18.53´´. Esta vertiente se ubica referencialmente al noreste de la parroquia Tarqui, y cruza los barrios Plaza Aray, Playas del Estero Salomé y es usado como un espacio para la recreación de la población. Los principales impactos identificados en el area de estudio son dos: Las actividades de recración, actividades antropogenicas y la presencia de una planta de tratamiento.

Las caracteristicas de cada punto son: Antes de la Población (AP) las actividades antropogenicas son escasas o nulas mas aun existen vertidos minimos, A lado/ En la Población (EP) dentro de esta areas las actividades de recreación son las mas predominantes, Posterior a la Población (PP) en este punto si existieron actividades

antropogenicas encontrando a moradores lavando la ropa, bañandose entre otro, en la parroquia tarqui se ha visto un incremento poblacional por ende las actividades antropogenicas son altas, En la Tabla 1, se detallan los puntos de muestreo tomados estrategicamente para la identificación de macroinvertebrados acuaticos.

Tabla 1: *Puntos de muestreo.*

Puntos de muestreo	Localización	Puntos GPS
Antes de la población	Final de camino/ Brisas del Salomé	9832100, 832254
Al lado de la población	Antigua Autopista en la parroquia Tarqui	9831082, 831866
Posterior a la población	Puente de la parroquia Tarqui	9832039, 833318

Elaborado por: Autoras del estudio

2.4. Recolección de información documental

Previo a la salida de campo se realizo un estudio preliminar de la información obtenida en varias bases de datos, referente a la caracterización de los macroinvertebrados acuaticos, la metodología para lograr muestrearlos e identificarlos, una vez recopilada esta información se procedio a poner en practica dentro de los puntos establecidos.

2.4.1. Indices BMWP (Biological Monitoring Working Party)

Este índice interpreta la presencia o ausencia de los diferentes macroinvertebrados dando un valor, las familias con mayor sensibilidad tienen un valor de 10 mientras las familias que toleran la contaminación son de 1. El índice BMWP se obtiene mediante la suma de los valores dados a cada familia identificada para luego calificar su calidad mediante la tabla de valores (Leaño Sanabria & Pérez Barriga, 2020). La escala utilizada dentro del estudio se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: *Clasificación de la calidad del agua de acuerdo con el índice BMWP/PR.*

BMWP/PR	Calidad del agua
≥ 97	Aguas de calidad excelente.
77-96	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible.
57-76	Aguas de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada.
37-56	Aguas de calidad mala, contaminadas.

18-36	Aguas de calidad mala, muy contaminadas.
≤ 17	Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas.

Nota. Tomado de Gutiérrez-Fonseca, Alonso- Rodríguez y Ramírez (2016).

2.4.2. Índice de ETP (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)

Evalúa la calidad del agua por la presencia de las siguientes familias: Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, el proceso de su aplicación consiste en el reconocimiento inicial de las familias y se calcula el número total de individuos pertenecientes a los órdenes EPT multiplicado por el número total de individuos recolectados finalmente se multiplica por 100 (López, Huertas, Jaramillo, Calderón & Días, 2019). Según Carrera Reyes y Fierro Peralbo (2001), el índice de ETP se realiza mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados en específico, estos son indicadores de la calidad del agua debido a la sensibilidad que poseen ante cualquier contaminante. Los valores utilizados del índice de ETP dentro del estudio son los valores detallados en la Tabla 6.

Tabla 3: *Valores para calificar el agua mediante el índice de ETP.*

Clase	Índice EPT (%)	Calidad del Agua
1	75-100	Muy buena
2	50-75	Buena
3	25-50	Regular
4	0-25	Mala

Nota. Tomado de Carrera y Fierro (2001).

2.5. Recolección de información de campo

La fase de campo se realizo mediante tres replicas, con el objetivo de que los macroinvertebrados que son recolectados sean identificados correctamente ademas de que se puede llegar a una mejor conclución para la caracterización de la calidad del agua. Según Samanez et al. (2014), en el caso de colectas ya sean cualitativas o cuantitativas deben tener replicas ya que mientras mayores sean las muestras por cada punto de muestreo su representatividad sera alta y este debera de ser de entre 3-6 replicas.

Como se observa en la Figura 1, para la recolección de las muestras se establecieron tres puntos de muestreo a lo largo del rio es decir, aplicando un estudio longitudinal los puntos

antes mencionados son: orilla derecha, centro, orilla izquierda, una vez determinado esos puntos se procedio a el monitoreo en tres áreas del río, con intervalos de una semana. Para ello se recolectaron las muestras durante 10 minutos a lo largo de 10 metros del rio, en cada punto predeterminado, empleando la red de patada, donde se capturo los macroinvertebrados presentes y tambien se realizo una busqueda en las piedras, lodo y hojarascas, troncos etc.

