UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

Determinación de la calidad del agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gremio de Mecánicos" de la Parroquia 10 de agosto Provincia de Pastaza.

.

AUTOR(ES):

Moreno Soliz Mayra Selena

Palacios Mayancha Carlos Eliseo

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Edison Roberto Suntasig Negrete

Puyo - Pastaza

Ecuador 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**	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**	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**	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.	**24/25**	Mejorar la discusión de sus resultados
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	**96**	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**96**

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

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

Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gremio de Mecánicos" de la Parroquia 10 de agosto Provincia de Pastaza.

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 requerimientos establecidos.
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 requerimientos establecidos.
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.	15/20	Cumplen de manera parcial las recomendaciones y observaciones por parte del revisor.
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 requerimientos establecidos.
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 requerimientos establecidos.

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 requerimientos establecidos.
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 requerimientos establecidos.
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	Cumple con los criterios establecidos.
VALORACIÓN TOTAL	95/100	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
KAREM YAEL CAZARES CARRION

Ing. Karem Yael Cazares Carrión MSc.
Docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 07 días del mes de agosto de 2022

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

Puyo, 5 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Moreno SolizMayra Selena, con C.I. 1600689366, con el Tema: "**Determinación de laCalidad del Agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gremio de Mecánicos" de la Parroquia 10 de agosto Provincia de Pastaza**", de la carrerade Ingeniería Biología. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Edison Roberto Suntasig Negrete, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del **2%,** Informe generado con fecha 5 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
EDISON ROBERTO
SUNTASIG NEGRETE

Edison Roberto Suntasig Negrete

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 Determinación de la calidad del agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique “Gr emio de Mecánicos” de la Parroquia 10 d.docx (D142686456)

Submitted	2022-08-05 20:21:00
Submitted by	EDISON SUNTASIG
Submitter email	esuntasig@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	esuntasig.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / TIC FINAL HERRERA_MARIN PAO2222.pdf**
Document TIC FINAL HERRERA_MARIN PAO2222.pdf (D142668940)
Submitted by:
jl.leona@uea.edu.ec
Receiver:
jl.leona.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / TIC FINAL CAYAMBE_RAMIREZ PAO2222.docx**
Document TIC FINAL CAYAMBE_RAMIREZ PAO2222.docx (D142663640)
Submitted by:
mcabrera@uea.edu.ec
Receiver:
acmbrera.uea@analysis.urkund.com

SA **TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf**
Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)

SA **GiovanniRamos.docx**
Document GiovanniRamos.docx (D99844407)

SA **Tesis Marvin Otavalo para URKUND.pdf**
Document Tesis Marvin Otavalo para URKUND.pdf (D129915896)

W URL: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374#:~:text=Los%20macroinvertebrados%20acu%C3%A1ticos%20son%20bichos,%252C%20r%C3%ADos%252C%20lagos%20y%20lagunas.Cordero, Fetched: 2022-08-05 20:21:00

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGIA

Puyo, 5 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Palacios Mayancha Carlos Eliceo, con C.I. 1600918302, con el Tema: "**Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gremio de Mecánicos" de la Parroquia 10 de agosto Provincia de Pastaza**", de la carrera de Ingeniería Biología. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Edison Roberto Suntasig Negrete, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del **2%,** Informe generado con fecha 5 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
EDISON ROBERTO
SUNTASIG NEGRETE

Edison Roberto Suntasig Negrete

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Determinación de la calidad del agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gr emio de Mecánicos" de la Parroquia 10 d.docx (D142686456)
Submitted	2022-08-05 20:21:00
Submitted by	EDISON SUNTASIG
Submitter email	esuntasig@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	esuntasig.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / TIC FINAL HERRERA_MARIN PAO2222.pdf**
Document TIC FINAL HERRERA_MARIN PAO2222.pdf (D142668940)

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / TIC FINAL CAYAMBE_RAMIREZ PAO2222.docx**
Document TIC FINAL CAYAMBE_RAMIREZ PAO2222.docx (D142663640

SA **TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf**
Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)

SA **GiovanniRamos.docx**
Document GiovanniRamos.docx (D99844407)

SA **Tesis Marvin Otavalo para URKUND.pdf**
Document Tesis Marvin Otavalo para URKUND.pdf (D129915896)

W URL: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374#:~:text=Los%20macroinvertebrados%20acu%C3%A1ticos%20son%20bichos,%252C%20r%C3%ADos%252C%20lagos%20y%20lagunas.Cordero, Fetched: 2022-08-05 20:21:00

Dedicatoria

Primero quiero dar gracias a Dios ya que él estuvo presente en todo momento cuando más necesite que a pesar de todas las dificultades en mi trayecto estudiantil logre cumplir una de las metas propuestas a mis padres que son lo más primordial en mi vida Cleber Moreno y Maribel Soliz que me apoyaron en todo momento para día tras día llegar a ser una profesional, a mis hermanos que estuvieron en cada paso aconsejándome para no rendirme y conseguir mi meta, a mi novio Carlos Palacios que día tras día luchamos juntos con altas y bajas pero lo logramos.

Selena Moreno

El Presente trabajo se lo dedico a Dios ya que gracias a el he podido llegar hasta este punto en mi vida, a mí Hermosa madre Angelita por ser mi motor para seguir avanzando sin importar los problemas que se presentes en la vida por qué sin sus consejos y enseñanzas no sé dónde estaría,

A mi novia Selena Moreno y a mis hermanos que han estado para mí incondicionalmente en las buenas en las malas en las mejores y en las peores,

A mis docentes por compartir sus conocimiento y luchar cada día de clases para que podamos tener un buen aprendizaje y recordándonos que tenemos que llegar a ser unos excelentes profesionales,

Me lo dedico a mí ya que el camino no ha sido fácil y está es una pequeña prueba de que todo lo que nos proponemos podemos lograrlo

Finalmente agradezco a todas las personas que estuvieron presentes en este arduo camino.

Carlos Palacios

Determinación de la calidad del agua mediante el índice BMWP Y EPT del Dique "Gremio de Mecánicos" de la Parroquia 10 de agosto Provincia de Pastaza.

Selena Moreno S.

blg2017052@uea.edu.ec

Carlos Palacios M.

blg2017057@uea.edu.ec

Edison Suntasig N.

esuntasig@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Vida,

Carrera de Biología

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo, la determinación de la calidad de agua a partir de la presencia de macroinvertebrados mediante los índices EPT y BMWP en el dique "Gremio de Mecánicos" del río Chilcayacu. Para la realización de este estudio se delimitó un área de 1km de longitud del río y se establecieron 4 puntos de muestreo, los mismo que fueron monitoreados en los meses de mayo y junio. Entre los principales resultados encontrados, se registraron 10 órdenes, 22 familias y 52 individuos, los mismos que fueron clasificados y calificados con niveles de sensibilidad según la tolerancia de contaminación para obtener la calidad de agua según el índice BMWP, resultando que junio es el mes en donde mayor contaminación existe, con una calidad de agua de 47%, es decir; calidad dudosa o regular, correspondiendo a clase III, así como también se determinó el número de Ephemerópteros, Tricópteros y Plecópteros existentes para la obtención de la calidad de agua según el índice EPT en el que en los dos meses se obtuvieron resultados similares en un rango de 40 a 46%, lo que significa que la calidad de agua es de procedencia regular o ligeramente contaminada. A demás se encontró que el orden más abundante fue Ephemeroptera, específicamente la familia Euthyplociidae. Por lo que se concluye que la calidad de agua del dique es ligeramente contaminada y que

sus niveles de contaminación aumentan en el mes de junio por la presencia de más turistas y visitantes al lugar, es por ello que se recomienda impulsar proyectos que permitan el mejoramiento de la calidad de agua para que el nivel turístico se incremente, pero sobre todo para proteger los recursos hídricos y biodiversidad de esta zona amazónica.