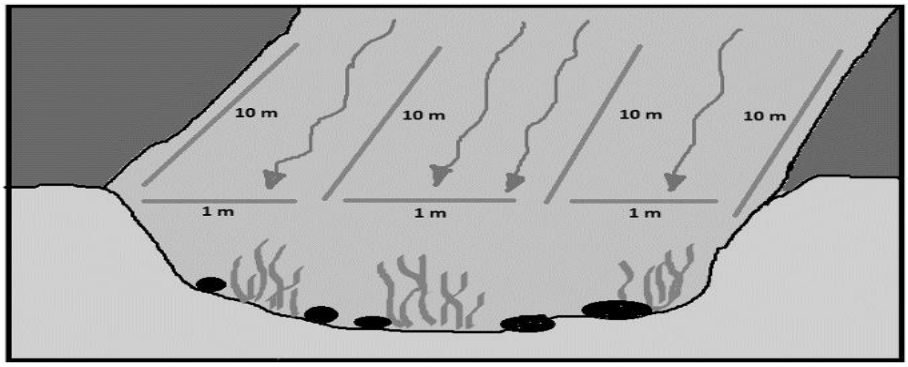

Figura 1: *Metodología para la delimitación del área de estudio.*

Elaborado por: Autoras del estudio

2.6. Análisis de la información

Para la identificación de las familias de macroinvertebrados presentes dentro de los puntos de muestreo, se procedió en primera instancia a separar los sustratos y recolectarlos individualmente, y colocarlos en bandejas, para realizar la identificación por medio del uso de la lupa además de un microscopio digital para identificarlos con mayor precisión. Posteriormente se realizó la identificación de las familias, siguiendo los procedimientos indicados por la a Guía de macroinvertebrados bentónicos sudamericanos (Domínguez & Fernández, 2009). Con base a los hallazgos de las familias de invertebrados presentes, se procedió a determinar el índice de calidad Biótica BMWP/PR además del índice de ETP (Ephemeroptera, Thichoptera y Plecoptera).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Primer punto de muestreo

En general dentro del muestreo en el primer punto, antes de la población, obtenemos la presencia de 8 órdenes, 16 familias, con un total de 201 individuos de macroinvertebrados acuáticos que fueron recolectados durante todo el periodo de muestreo, la familia

Hydroblosidae es de mayor abundancia con 27 individuo (13%), seguida por la familia Leptophleblidae con 24 individuos (12%) y por la familia Gomphidae con 21 individuos (10%), estas tres familias son de mayor abundancia como lo indica en la Figura 2.

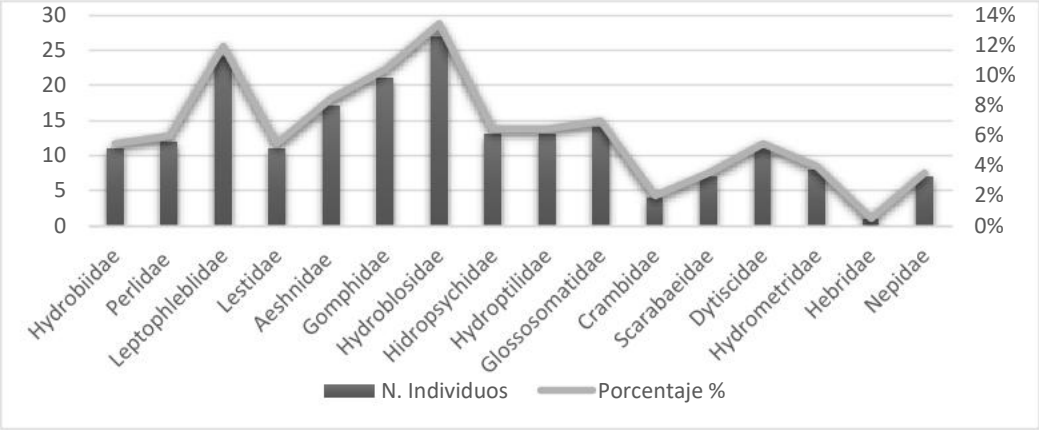

Figura 2: *Resultado general del muestreo antes de la población del río Salomé.*

Elaborado por: Autoras del estudio

Dentro del primer punto, antes de la población, se puede observar que la calidad del agua previo al aporte de aguas residuales se obtuvieron los siguientes resultados que se encuentran detallados en la Tabla 4.