Palabras clave:

Macroinvertebrados, calidad, agua, EPT, BMWP

Abstract

The objective of this study was to determine the water quality from the presence of macroinvertebrates through the EPT and BMWP indices in the "Gremio de Mecánicos" dam of the Chilcayacu River. To carry out this study, an area of 1km in length of the river was delimited and 4 sampling points were established, the same ones that were monitored in the months of May and June. Among the main results found, 10 orders, 22 families and 52 individuals were registered, the same ones that were classified and qualified with sensitivity levels according to tolerance to contamination to obtain water quality according to the BMWP index, June being the month where there are more pollution, with a water quality of 47%, that is; doubtful or regular quality, corresponding to class III, as well as the number of existing Ephemeroptera, Tricoptera and Plecoptera to obtain water quality according to the EPT index in which similar results were obtained in a range of two months. from 40 to 46%, which means that the quality of the water is of fair origin or slightly contaminated. Furthermore, it was found that the most abundant order was Ephemeroptera, specifically the Euthyplociidae family. Therefore, it is concluded that the quality of the water in the Dam is slightly contaminated and that its levels of contamination increase in the month of June due to the presence of more tourists and visitors to the place, for which it is recommended to promote projects that allow the improvement of water quality to increase the level of tourism, but above all to protect the water resources and biodiversity of this Amazon area.

Key words: Macroinvertebrates, quality, water, EPT, BMWP

Introducción

A nivel mundial solamente el 2,5 % es agua dulce, la misma que pertenece a cuencas, subcuencas, esteros, lagunas y cauces hídricos (Environment, 2019), aquellos que son de vital importancia para el mantenimiento del equilibrio eco sistemático y para que la humanidad pueda dotarse de agua para consumo humano (Organización Meteorológica Mundial, 2018).

La industrialización y el exceso crecimiento poblacional ha traído como consecuencia impactos negativos como la contaminación en las fuentes hídricas de agua dulce (Vilela, 2020), siendo la carga orgánica, la principal fuente de contaminación, debido a que las aguas servidas son directamente descargadas en los ríos y esteros cercanos a las ciudades (Naciones Unidas sobre el Recurso Hídrico, 2019).

En Ecuador cerca del 62% de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADs) realizan tratamiento de sus aguas residuales, de este porcentaje, solamente el 0,48%, corresponden a 80 plantas de tratamiento en la región amazónica (Observatorio Regional de Desarrollo, 2019), por lo que es evidente la contaminación que impacta a las cuencas hídricas de la amazonía por las descargas de sus aguas servidas sin un previo tratamiento (Universidad Autónoma de Barcelona, 2017), lo que indudablemente al ser una región considerada como turística por su abundante biodiversidad de bosques y ríos, conlleva como consecuencias problemas de impacto ambiental, económico y turístico (Fundación Codespa, 2021).

Precisamente en Pastaza, una gran parte de su actividad económica surge a partir del turismo, el mismo que está enfocado en los denominados “diques”, aquellos que son represas de agua construidos a partir de las microcuencas más cercanas a la ciudad (EPA, 2021).

Dentro del cantón Pastaza existen 6 diques, aquellos que últimamente se encuentran en un estado deplorable, teniendo como consecuencia la disminución de turistas, en especial el dique Gremio de los Mecánicos del río Chilcayacu, el mismo que ha recibido aproximadamente 13440 turistas al año, siendo el dique menos visitado, además existe

presencia de coliformes fecales, los mismos que afectan la salud de las personas quienes hacen uso de sus instalaciones (UEA, 2017).

Por todo lo mencionado el objetivo de esta investigación es determinar la calidad de agua a partir de la presencia de macroinvertebrados mediante los índices EPT y BMWP en el dique "Gremio de Mecánicos" del río Chilcayacu, ya que los macroinvertebrados son considerados como los mejores bioindicadores de la calidad de agua debido a que cada especie tiene un nivel de tolerancia particular frente a la contaminación del agua (Red Iberoamericana de Ciencias , 2018), además estos índices tienen una alta eficacia ya que son capaces de captar la parte biótica del recurso hídrico en el que se da a conocer si el agua es apta o no para el ser humano (Rodriguez, 2021). Es por ello que este estudio servirá de base para futuras investigaciones que permitan dar soluciones para mejorar la calidad de agua del dique e incrementar el turismo en el sector.

Materiales y Métodos/Metodología

Tipo de investigación

La investigación es de tipo no experimental de alcance descriptivo y de enfoque mixto, debido a que es una investigación en donde se observan los artrópodos del dique sin necesidad de alterar sus condiciones climáticas para después proceder a analizarlas mediante los índices respectivos.

Las técnicas que se utilizaron para delimitar la zona de muestreo, fue la investigación bibliográfica mediante estudios científicos elaborados por la Universidad Estatal Amazónica y la observación directa del sector.

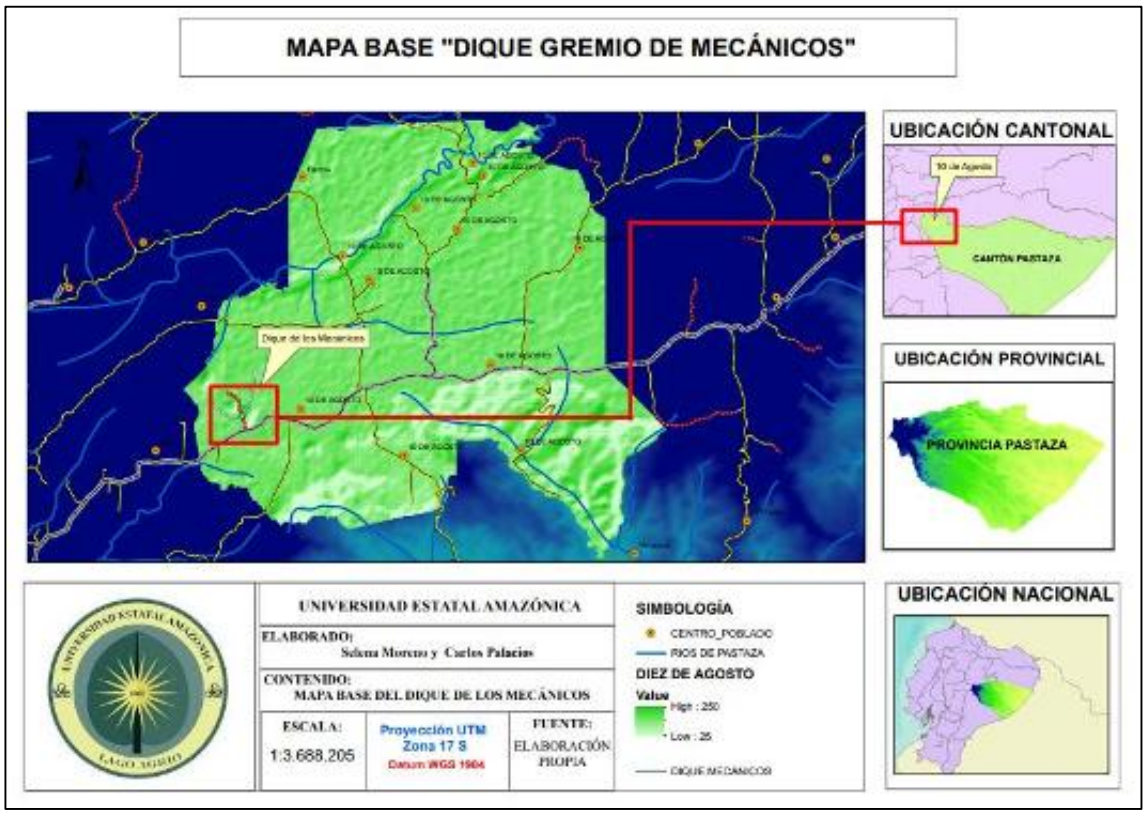
Sitio de estudio

El estudio se realizó en el dique "Gremio de Mecánicos" ubicado el sector "La Libertad" a 4 kilómetros de la Parroquia 10 de agosto en el cantón Pastaza perteneciente a la provincia de Pastaza, el mismo que cuenta con una altitud de 1000 msnm y una precipitación anual de 3000 mm (PDOT, 2021).

El clima es ecuatorial, su temperatura oscila entre los 21 a los 24 °C su humedad es relativamente alta, cerca del 89 a 90% por lo que se considera como bosque húmedo siempre verde pre montano, su topografía es irregular con suelos arcillosos y poco

profundos (PDOT, 2021). Posee una amplia gama de biomasa, la misma que se diferencia por su fisonomía y características ambientales que abarcan zonas arbustivas y bosques naturales. En estas zonas también se encuentran coberturas vegetales perturbadas por la acción humana sobre todo por el alto índice de ganadería y tala de bosques en la Parroquia 10 de Agosto (Gobierno Autónomo Provincial de Pastaza, 2019).

Figura N1.- Ubicación geográfica del sitio de estudio



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento de la investigación

Se utilizó el método analítico en el que se realizó una recolección de los macroinvertebrados acuáticos que permiten determinar la calidad de agua del dique "Gremio de Mecánicos" del río Chilcayacu mediante el análisis cualitativo y cuantitativo a base de los índices BMWP y EPT.

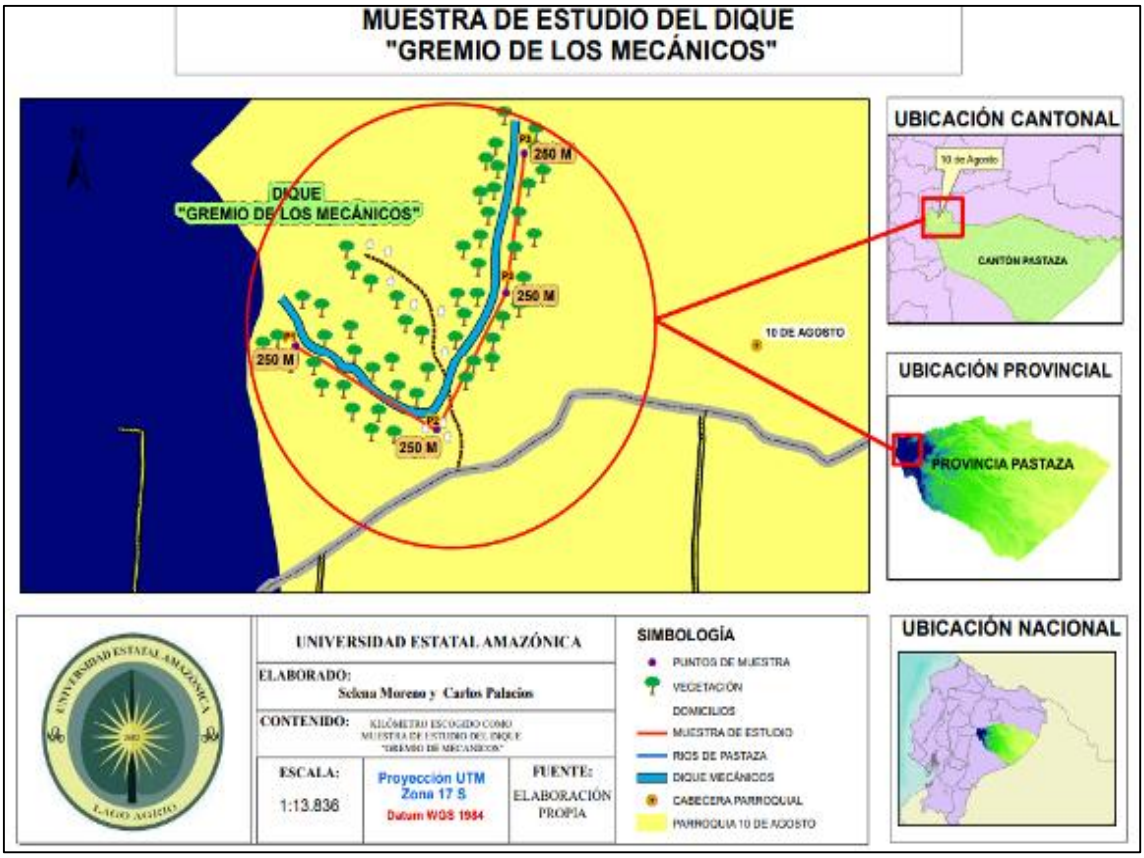
Para esto, se delimitó un área de 1km de longitud del río como muestra de estudio, el mismo que se estableció por ser el sitio en donde más perturbación humana existe, y en donde hay mayor accesibilidad de transeúntes o turistas, después se seleccionaron 4 puntos de muestreo separados una distancia de 250 metros entre cada punto de estudio, los mismos que se encuentran en un rango altitudinal aproximado de 1000 m.s.n.m, fueron registrados con GPS Garmin Etrex 22x en WGS84 17S, véase en el siguiente mapa, figura N2.

Tabla N. 1 Coordenadas de los sitios de muestreo

PUNTOS	X	Y	ALTITUD
P1	173717,11	9837696,62	997 msnm
P2	173816,31	9837552,25	1000 msnm
P3	173939,76	9837789,14	996 msnm
P4			1004 msnm

Fuente: Elaboración propia

Figura N2.- Ubicación geográfica de los cuatro puntos de muestreo en el Dique "Gremio de Mecánicos"



Fuente: Elaboración propia

Para su respectiva recolección, separación e identificación, fue necesario llevar una cámara fotográfica modelo Samsung Digimax A502, un colador casero limpio y la red tipo D, guantes, pinzas, una bandeja de color blanca plana y grande, con estos materiales se procedió a recolectar las muestras de macroinvertebrados acuáticos en la primera semana de mayo hasta la tercera semana de junio, en los fines de semana, por ser días vacacionales en donde existe mayor presencia de personas que hacen uso de este recurso (Leaño, 2020).

Mediante la Cartilla de identificación de Macroinvertebrados Acuáticos del Ministerio del Ambiente emitida en el año 2017, guía para el monitoreo participativo en el que se muestran el orden y familias, se caracterizaron y compararon los macroinvertebrados

mediante la observación directa a través de la utilización de la lupa y las fotografías registradas en la cámara fotográfica (Ministerio del Ambiente , 2017).

Para la determinación de la calidad biológica del agua se utilizaron dos índices como el Índice EPT, el mismo que utiliza tres grupos que comprenden los órdenes de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichóptera ya que son más sensibles ante la contaminación de tipo orgánica. Este índice se calcula mediante la división del número de EPT presentes en la muestra para la cantidad su muestra total (Cordero, 2017).