Tabla 4: *Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados antes de la población.*

		Total de individuos			Índice BMWP		
Orden	**Familia**	**9/6/22**	**11/6/22**	**14/6/22**	**9/6/22**	**11/6/22**	**14/6/22**
Gastropoda	Hydrobiidae	3	5	3	3	3	3
Plecóptera	Perlidae	0	0	12	0	0	9
Ephemeroptera	Leptophleblidae	11	13	0	5	5	0
Odonata	Lestidae	5	6	0	9	9	0
	Aeshnidae	7	4	6	8	8	8
	Gomphidae	9	4	8	8	8	8
Trichoptera	Hydroblosidae	13	0	14	8	0	0
	Hidropsychidae	13	0	0	4	0	4
	Hydroptilidae	0	13	0	0	6	0
	Glossosomatidae	0	14	0	0	8	0
Lepidóptera	Crambidae	2	0	2	5	0	5
Coleóptera	Scarabaeidae	1	5	1	5	5	5
	Dytiscidae	3	5	3	5	5	5
Hemíptera	Hydrometridae	2	5	1	7	7	7

Hebridae	0	0	1	0	0	7
Nepidae	3	3	1	7	7	7
Total	**72**	**77**	**52**	**74**	**71**	**68**
Número de EPT	**37**	**40**	**26**			
Índice EPT	51%	52%	50%	**Regular**	**Regular**	**Regular**

Elaborado por: Autoras del estudio

En la primera fecha, se logró identificar 12 familias presentes, con un total de 72 individuos, en el que la familia Hydroblosidae e Hidropsychidae poseen la misma abundancia de 13 individuo (18 %) respectivamente. En el índice de ETP se identifica la presencia de Ephemeroptera: familia Leptophleblidae con 11 individuos (15%) y Trichoptera: familia Hydroblosidae con 13 individuos (18%) y Hidropsychidae con 13 individuos (18%), el valor total del ETP es de 37 individuos que representa el 51% el mismo que significa que la calidad del agua es buena por ubicarse entre 50 y 74%; mientras que en el índice de BMWP/PR es de clase II con un valor de 74 la calidad del agua es de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada.

En la segunda fecha de recolección de muestras, en el mismo punto, se identificó un incremento poblacional y reducción de las familias presentes con 77 individuos pertenecientes a 11 familias, la familia Glossosomatidae con 14 individuos (18%), las familias Leptophleblidae y Hydroptilidae tienen la misma cantidad de individuos con 13 individuos (17%) respectivamente. Para el índice de EPT, se identificaron a las familias Leptophleblidae, Hydroptilidae y Glossosomatidae con un total de 40 individuos correspondiente al 52% significando que es de clase 2 y de calidad de agua buena. En el índice de BMWP/PR es de valor 71 considerándose de calidad del agua regular, eutrófica, contaminación moderada. Finalmente, en el tercer día de recolección, se identificó una reducción poblacional a 52 individuos, y 11 familias presentes, la familia Hydroblosidae con 14 individuos (27%) y la familia Perlidae con 12 individuos (23%). En el índice de EPT se identificaron; Plecóptera y Trichoptera con un total de 26 individuos correspondiente al 50% lo que significa que es de clase 2 y la calidad del agua es regular. Para el índice de BMWP/PR con un valor de 68 nos muestra que es un agua de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada.

3.2. Segundo punto de muestreo

En el segundo punto de muestreo, al lado de la población se obtiene la presencia de 7

órdenes, 12 familias, con un total de 227 individuos de macroinvertebrados acuáticos recolectados durante todo el periodo de muestreo, las familias con mayor porcentaje de individuos son: la familia Veelidae con 53 individuos (23%), la familia Gomphidae con 34 individuos (15%) y la familia Hydrobiidae con 31 individuos (14%), como se muestra en la Figura 3.

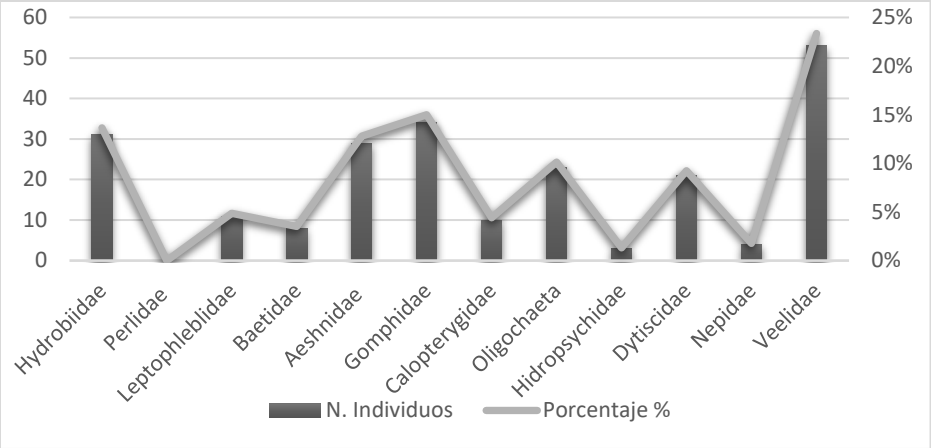

Figura 3: *Resultado general del muestreo a lado de la población del río Salomé.*

Elaborado por: Autoras del estudio

El segundo punto seleccionado, a lado de la población, se escogió debido a que en este se localizan descargas directa o indirectamente hacia el río, por ende, recolectado los macroinvertebrados durante el periodo mencionado con anterioridad, se obtuvieron los siguientes resultados detallados en la Tabla 3.