Fórmula: IEPT= (NEPT/N)*100

IEPT: Índice Ephemerópteros, Plecópteros, Tricópteros

NEPT: Número de Órdenes Ephemerópteros, Plecópteros, Tricópteros presentes

N: Número total de individuos

El índice BMWP en el que se utilizan los macroinvertebrados bentónicos identificando sus familias, esto puede ser mediante la caracterización de la ausencia o presencia de los mismos, en los que se determinan por su alta sensibilidad o tolerancia a la contaminación orgánica, su rango está establecido entre 1 cuando los macroinvertebrados son más tolerantes y 10 cuando son más sensibles (Mosquera, 2021).

Según (Sánchez, 2018), para la determinación de la calidad de agua, está establecido un cuadro de valores por medio de 5 variables como son: clase, calidad, colores, significado y BMWP, los mismos que muestran los rangos mínimos y máximos que son obtenidos a través de los resultados del índice BMWP, véase en la tabla N 3.

Tabla N. 2 Calidad de agua en BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	> 100	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	<16	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Sánchez, 2018

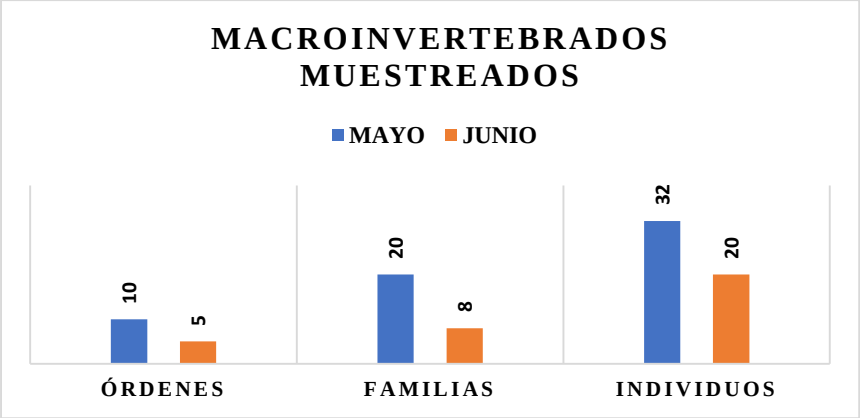
Resultados y Discusión

En el sitio de estudio del dique Gremio de los Mecánicos perteneciente a la Parroquia 10 de Agosto, presentó in situ una temperatura de 19 a 22 °C, en donde existió ausencia de precipitaciones por ser época de verano.

Entre los meses de mayo y junio se recolectaron 52 macroinvertebrados acuáticos, al ser identificados mediante fuentes oficiales, se determinaron que pertenecían a 10 órdenes y 22 familias, el orden más numeroso fue la Ephemeroptera con la familia Euthyplociidae, mientras que, la familia con menor presencia en el muestreo fue la Culicidae perteneciente al orden Díptero. Esto se debe a que según (Prada, 2018), menciona que la familia Ephemeroptera es muy sensible ante la contaminación por lo que generalmente se encuentra en aguas casi cristalinas, además de que su proceso de adaptación en zonas tropicales es mayormente estable, mientras que la familia Culicidae es un indicador de muy mala calidad de agua por lo que generalmente se encuentra en vertidos de residuos sólidos o aguas muy contaminadas al tener la capacidad de absorber altos índices de contaminación. Según (Carrasco, 2020) en el dique de Pambay en época de vacaciones se llegaron a colectar 584 individuos pertenecientes a 20 familias en 10 órdenes en el que también el orden más representativo fue Ephemeroptera, con un porcentaje cerca del 32%, la misma que es un buen indicador de calidad de agua, mientras que la familia Culicidae tuvo un índice bajo de presencialidad en estas aguas.

En la figura 3 se puede observar que en el mes de mayo hay mayor número de macroinvertebrados a comparación del mes de junio, sin embargo, según (López, 2018), este acontecimiento no muestra totalmente la calidad de agua sino más bien la sensibilidad que cada macroinvertebrado tiene ante los niveles de contaminación. También (Arroyo, 2020) en un estudio sobre la evaluación de calidad de agua con macroinvertebrados, menciona que los parámetros que determinan de una forma más eficaz si los cuerpos de agua están contaminados, son las puntuaciones de sensibilidad de los macroinvertebrados.

Figura N 3.- Macroinvertebrados muestreados en los meses de mayo y junio

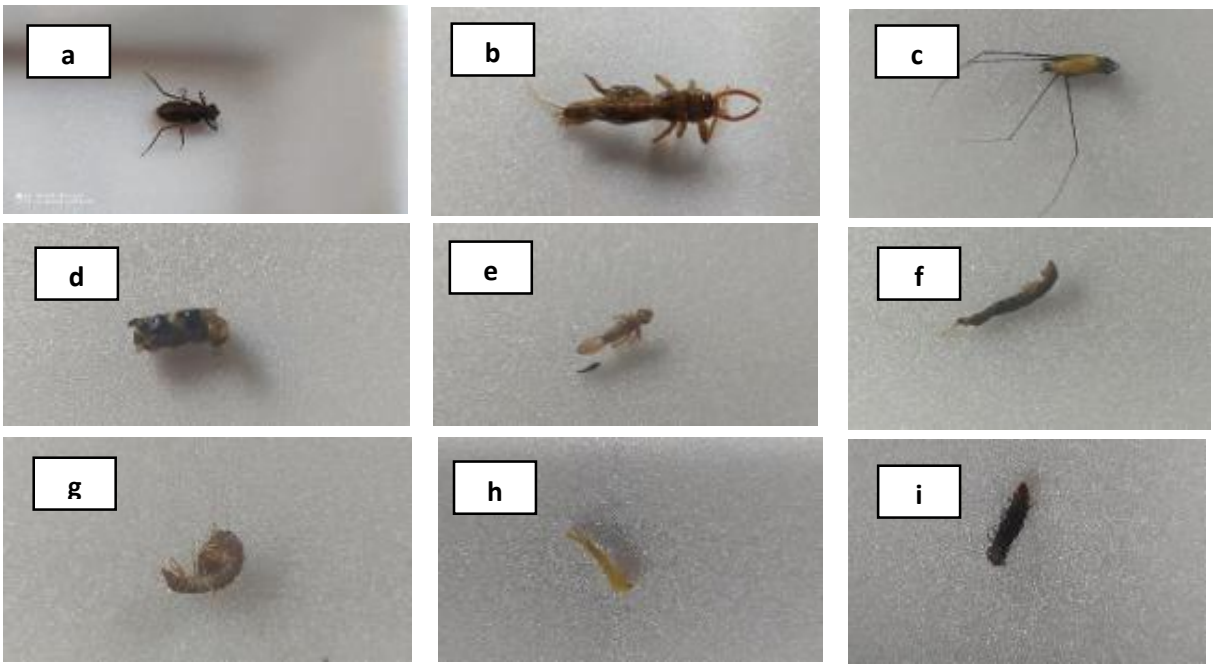


Fuente: Elaboración propia

Área de muestreo punto uno

Las familias más representativas fueron Libellilidae, Euthyplociidae, Gerridae, Atriplectididae, Megapodagriodinae, Staphylinidae, Polycentropodidae, Oligoneuriidae y Corydalidae, las mismas que según (Biología Tropical, 2017), establece que estas familias que en su mayoría pertenecen al orden Ephemeroptera son muy sensibles a la contaminación de aguas por lo que su capacidad de tolerancia es mínima.

Figura N 4.- Familias de macroinvertebrados encontrados en el punto de muestreo número uno, a) Libellilidae, b)Euthyplociidae, c)Gerridae, d)Atriplectididae, e)Megapodagriodinae, f)Staphylinidae, g)Polycentropodidae, h)Oligoneuriidae, i)Corydalidae.



Fuente: Elaboración propia

Área de muestreo punto dos

Las familias más representativas fueron las Gammaridae, Atriplectididae e Hydridae, las mismas que tienen puntajes distintos de sensibilidad ante la contaminación, además de eso no existió una alta abundancia en este punto, por lo que también interfieren factores internos de las familias como fisiológicos, morfológicos, así como factores externos como los componentes que interfieren en la modificación de la calidad de agua del dique (Rodríguez, 2019).

Figura N 5.- Familias de macroinvertebrados encontrados en el punto de muestreo número dos, a)Gammaridae, b)Atriplectididae, c)Hydridae.



Fuente: Elaboración propia

Área de muestreo punto tres

Las familias más representativas fueron Tipulidae, Chironomidae, Zigoptera, Gomphidae, Scirtidae, Culicidae y Dystiscidae, en este punto de estudio determina que la mayoría de familias como Culicidaem Tipulidae y Scirtidae son aquellas que tienen un nivel muy bajo de sensibilidad ante la contaminación, por lo que no son buenos indicadores de que en este sector el agua esté con una buena calidad (Pérez, 2018).

Figura N 6.- Familias de macroinvertebrados encontrados en el punto de muestreo número tres, a)Tipulidae, b)Chironomidae, c)Zigoptera.



Fuente: Elaboración propia

Área de muestreo punto cuatro

En este punto de muestreo, se pudo colectar las familias como: Tipulidae, Euthyplociidae y Gomphidae, las mismas que ya se encontraron en los puntos anteriores sin embargo en este punto se visualizó más presencia de individuos. Es de importancia recalcar que estas familias tienen valores de sensibilidad diferentes ante la contaminación, por lo que quiere decir que sus aguas tienden a estar ligeramente contaminadas (Perdomo, 2018).

Figura N 7.- Familias de macroinvertebrados encontrados en el punto de muestreo número cuatro, a)Gomphidae, b)Culicidae, c)Hydrophilidae, d)Scirtidae, e)Dystiscidae.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se observa que la familia Euthyplociidae es la más abundante debido a que según la (Revista Biológica Tropical, 2018), estas especies pertenecientes a esta familia, suelen encontrarse sobre todo en diversidad de cuerpos de agua dulce, alrededor o adheridas a las rocas, sedimento y plantas acuáticas. Además, esta familia pertenece al orden Ephemeroptera, uno de los más diversos y abundantes en zonas tropicales, sobre todo en ríos amazónicos porque tiene características que permiten que estas familias puedan permanecer en estos ecosistemas acuáticos (Machado, 2018).

Tabla N.-3 Distribución de macroinvertebrados según los meses y puntos de muestreo

MACROINVERTEBRADOS		MAYO				JUNIO			
ORDEN	**FAMILIA**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
Odonatos	Libellilidae	1	0	0	0	0	0	0	0
	Megapodagriodinae	0	1	0	0	0	0	0	0
	Zigoptera	0	0	0	0	0	0	1	0
	Gomphidae	0	0	0	1	0	0	1	0
Tricóptera	Atriplectididae	0	0	1	0	0	1	0	0
	Polycentropodidae	0	0	0	1	0	0	0	5
Ephemeróptera	Euthyplociidae	1	0	0	4	1	0	0	5
	Oligoneuriidae	1	0	0	0	0	0	0	0
Hemípteros	Gerridae	1	0	0	0	0	0	0	0
Coleóptera	Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrophilidae	0	0	1	0	0	0	0	0
	Scirtidae	0	0	1	4	0	0	0	2
	Dytiscidae	0	0	1	0	0	0	0	0
	Elmidae	0	0	0	3	0	0	0	2
Megalóptera	Corydalidae	1	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	Gammaridae	0	1	0	0	0	0	0	0
	Hyalellidae	0	0	0	1	0	0	0	0
Hydreyueduoida	Hydridae	0	1	0	0	0	0	0	0
Díptero	Chironomidae	0	0	1	0	0	0	0	0
	Tipulidae	0	0	1	0	0	0	0	2
	Culicidae	0	0	1	0	0	0	0	0
Plecóptera	Neumoridae	0	1	0	2	0	0	0	0
SUBTOTAL		5	4	7	16	1	1	2	16
TOTAL		52							

Fuente: Elaboración propia

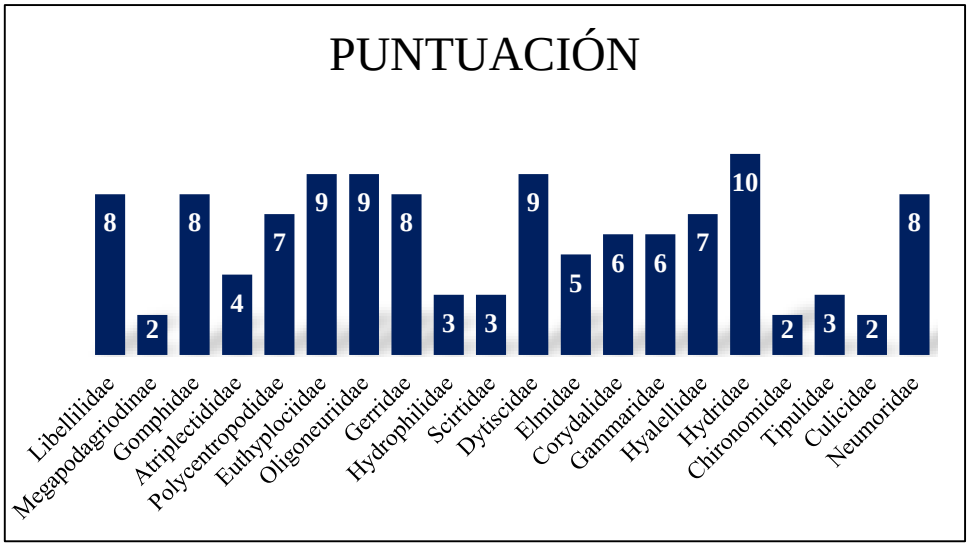
Índice BMWP

En la figura 3, se observa los niveles de puntuación que corresponden a cada familia, según su tolerancia o sensibilidad a la contaminación, por lo que (Sánchez, 2017) menciona que 10 es el nivel más sensible y 1 el nivel más fuerte ante problemas ambientales. Además, según (Roldán, 2019) también formula que las familias de

macroinvertebrados tienen que ser puntuadas con un valor máximo de 10, pero presenta algunas actualizaciones de sus puntuaciones en las familias Hebridae, Lestidae y Nepidae.

En este caso se determina que las familias Hydridae, Euthyplociidae, Oligoneuriidae y Dytiscidae son las más sensibles debido a que su estructura morfológica es muy débil y no acepta cambios extremos de contaminantes en su interior, mientras que las familias Chironomidae, Culicidae y Megapodagriodinae son tan fuertes estructural, morfológica y fisiológicamente, son capaces de tolerar y adaptarse a lugares con aguas muy contaminadas (Ortíz , 2017). Además, las familias como Euthyplociidae y Dytiscidae son de los macroinvertebrados con mayor índice de sensibilidad ante la contaminación, por lo que suelen encontrarse en ríos cristalinos de zonas bajas con suelos amazónicos que por lo general sus aguas son menos contaminadas (Rojas, 2020).