Tabla 5: *Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados en el punto al lado de la población*

Orden	Familia	Total de individuos			Índice BMWP		
		9/6/22	11/6/22	14/6/22	9/6/22	11/6/22	14/6/22
Gastropoda	Hydrobiidae	7	12	12	3	3	3
Plecóptera	Perlidae	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	Leptophleblidae	11	0	0	5	0	0
	Baetidae	0	8	0	0	5	0
Odonata	Aeshnidae	9	11	9	8	8	8
	Gomphidae	8	14	12	8	8	8

	Calopterygidae	3	4	3	8	8	8
	Oligochaeta	10	3	10	1	1	1
Trichoptera	Hidropsychidae	0	0	3	0	0	4
Coleóptera	Dytiscidae	6	9	6	5	5	5
	Nepidae	2	0	2	7	0	7
Hemíptera	Veelidae	16	15	22	3	3	3
	Total	**72**	**76**	**79**	**48**	**41**	**47**
	Número de EPT presentes	**11**	**8**	**3**			
	Índice de EPT	**15%**	**11%**	**4%**	**Mala**	**Mala**	**Mala**

Elaborado por: Autoras del estudio

Se logró identificar que en la primera fecha de evaluación que existieron 9 familias, con un total de 72 individuos, las tres familias con una mayor abundancia son: Veelidae con 16 individuos (22%), Leptophleblidae con un total de 11 individuos (15%), Oligochaeta con un total de 10 individuos (14%). En el índice de EPT, se identificó únicamente a la familia Leptophleblidae con un total de 11 individuos (15%), esto se clasifica en la clase 4 con la calidad del agua mala. En el índice de BMWP/PR el puntaje total es de 48 el mismo que quiere decir que el agua es de calidad mala. Para la segunda fecha el total de individuos es de 76, las tres familias con mayor abundancia son: Veelidae con 15 individuos (20%), Gomphidae con 14 individuos (18%) e Hydrobiidae con 12 individuos (16%), obteniendo un índice de EPT de 10% debido a la presencia de la familia Baetidae con 8 individuos (11%), según la calificación de la ETP es de clase 4 con una calidad del agua mal y a su vez una calificación de calidad mala de agua según el Índice de BMWP debido a su valor es de 41. Finalmente, se identifica en el último muestreo del cuerpo de agua del río Salomé, que se identificó la presencia de 79 individuos pertenecientes a 9 familias, las tres familias con mayor abundancia son: Veelidae con 22 individuos (28%), Hydrobiidae y Gomphidae con 12 individuos (15%) respectivamente, para el Índice de EPT, la familia presente es Hidropsychidae con 3 individuos correspondiente al 4% lo que significa que es de clase 4 y la calidad del agua es mala. El valor del índice de BMWP/PR es de 47 el que se clasifica como una calidad del agua mala, contaminadas.

3.3. Tercer punto de muestreo

Finalmente, en el tercer punto de muestreo que se encuentra posterior a la población, se identificaron la presencia de 5 órdenes, 9 familias, con un total de 155 individuos de macroinvertebrados acuáticos recolectados durante las tres fechas, las familias con mayor porcentaje de individuos son: la familia Veelidae con 48 individuos (31%), la familia Gomphidae con 27 individuos (17%) y la familia Aeshnidae con 24 individuos (15%), como se muestra en la Figura 4.

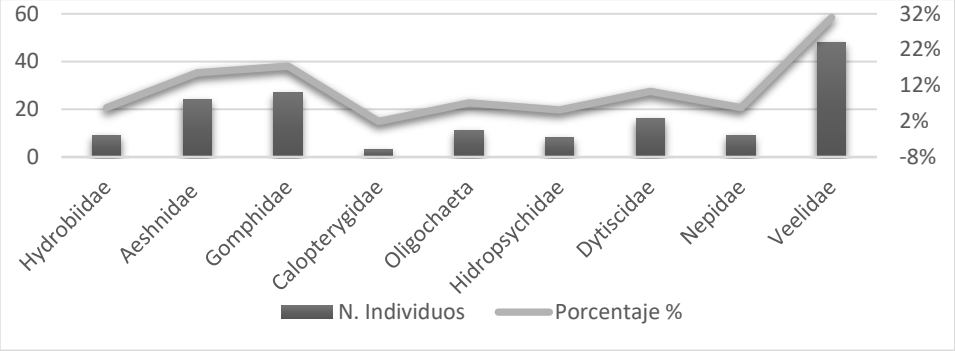

Figura 4: *Resultado general del muestreo posterior a la población del río Salomé.*