Figura 8.- Sensibilidad de las familias de macroinvertebrados muestreados



Fuente: Elaboración propia

Mediante la puntuación de sensibilidad de cada familia presente en los puntos de muestreo ante la contaminación que se observa en la figura 8, se determinó el Índice BMWP, el mismo que se demuestra en la tabla 9 la diferencia entre el mes de mayo y junio, siendo junio donde se encuentran valores altos de contaminación, debido a que se

considera tiempo de verano, esto lo menciona (BioWeb, 2020) por lo que las personas suelen visitar de una forma más frecuente el Dique "Gremio Los Mecánicos".

Como se puede observar en la tabla 4, en el mes de mayo el valor de BMWP es de 119, el mismo que da como indicador al color celeste que significa que sus aguas están sin problema de contaminación, mientras que en el mes de junio su índice BMWP es de 43% en el que se valora con un color amarillo, significa que las aguas están moderadamente contaminadas, variables que están establecidas en la Tabla 2 de calidad de agua del índice BMWP de (Sánchez, 2018). Según (Rodríguez, 2018) en una investigación de calidad ambiental en el Río Puyo de la amazonía ecuatoriana, se determinó según el índice BMWP que la calidad de agua estaba en un rango de 33 a 60 puntos, la misma que muestra una calidad crítica, lo que quiere decir que sus aguas están ligeramente a moderadamente contaminadas, lo que permite definir que hay una pequeña variación en los puntajes de las variables de calidad, sin embargo, no interfieren en la respuesta final de la determinación de la calidad de agua.

Tabla N 4.- Calidad de agua en BMWP/Col

MES	ABUNDANCIA	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
MAYO	31	119	Aguas sin problemas de contaminación	CELESTE
JUNIO	20	43	Aguas moderadamente contaminadas	AMARILLO

Fuente: Autores

Índice EPT

En la tabla 5, se observa que en los dos meses de muestreo la calidad de agua es regular, debido a que no existía abundante presencia de Ephemerópteros, Tricópteros y Plecópteros (Terán, 2020), por lo que las personas que llegan a este Dique suelen contaminarlo realizando sus labores domésticas como lavado de ropa, materiales de trabajo y a veces también desechan basura en sus alrededores, esto según (Rodríguez, 2019). Según (Alianza Team, 2021) los 6 diques de la ciudad de Puyo mantienen un nivel

de contaminación similar debido a la presencia de contaminación doméstica, así como industrial.

Tabla N.-5 Calidad de agua en EPT

MES	ABUNDANCIA	% EPT	SIGNIFICADO	COLOR
MAYO	36	41,6	Regular, es decir que el agua está ligeramente contaminada	
JUNIO	16	46	Regular, es decir que el agua está ligeramente contaminada	

Fuente: Autores

Conclusiones

- En la población de estudio se colectaron 52 individuos de macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 22 familias y 10 órdenes, en las que en el mes de mayo se encontraron mayor número de individuos que en el mes de junio, debido a que en junio hay mayor número de turistas y por lo tanto mayor contaminación.
- El orden más abundante fue Ephemeroptera, en donde la familia Euthyplociidae fue la más colectada con aproximadamente 11 individuos, debido a que esta familia suele estar presente en los lugares húmedos y en donde hay mayor concentración de rayos solares como es en el mes de junio, mientras que el orden menos representativo fue Hemíptero con la familia Gerridae en el que solamente se encontró 1 individuo en el mes de mayo debido a que se le considera un macroinvertebrado que está en aguas que son moderadamente o altamente contaminadas.
- Según el índice BMWP la calidad de agua del dique es regular o de procedencia dudosa con un 43%, de la misma forma según el índice EPT también se calcula que entre los meses de mayo y junio el agua está ligeramente contaminada en un 41 a 46% la misma que está establecida con color amarillo perteneciente a la clase III.

- El mes de junio presenta una calidad de agua del componente biótico de clase regular o dudosa, debido a que es el mes de verano o donde más presencia solar existe, por lo que las personas visitan con frecuencia el dique "Gremio de Mecánicos"
- Estos resultados permiten dar a conocer información referente a la situación actual de la calidad de agua del dique, con la finalidad de que los GADs puedan intervenir con proyectos ambientales y turísticos que permitan disminuir estos impactos y que el índice de turismo aumente, así como lograr una mejor calidad de agua del río aumentando así su biodiversidad.

Literatura citada

Alianza Team. (2021). *contaminantes de agua procedentes de nuestros hogares*. Retrieved from https://www.manosverdes.co/contaminantes-del-agua-que-producen-hogares/

Aquae. (2018). *Recursos hídricos, importancia del agua*. Retrieved from https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-agua/

Arroyo. (2020). *Evaluación de la calidad de agua* . Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/4-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7-1-10-20150623.pdf

Biología Tropical. (2017). *Familias de macroinvertebrados* . Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800004

BioWeb. (2020). *Amazonía y su estaciones climáticas* . Retrieved from https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/

Carles. (2019). *Orden Diptera* . Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_63.pdf

Carrasco, J. (2020). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua* . Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/2021-11055-2-PB%20(1).pdf

Carrera. (2021). *Macroinvertebrados acuáticos*. Retrieved from https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374#:~:text=Los%20macroinvertebrados%20acu%C3%A1ticos%20son%20bichos,%2C%20r%C3%ADos%2C%20lagos%20y%20lagunas.

Cordero, P. (2017). *Calidad del agua para los ríos alto andinos, mediante indicadores*. Retrieved from http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8746/Calidad%20del%20a

gua%20para%20los%20r%C3%ADos%20alto%20andinos%2C%20mediante%20indicadores%20biol%C3%B3gicos.%20Pablo%20Cordero.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Environment. (2019). *Recursos Hídricos-Green Facts*. Retrieved from https://www.greenfacts.org/es/index.htm

EPA. (2021). *Contaminación por nutrientes* . Retrieved from Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos: https://espanol.epa.gov/espanol/contaminacion-por-nutrientes

Flores. (2019). *Ephemeróptera, clasificación, características*. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800004

Fundación Codespa. (2021). *Síntesis del Turismo en la Amazonía* . Retrieved from https://www.codespa.org/aprende/publicaciones/programa-rutas-la-apuesta-por-un-turismo-inclusivo-en-latinoamerica/?gclid=CjwKCAjwwdWVBhA4EiwAjcYJEHiPCSwYtvjPWvvhnq72_e7Q-Ghd030wUnvA6lGzWCFPyeaX4FZrWBoC54AQAvD_BwE

García. (2017). *Calidad de Agua del Componente Biológico*. Retrieved from http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7076/1/PC-001017.pdf

Generalitat. (2020). *Incectarium virtual de macroinvertebrados*. Retrieved from https://parquesnaturales.gva.es/es/web/insectarium-virtual-del-parc-natural-del-penyal-d-ifac/orden-hemiptera

Gobierno Autónomo Provincial de Pastaza. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia*. Retrieved from http://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/plan_ordenamiento_territorial_pastaza.pdf

Gómez. (2018). *Importancia Ecológica*. Retrieved from https://importancia.biz/importancia-ecologica/

Grustán. (2019). *Orden Megaloptera* . Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_57.pdf