Elaborado por: Autoras del estudio

En la Tabla 5 se detallan los resultados del punto posterior a la población, localidad seleccionada para poder determinar la calidad del agua una vez que ya no sea alterada por alguna actividad que realice la población, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6: *Resultados de la evaluación de la población de Macroinvertebrados posterior de la población.*

Orden	Familia	Total de individuos			Índice BMWP		
		9/6/22	11/6/22	14/6/22	9/6/22	11/6/22	14/6/22
Gastropoda	Hydrobiidae	0	9	0	0	3	0
Odonata	Aeshnidae	10	7	7	8	8	8
	Gomphidae	12	8	7	8	8	8
	Calopterygidae	0	0	3	0	0	8
	Oligochaeta	0	5	6	0	1	1
Trichoptera	Hidropsychidae	5	3	0	4	4	0
Coleóptera	Dytiscidae	5	4	7	5	5	5
Hemíptera	Nepidae	4	3	2	7	7	7
	Veelidae	16	15	17	3	3	3

Total	52	54	49	35	39	40
Número de EPT presentes	5	3	0	**Mala**	**Mala**	**Mala**
Índice de EPT	10%	6%	0%			

Elaborado por: Autoras del estudio

Con base a los análisis de las muestras recopiladas, se logra identificar que, en las muestras recolectadas en el punto posterior de la población, se identificaron un total de 52 individuos, pertenecientes a 6 familias de macroinvertebrados siendo las de mayor abundancia las siguientes: Veelidae con 16 individuos (31%), Gomphidae con 12 individuos (23%) y Aechnidae con 10 individuos (19%). En el índice de EPT se recolecto 5 individuos de la familia Hidropsychidae mismo que corresponde al 10% según el índice indicando que la calidad del agua es mala y de clase 4 y en el índice de BMWP/PR con un valor de 35 calificando como aguas de calidad mala.

En la segunda fecha, se logró recolectar un total de 54 individuos, siendo las familias con mayor abundancia similares a la primera fecha teniendo que: Veelidae con 15 individuos (28%), Gomphidae con 8 individuos (15%) y Aechnidae con 7 individuos (13%) sin embargo, se identificó una disminución del número de individuos EPT teniendo solamente 3 individuos de la familia Hidropsychidae, obteniendo un índice de 6% considerándose una calidad del agua mala. Dentro del Índice BMWP/PR con un valor de 39 se considera como aguas de calidad mala, contaminadas. Finalmente, en la última fecha de muestreo del punto después de la población, arrojó un decaimiento a tanto de individuos como de familias pertenecientes a las clases de ETP, con 0 individuos EPT clasificándose como calidad de agua mala, a su vez en el Índice BMWP/PR con un valor de 40 clasificando al agua de calidad mala, contaminadas.

En la Figura 5 se puede observar el comportamiento de las muestras tomadas en función de los índices, en las tres fechas y puntos de muestreo.

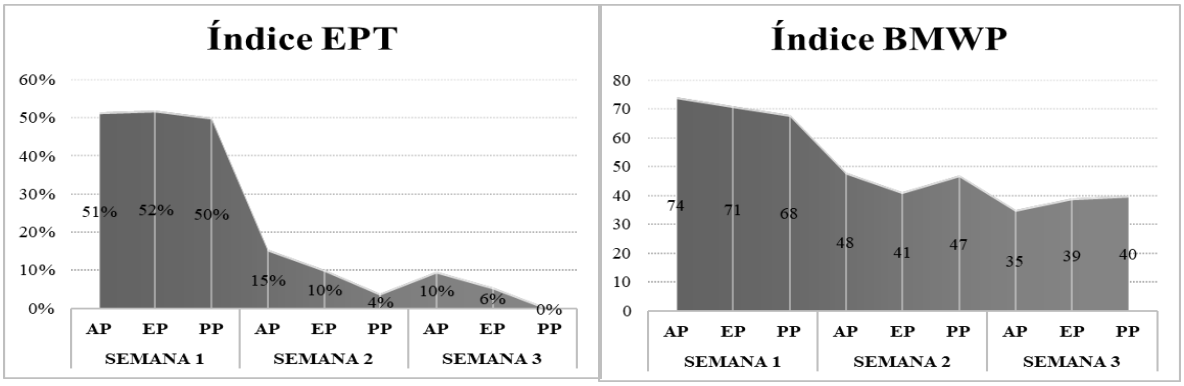

Figura 5: *Comparativa de resultados de índices ETP y BMWP del Río Salomé.*

Elaborado por: Autoras del estudio

En una comparativa general de los tres puntos de muestreos, se observa un decaimiento en las familias y números de invertebrados presentes en los puntos de muestra a lo largo del periodo de muestreo, dicho comportamiento se puede asociar a la disminución e incremento del caudal o remolinos que afectaron al muestreo.

En la Figura 5, se observa que existe una disminución del índice de EPT y BMWP en contraste de los puntos de muestreo antes de la población, al lado de la población y posterior a esta, la presencia de macroinvertebrados pertenecientes a la familia ETP (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) nos muestra una buena calidad del agua es decir, a mayor porcentaje de ETP la calidad del agua será buena mientras que a menor presencia de macroinvertebrados de los tres órdenes la calidad del agua será mala, en el caso del índice de ETP del río Salomé, se identificó que existió una disminución de individuo, lo que quiere decir que la calidad del agua se fue degradando de una calidad regular a una mala. La calidad del agua del rio Salomé con el transcurso del tiempo se ha degradado, comparando con un estudio realizado en el 2015 y considerando que las condiciones del entorno han ido variando considerablemente, la calidad del agua se ha visto afectada negativamente, la presencia de los macroinvertebrados nos ayudó a poder identificar el grado de afectación en el que se encontraba cada punto de muestreo así como la ausencia de los mismos macroinvertebrados como indicadores de condiciones de mala calidad.

Según el estudios realizado por Jara Armijo (2015) la que ejecuto un muestreo en 3 puntos estratégicos que son: Sector La Tarqui, Sector Plaza Aray y la Urbanización Los Baneños, que dieron como resultado que en el primer punto de muestreo el índice BMWP obtuvo un valor de 70 mismo que significa que el agua es de calidad buena, en el segundo punto el valor del índice BMWP fue de 38 el que significa que la calidad del agua es moderada y en el punto 3 el valor del índice es de 44 significando que la calidad del agua es moderada. Dentro del estudio que se realizó en el presente año evidentemente existió una degradación de la calidad del agua debía a varios factores como lo es en especial el incremento poblacional.

Un estudio similar realizado en el río Upano en la ciudad Macas por Rodríguez Vega, et al., (2022), realizo en tres estaciones de muestreo utilizando el indice de BMWP (Biological Monitoring Working Party)/COL, mismos que se pudo identificar que la calidad del agua de la Estación I a la Estación III pararon de ser Aceptable a Critica.

Por otra parte, Machado, et al, (2018), evaluaron la calidad del agua de río Sardinas. determinando que según los resultados del índice BMWP, en todos los puntos de muestreo la calidad del agua era buena, identificándose abundancia de Ephemeroptera y Trichoptera, las cuales disminuyen en algunos puntos y aumentan las familias de macroinvertebrados más resistentes a la contaminación. En el estudio realizado por Yumbo, K, et al., (2018) en ríos del Ecuador, se aplicó la metodología de reconocimiento de macroinvertebrados el río Pajan, en Manabí, obteniendo como resultado que en los puntos de muestro aguas abajo, los índices de calidad del agua arrojaban que esta era de regular a mala, indicando como una posible causa de la contaminación la realización de actividades humanas en a lo largo del cauce del río, generando un cambio en los patrones naturales de ríos de agua dulce.

4. CONCLUSIONES

La calidad del agua del río Salomé en el punto antes de la población, basándose en la presencia de ETP en tres puntos de muestreo, identificando que en el primer punto antes de la población la calidad del agua era regular y cerca de la población y aguas abajo la calidad era mala, comportamiento similar encontrado con la apreciación según el índice de BMWP/PR. El nivel de contaminación del primer punto se puede considerar como media debido a que tanto el índice ETP y BMWP se calificó como aguas de calidad regular, la presencia de familias de orden ETP en las tres fechas de muestreo fueron del 51%. En el segundo punto el nivel de contaminante es alto debido al decaimiento es evidente en promedio el 10% son de las familias ETP mientras que el 90% no, en el último punto el solo el 5% son ETP, en conclusión, del resultado de la presencia de ETP nos indica que el en cada punto se fue deteriorando es decir la presencia de individuos disminuyo debido a la presencia de contaminantes en el río recordando que las familias de la orden ETP son sensibles a los contaminantes.

Durante los tres días seleccionados para recolectar muestras en tres sitios diferentes del río Salomé, se identificaron un total de 8 órdenes, 20 familias y 583 individuos, siendo las

familias más abundantes con más de 10 individuos en la primera toma Hydroblosidae y Hidropsychidae; en la segunda toma Leptophleblidae y en la tercera Gomphidae y Veelidae.