Gutierrez. (2018). *Orden Plecoptera, Revista Biológica Tropical*. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800006

Iagua. (2019). *Contaminación del agua*. Retrieved from https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua

Iagua. (2019). *Dique y su estructura* . Retrieved from https://www.iagua.es/respuestas/que-es-dique-y-cual-es-funcion

INEC. (2016, Octubre). *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (Agua y Alcantarillado)*. Retrieved from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2015/Documento_Tecnico-Gestion_de_Agua_y_Alcantarillado_2015.pdf

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

López. (2018). *Análisis de macroinvertebrados acuáticos* . Retrieved from https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16739/1/CD-7335.pdf

Machado. (2018). *Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad de agua*. Retrieved from https://www.redalyc.org/journal/5722/572262097015/html/

Manterola. (2017). *Técnicas de muestreo sobre una población de estudio*. Retrieved from https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037

Martinez. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos, bentónicos, calidad de agua*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/UPS-CT009273.pdf

Mazé. (2019). *Orden Amphipeda* . Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_82.pdf

Ministerio del Ambiente . (2017). *Cartilla de Idenfificación de Macroinvertebrados Acuáticos*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/Cartilla_Identificacion_Macroinvertebrados_2017.pdf

Mosquera, D. (2021). *Evaluación de la calidad del agua de un río tropical usando índices bióticos, fisicoquímicos y de diversidad*. Retrieved from https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/220

Naciones Unidas sobre el Recurso Hídrico. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo del Recurso Hídrico-NURH*. Retrieved from https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf

Observatorio Regional de Desarrollo. (2019). *Gobiernos Autónomos Descentralizados del Ecuador* . Retrieved from https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/gobiernos-autonomos-descentralizados-de-ecuador

ONU. (2017). *Decenio Internacional para la acción de agua fuente de vida* . Retrieved from https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml

Organización Meteorológica Mundial. (2018). *Porcentaje de agua en el mundo, Organización Meteorológica Mundial*. Retrieved from http://www7.uc.cl/sw_educ/hidrologia/Capitulo_1/aguamundo.pdf

Ortíz , V. (2017). *Efectos de la cobertura vegetal y macroinvertebrados*. Retrieved from https://www.uv.mx/met/files/2013/11/ArmasOrtizVeronica-Diciembre2015.pdf

PDOT. (2021). *Plan de Ordenamiento Territorial actualizado de la Parroquia 10 de Agosto*. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1660010210001_DOCUMENTO%20PD%20Y%20OT%2010%20DE%20AGOSTO_15-05-2015_22-25-05.pdf

Perdomo. (2018). *Análisis de sencibilidad de macroinvertebrados a la variación de parámetros físicos y biológicos*. Retrieved from https://1library.co/document/qo5vd3jy-analisis-sensibilidad-macroinvertebrados-variacion-parametros-fisico-quimicos-jatunhuayco.html?utm_source=related_list

Pérez. (2018). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua*. Retrieved from http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf

Prada. (2018). *Macroinvertebrados y su importancia ecológica*. Retrieved from https://www.medigraphic.com/pdfs/saljalisco/sj-2018/sj18Ed.pdf

Red Iberoamericana de Ciencias . (2018). *Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad de Agua*. Retrieved from http://reibci.org/publicados/2014/julio/2200103.pdf

Revista Biológica Tropical. (2018). *Familia Ephemeróptera* . Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/449/44922967004.pdf

Rodríguez. (2018). *Caracterización de calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo*. Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/578/57851062013.pdf

Rodríguez. (2019). *Evaluación de la calidad de agua del río Puyo mediante la identificación de macroinvertebrados*. Retrieved from https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17979/1/Tesis%20Lista%20Jefferson.pdf

Rodríguez. (2019). *Macroinvertebrados acuáticos* . Retrieved from https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/79468/1/ramirez_contaminacion_agua_2006.pdf

Rodriguez, A. (2021). *Macroinvertebrados Indicadores de Calidad Biológica* . Retrieved from https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3609/4352

Rojas. (2020). *Registro del género y familia de macroinvertebrados* . Retrieved from https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/12835

Roldán. (2019). *Valores de tolerancia de suceptibilidad de los macroinvertebrados*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-MacroinvertebradosBentonicosComoIndicadoresDeCalid-6768951.pdf

Roldán. (2020). *Bioindicadores, tipo, clasificación*. Retrieved from https://www.ecologiaverde.com/bioindicadores-que-son-tipos-y-ejemplos-2846.html

Romero. (2014). *Los Diques de corrección hidrológica como instrumentos de cuantificación de la erosión*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/dcfichero_articulo.pdf

Salud. (2019). *La Muestra y Población de estudio*. Retrieved from https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-metodologia-de-la-investigacion/tema-5-la-muestra-y-la-poblacion-de-estudio

Sánchez. (2017). *El Índice Biológico BMWP*. Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf

Sánchez. (2018). *Calidad de agua en índice BMWP*. Retrieved from https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf

Terán. (2020). *Estudio de calidad de agua de macroinvertebrados*. Retrieved from https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/5191/5291

Torralba. (2019). *Orden Odonata, conceptos, clasificación*. Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_41.pdf

UEA. (2017). *Evaluación De La Calidad De Las Aguas De Los Diques Turísticos En La Subcuenca Del Río Puyo, Universidad Estatal Amazónica*. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/9000-Article%20Text-25924-1-10-20170330%20(1).pdf

Universidad Autónoma de Barcelona. (2017). *La contaminación en el Amazonas*. Retrieved from https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/la-contaminacion-petrolera-del-amazonas-esta-modificando-la-composicion-quimica-del-agua-1345667994339.html?noticiaid=1345734672816

Vilela, W. (2020). *Estudios de la Gestión*. Retrieved from https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2437

Zamora. (2017). *Orden Tricoptera, caracteristicas y clasificación*. Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_64.pdf

Zarazaga. (2019). *Los Coleópteros* . Retrieved from http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf

ANEXOS



Toma de datos de los puntos de muestreo



Recolección de macroinvertebrados en el punto 1



Recolección de macroinvertebrados en el punto 4



Separación de los macroinvertebrados



Clasificación de los macroinvertebrados

Marco Teórico

Monitoreo

"El monitoreo es un proceso continuo y sistemático para obtener y analizar información sobre el avance hacia la consecución de las metas y objetivos de un proyecto" (Manterola, 2017).

Muestreo

Es la selección de un conjunto de elementos o la representatividad de una muestra, que permite extrapolar y por ende generalizar los resultados observados en ésta, a la población accesible (conjunto de sujetos que pertenecen a la población blanco, que están disponibles para la investigación); y a partir de ésta, a la población blanco. Por ende, una muestra será representativa o no; sólo si fue seleccionada al azar, es decir, que todos los sujetos de la población blanco y accesible, tuvieron la misma posibilidad de ser seleccionados en esta muestra y por ende ser incluidos en el estudio (técnica de muestreo probabilístico) (Manterola, 2017).

Muestra:

Es el grupo de individuos que realmente se estudiará. Para que se puedan generalizar los resultados tiene que seleccionarse de modo que sea lo más representativa posible de la población destinataria y con una cantidad suficiente para obtener respuestas válidas. El número de individuos de la muestra normalmente se representa por n, y el número de individuos de la población por N (Salud, 2019).