La disminución de los índices EPT y BMWP en los diferentes puntos donde se tomaron las muestras en el río Salomé indican la presencia de un número importante de macroinvertebrados en sus aguas, haciendo que la calidad del agua disminuya elevando por lo tanto el nivel de contaminación de sus aguas,

5. BIBLIOGRAFÍA

Anchia, D. (2021). *Caracterización y diagnóstico de la calidad de agua en la cuenca alta del río Bermudez, Heredia, Costa Rica.* [TFM, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11052/Caracterizacion_y_diagnostico_de_la_calidad_de_agua_en_la_cuenca_alta_del_Rio_Bermudez%2c_Heredia%2c_Costa_Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cárdenas-Castro, E., Lugo-Vargas, L., González-Acosta, J., & Tenjo-Morales, A. (2018). Aplicación del índice biótico de familias de macroinvertebrados para la caracterización del agua del río Teusacá, afluente del río Bogotá. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica, 21*(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262018000200587

Carrera, R. & Fierro, P. (2001). Manual de monitoreo. Los Macroinvertebrados acuaticos como indicadores de la calaidad del agua. Recuperado de https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374

Domínguez, E. y Fernández, H. (2009). *Macroinverebrados bentónicos sudamericados, Sistemática y biología.* Ed. Fundación Muguel Lillo. https://www.researchgate.net/publication/260417584_Macroinvertebrados_bentonicos_Sudamericanos_Sistematica_y_Biologia

GAD Parroquial Rural Tarqui (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Tarqui. http://www.gadprtarqui.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/PDOT-

TARQUI-2020.pdf

Gutiérrez, F. Alonso, R & Ramirez,. (2016). Guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico. Recuperado de (PDF) Guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico. (researchgate.net)

Jara, J. (2015). *Evaluación de la calidad de agua del río Salomé mediante el uso de bioindicadores acuáticos en el cantón Pastaza.* [TFG, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10073/1/JOHANA%20%28%20BIBLIOTECA%29.pdf

Leaño, S. & Pérez, B, (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos-Tarija. Acta Nova, 9(4), 567-591. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892020000100007&script=sci_arttext#:~:text=El%20Biological%20Monitoring%20Working%20Party,tolerancia%20a%20la%20contaminaci%C3%B3n%20org%C3%A1nica.

Leal-Bastidas, C., Vargas-Chacoff, L., Sandoval, N., & Fierro, P. (2021). Variabilidad temporal y espacial de los macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en el río Palena, Patagonia Chilena. *Gayana (Concepción), 85*(2). https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-65382021000200132&script=sci_arttext

López, M. Huertas, P, Jaramillo, L. Calderón, R. & Díaz, A. (2019). Ingeniería y Desarrollo. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). Vol. 37 (n° 2). [271-279]. Recuperado de https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/11619/214421444624

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, 9*(4). http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000400154

"Monitoreo Biológico de calidad del agua" (2018). Recuperado de http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/14/monitoreo-biologico-de-calidad-de-agua/

Núñez, 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://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500319&script=sci_arttext&tlng=pt

Pablo, L. (28/09/2016). Indicadores de calidad del Agua. Recuperado de https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua

Pérez, O., Méndez, 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). https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/3024/6613

Rodríguez-Vega, G., Méndez-Zambrano, P., Cazorla-Vinueza, X., & Alvarado Barba, R. (2022). Evaluación de la calidad del Agua del río Urbano, Tramo de la Ciudad de Macas mediante el análisis de macroinvertebrados. *Polo del Conocimiento, 7*(3), 508-526. Obtenido de https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/3745/8632

Santillán-Aredo, S., & Guerrero-Padilla, A. (2018). Macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores de contaminación en la cuenca del río Chicama, Perú. *Revista Tecnología en Marcha, 31*(4). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822018000400097&script=sci_arttext

Yumbo, K., Espinosa, W., Campos, D., Castro, R., & Chirinos, D. (2018). Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador. *Investigatio*(10), 32-40. Obtenido de https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/184/117

6. ANEXOS

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. Parroquia Tarqui

Según el PDOT parroquial de Tarqui (2020a) la parroquia Tarqui perteneciente a la provincia y cantón Pastaza, cuenta con una extensión de 92,99 km2, su ubicación geográfica coordenadas UTM 17S: X 833481 Y 9831430, la parroquia está compuesta por 21 comunidades y 153 lotizaciones que se encuentran registradas por el Municipio además de la cabecera parroquial de Tarqui.

Las comunidades que se han visto afectadas por la contaminación del agua son: San Pedro, Vencedores, Barrio El Placer, Amazanga, Chorreras, Bellavista y Playas de Salomé, dentro de dichas comunidades el consumo del agua primordialmente es de uso doméstico además que es destinado para la agricultura (PDOT parroquial de Tarqui, 2020b)

La contaminación del agua dentro de la parroquia principalmente es a consecuencia de las actividades antropogénicas como lo es la deforestación, esto dado en varios de los sectores aledaños a los ríos, afectando directamente a la salud de los habitantes además de ser los causantes de la destrucción del ecosistema del lugar.

Como lo indica el GAD parroquial de Tarqui (2020b), dentro de las encuestas realizadas en la cabecera parroquial, barrios, sectores y las comunidades de Tarqui, si existe contaminación del agua en su mayoría, la causa de la contaminación es debido a que las aguas servidas son vertidas directamente al rio, por botar basura, presencia de residuos fecales y arrojar animales muertos a los ríos.

6.1.2. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.

Pablo Loné (2016) define a los indicadores de la calidad del agua como, un parámetro del cual se puede obtener información además de describir cual sería la calidad del agua pues a estudio. En la Figura 6, se muestra la clasificación de los indicadores.

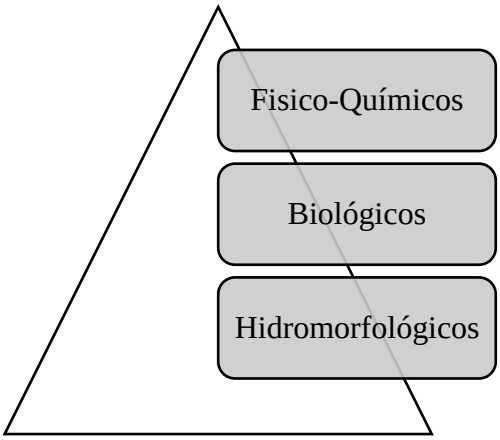

Figura 6: *Clasificación de los indicadores de la calidad del agua según el parámetro usado.*

Nota. Tomado de Pablo Loné (2016).

Los indicadores de calidad biológico son organismos que con su existencia dentro del agua puede determinarse en qué estado se encuentra dicho medio acuático en el que se desenvuelve un ciclo biológico, los organismos usados para ello son: peces, macroinvertebrados, organismos patógenos (Loné, 2016).

Los macroinvertebrados acuáticos o por sus siglas MIA, se definen como organismos que se pueden encontrar en aguas dulces como lo son, ríos, lagos, esteros, lagunas. Estos pueden llegar a medir aproximadamente de entre 0,5 mm, 2 mm o más, tienen una característica fundamental, este es que son buenos indicadores de la calidad del agua "Monitoreo Biológico de calidad del agua" (2018).

Las características de los macroinvertebrados son varias y debido a ellas se pueden determinar la calidad del agua en cualquier área de estudio, según Mosquera-Restrepo & Peña Salamanca (2021) enumera las siguientes:

- Son de tamaño apropiado, se pueden identificar a simple vista o con el uso de una lupa.
- De fácil recolección.
- Para la identificación se lo realiza mediante órdenes y familias
- El proceso de muestreo no requiere de grandes inversiones, los equipos y herramientas no son costosos.

- Permiten identificar las condiciones o el estado en el que se encuentra el agua.

6.1.3. Monitoreo de macroinvertebrados acuáticos

El monitoreo biológico de macroinvertebrados ayuda a determinar o caracterizar la calidad del agua de un rio, estero o laguna, esto permite controlar los efectos causados por las actividades antropogénicas que perjudican la calidad del agua.

Según Carrera Reyes y Fierro Peralbo (2001) indica que, el monitoreo que se realiza en los ríos reside en determinar los cambios en el mismo, mediante observaciones de las cuales se puede identificar la calidad del río y el tratamiento adecuado para recuperar su condición inicial antes de cualquier contaminación.

6.1.4. Macroinvertebrados indicadores de buena calidad del agua

6.1.4.1. Orden ETP (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera)

6.1.4.1.1. Ephemeroptera

Son un grupo de insectos, esta orden se caracteriza principalmente debido a que estas no son resistentes a la presencia de contaminantes en el medio acuático, cuenta con alrededor de 300 géneros y 2000 especies a nivel mundial, los más jóvenes en su mayoría son acuáticos mientras que los adultos tienen una tasa de supervivencia baja es decir viven durante pocas horas o incluso durante días (Domínguez & Fernández, 2009).

6.1.4.1.2. Trichoptera

A si mismo son insectos sensibles a los contaminantes, por ello dependen de la calidad del agua en el que vivan para su correcto desarrollo, se caracterizan por ser semejantes a las polillas y estar directamente relacionado con los lepidópteros, tanto su tamaño como los colores pueden ser variantes y una de las problemáticas a la hora de identificarlos, esta especie juega un papel ecológico dentro del medio acuático (Domínguez & Fernández, 2009).

6.1.4.1.3. Plecoptera

Se caracteriza por se un grupo pequeño de insectos que atraviesa solamente por tres etapas de desarrollo, las especies que se les puede encontrar son las maduras debido a

que se encuentran en las rocas, pero la característica fundamental es que estos tienen una particular forma de percibir el cambio ambiental esto se debe a que son insectos sensibles a dicha contaminación convirtiéndose en indicadores de la calidad del agua, estos incestos se encuentran presentes en la mayoría de índices por la sensibilidad a los contaminantes (Domínguez & Fernández, 2009).