Bioindicadores: Están conformados por un gran número de especies vegetales, hongos o animales, en donde un ecosistema determinado ofrece información sobre ciertas características ecológicas de este o el posible impacto ambiental de ciertas prácticas sobre el mismo. Estos bioindicadores son establecidos para la determinación de la calidad de agua de un cuerpo hídrico (Roldán, 2020).

Recurso hídrico

Los Recursos Hídricos son bienes naturales, que forman parte del patrimonio natural del Estado, de dominio público, y de libre acceso para satisfacer esa necesidad vital de la humanidad**.** El 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua líquida y, de ella, alrededor del 96% corresponde al agua salada que compone los océanos. Cerca del 69% del restante 30% es el agua congelada de los polos. Solo entre un 1% y un 4% corresponde al vapor de agua presente en la atmósfera (Aquae, 2018).

Dique

Es una construcción o una estructura de hormigón, piedra, tierra y otro material que se construye con el objetivo de contener el agua, impidiendo su paso. Pueden construirse de manera perpendicular o paralela al curso de agua que se pretende contener (Iagua, 2019).

Calidad de agua

la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (ONU, 2017).

Contaminación del agua

Es la presencia de cualquier sustancia, componente o material químico o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de modo que no reúna las condiciones para el uso que se le hubiera destinado en su estado natural.

Esta alteración en la calidad del agua, que se traduce en la existencia de sustancias como los microbios, los metales pesados o los sedimentos, hace que su consumo tenga efectos dañinos sobre la salud y el medio (Iagua, 2019).

Macroinvertebrados acuáticos:

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados

porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas.

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación (Carrera, 2021).

Macroinvertebrados Bentónicos

Macroinvertebrados bentónicos se les conoce a aquellos invertebrados que viven asociados a las variedades de sustratos que se encuentran en ecosistema acuático (bentos) y que gracias a su tamaño pueden ser retenidos con redes con luz de malla (250-500 um) y observados a simple vista (Martinez, 2018).

Índices Biológicos

Están constituidos por la presencia y abundancia de diferentes especies indicadoras de la calidad del agua, una ponderación de las especies según su tolerancia al grado de contaminación orgánica de las aguas (García, 2017).

Índice EPT

Este índice utiliza 3 órdenes de macroinvertebrados, los cuales son los más sensible a la contaminación de recursos hídricos, los tres grupos son: Ephemeroptera, Plecóptera y Trichóptera y una vez identificados y de acuerdo al número de macroinvertebrados presentes de cada grupo, se le asigna un valor y se determina la calidad de agua.

Índice BMWP

En este estudio, se utilizará el índice de monitoreo de calidad de agua BMWP en su daptaciónpara Colombia, el cual utiliza macroinvertebrados como bioindicador; pues esta metodología, llegaa nivel de familias y la información obtenida serán datos cualitativos que se basarán en la presenciao ausencia de los mismos, en cuanto a la puntuación, será del 1

al 10 dependiendo del nivel de tolerancia de los diferentes grupos de macroinvertebrados a la contaminación de la fuente (Roldán, 2021).

Importancia ecológica

La ecología tiene una importancia máxima para la supervivencia del planeta y del ser humano. La ecología supone entender que el futuro vendrá igualmente y nosotros o nuestros hijos viviremos un entorno que depende exclusivamente de lo que hagamos ahora en el presente. De ahí que sea algo tan importante el cuidar la ecología (Gómez, 2018).

Orden Odonata:

Son insectos predominantemente visuales, en la cabeza destacan los grandes ojos compuestos, relativamente mayores en los anisópteros y más separados y en el extremo de una prolongación en los zigópteros. Además, también están presentes las antenas, relativamente pequeñas, los ocelos (en número de tres, situados en posición dorsal) y la boca (Torralba, 2019).

Orden Tricóptera:

Pertenece a los macroinvertebrados (Trichoptera, del griego trichos, "pelo" y pteron, "ala") son artrópodos de la Clase Insecta cuyos adultos portan alas cubiertas de pilosidad. Casi todas sus especies dependen del medio acuático para su desarrollo. Muchos Tricópteros se caracterizan por vivir en ríos y arroyos de aguas limpias y bien oxigenadas, aunque también se pueden encontrar en ambientes lénticos, terrestres e incluso marinos (Zamora, 2017).

Orden Ephemeróptera:

El orden de los efemerópteros (efímeras) es un grupo de frágiles insectos exclusivamente acuáticos y relativamente primitivos. Presentan una característica única entre los insectos, la de poseer un estadio terrestre volador (el “sub-imago”) previo al del adulto sexualmente maduro (Flores, 2019).

Orden Hemíptera

Su nombre (*Hemiptera, del griego ημι hemi, "mitad" y πτερον pteron, "ala"*) alude a que en muchos de ellos las alas anteriores, o *hemiélitros*, tienen la parte basal coriacea, mientras que la parte distal es membranosa. Aunque actualmente forman parte de este orden los antiguos *Homoptera*, cuyas alas son enteramente membranosas (Generalitat, 2020).

Coleóptera

Los coleópteros reciben en castellano el nombre general de escarabajos, aunque algunos de entre ellos tienen nombres concretos, ligados a grupos menores (por ejemplo, aceiteras o carralejas, algunos miembros de la familia Meloidae; gorgojos, los representantes de la superfamilia Curculionoidea, o barrenillos, los de la subfamilia Scolytinae de la anterior, o algavaros las especies del género Cerambyx) (Zarazaga, 2019).

Orden Megalóptera

Son insectos endopterigotos, neópteros, con alas subiguales sin pterostigma diferenciado y con venación primitiva muy ramificada; las alas posteriores se cierran en abanico. La etimología de Megaloptera procede del griego, megále, "grande" y ptéron, "ala". Se trata de un orden muy primitivo (posiblemente el más antiguo de los endopterigotas) (Grustán, 2019).

Orden Amphipoda

Constituyen uno de los órdenes de crustáceos más diversificado junto con los decápodos y los copépodos, tienen una gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes. Desempeñan un papel muy importante en el flujo de energía y materia de las cadenas tróficas de los ecosistemas marinos y son un relevante componente de las biocenosis de aguas subterráneas (Mazé, 2019).

Orden Hydreyueduoida

Son macroinvertebrados, como todos los cnidarios posee simetría radial y constan de solo dos capas de células separadas por una mesoglea gelatinosa; la capa externa es la

ectodermis y la capa interna se llama la gastrodermis. Por lo general, las hidras poseen unos pocos milímetros de longitud de 1 mm a 20 mm cuando están totalmente extendidas. Tienen el cuerpo tubular terminado por un simple pie adhesivo llamado disco basal (Generalitat, 2020).

Orden Díptera

Esta orden Díptera incluye a las "moscas" y "mosquitos", se caracterizan, dentro de los insectos, por tener sólo un par de alas, de ahí el origen de su nombre (di = dos, ptera = ala). Sin embargo, esta característica no es exclusiva de ellos, pues existen otras especies de insectos, muy pocas, que también presentan dos alas (por ejemplo, algunas efímeras y unos pocos homópteros). Además, por otro lado, también existen dípteros ápteros, es decir, sin alas (Carles, 2019).

Orden Plecóptera

Se les denomina también como moscas de la piedra, es un grupo relativamente pequeño de insectos. Las ninfas de la región centroamericana se reconocen por tener dos cercos terminales, branquias torácicas y un par de uñas en cada pata. Morfológicamente, tienden a ser confundidas con las efímeras (Ephemeroptera), pero se diferencian de éstas usando una combinación de las características mencionadas anteriormente (Gutierrez, 2018)