UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE INDICADORES BIOLÓGICOS (MACROINVERTEBRADOS) EN EL RIO PAKAYACU, COLONIA 24 DE MAYO, PROVINCIA DE PASTAZA EN EL CANTÓN MERA.

AUTOR(ES):

Katherine Penélope Baque Pozo

Luis Alejandro Cajas Alban

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE INDICADORES BIOLÓGICOS (MACROINVERTEBRADOS) EN EL RIO PAKAYACU, COLONIA 24 DE MAYO, PROVINCIA DE PASTAZA EN EL CANTÓN MERA.

AUTOR(ES):

Katherine Penélope Baque Pozo

Luis Alejandro Cajas Alban

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

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

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple adecuadamente
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	Ordenar sistemáticamente los elementos del resumen de manera de evidenciar la importancia del trabajo. Las observaciones se indican en el documento completo
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.	18/20	Se mejoro sustancialmente
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.	12/15	Se incluyo brevemente en el cuerpo del trabajo
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 la mayoría de los requerimientos

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	Cumple con la mayoría de los requisitos. Se mejoro sustancialmente.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	Mejora la redacción de manera de aprovechar los resultados obtenidos.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Se mejoró el formato de las referencias
VALORACIÓN TOTAL	91	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	91

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALFREDO BRAVO MEDINA

Carlos Alfredo Bravo Medina
Docente-Titular Agregado 3

Dado en la ciudad de Puyo, a los 09 días del mes de marzo de 2023

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

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total 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 Existe una clara mejora con respecto a la revisión anterior.
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 El marco teórico debe ubicarse en anexos
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	Existe una clara mejora con respecto a la revisión anterior, más, se debe mejorar la redacción del apartado **3.5.1.**, en tercera persona. Incorrecto: Para el monitoreo de los parámetros bioindicadores acuáticos sedebe realizar una visita previa al sectordonde se debe tomar en relevancia...

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 Existe una clara mejora con respecto a la revisión anterior.
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.	5/5	Cumple con los criterios
VALORACIÓN TOTAL	99/100	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	99

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANDREA CAROLINA BELTRAN CONLAGO

Ing. Andrea Carolina Beltrán Conlago MSc.

PAR CIEGO

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

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

Puyo, 01 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Katherine Penelope Baque Pozo con C.I. 180424123-8, con el Tema: **"Determinación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) en el rio Pakayacu en la Colonia 24 de Mayo, en la provincia de Pastaza en el Cantón Mera."**, de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Vinicio Abril Saltos, ha sido revisado mediante el sistema anti-plagio URKUND, reportando una similitud del 9%, Informe generado con fecha 2023-03-01 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

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Articulo Final Macroinvertebrados Acuáticos ver 1 marzo.pdf (D159805632)
Submitted	3/1/2023 5:15:00 PM
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf Fetched: 3/1/2023 5:27:00 PM	1
W	URL: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892020000100007&script=sci_arttext Fetched: 3/1/2023 5:26:00 PM	6
W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/4762/476259067004.pdf Fetched: 3/1/2023 5:27:00 PM	1
SA	**ARTICULO CIENTIFICO.docx** Document ARTICULO CIENTIFICO.docx (D14885240)	1
SA	**1A_Leiva_Costa_Joseph_David_Titulo_Profesional_2022.docx** Document 1A_Leiva_Costa_Joseph_David_Titulo_Profesional_2022.docx (D134703752)	3
SA	**tesis carolina Logroño.doc** Document tesis carolina Logroño.doc (D14234950)	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PRÁCTICO EXPERIMENTAL # 2-noroña, contreras, mora, ramires, grefa, pisango.pdf** Document PRÁCTICO EXPERIMENTAL # 2-noroña, contreras, mora, ramires, grefa, pisango.pdf (D142102292) Submitted by: amb2016046@uea.edu.ec Receiver: ja.machadoc.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374 Fetched: 3/1/2023 5:25:00 PM	1
W	URL: https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf Fetched: 3/1/2023 5:25:00 PM	2

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

Puyo, 01 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Luis Alejandro Cajas Alban con C.I. 160073957-5, con el Tema: **"Determinación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) en el rio Pakayacu en la Colonia 24 de Mayo, en la provincia de Pastaza en el Cantón Mera."**, de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente director del Trabajo de Integración Curricular, Ricardo Vinicio Abril Saltos, ha sido revisado mediante el sistema anti-plagio URKUND, reportando una similitud del 9%, Informe generado con fecha 2023-03-01 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

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Articulo Final Macroinvertebrados Acuáticos ver 1 marzo.pdf (D159805632)
Submitted	3/1/2023 5:15:00 PM
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf Fetched: 3/1/2023 5:27:00 PM	1
W	URL: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892020000100007&script=sci_arttext Fetched: 3/1/2023 5:26:00 PM	6
W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/4762/476259067004.pdf Fetched: 3/1/2023 5:27:00 PM	1
SA	**ARTICULO CIENTIFICO.docx** Document ARTICULO CIENTIFICO.docx (D14885240)	1
SA	**1A_Leiva_Costa_Joseph_David_Titulo_Profesional_2022.docx** Document 1A_Leiva_Costa_Joseph_David_Titulo_Profesional_2022.docx (D134703752)	3
SA	**tesis carolina Logroño.doc** Document tesis carolina Logroño.doc (D14234950)	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PRÁCTICO EXPERIMENTAL # 2-noroña, contreras, mora, ramires, grefa, pisango.pdf** Document PRÁCTICO EXPERIMENTAL # 2-noroña, contreras, mora, ramires, grefa, pisango.pdf (D142102292) Submitted by: amb2016046@uea.edu.ec Receiver: ja.machadoc.uea@analysis.urkund.com	1
W	URL: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374 Fetched: 3/1/2023 5:25:00 PM	1
W	URL: https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf Fetched: 3/1/2023 5:25:00 PM	2

Determinación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos (macroinvertebrados) en el rio Pakayacu, Colonia 24 de Mayo, provincia de Pastaza en el Cantón Mera.

Katherine Baque Pozo 1[1]
kp.baquep@uea.edu.ec
Luis Cajas Alban 2[1]
amb2016042@uea.edu.ec

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

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de ciencias de la vida,
Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

El manejo de los recursos naturales debe ser de gran importancia dentro de los nuevos planes de manejo de las ciudades. en especial el recurso hídrico, al ser Pastaza una de las provincias con mayor extensión también tiene ríos con grandes afluentes, los cuales pasan por diferentes comunidades y poblados de la provincia. Es por ello el objetivo de analizar y determinar el estado actual del rio Pakayacu, para poder tener un punto de referencia en comparativa del estado de los ríos de Pastaza, pues al tener un incremento demográfico, los recursos deben ser mejor gestionados. Los métodos utilizados fueron el índice AAMBI y EPT, métodos

cualitativos-cuantitativos que utilizan bioindicadores, con ayuda de un análisis estadístico realizadas en el mes de enero de 2023. Los resultados obtenidos dieron a demostrar las condiciones del hábitat acuático del rio pakayacu, esto sumado a una comparativa de la Norma de Calidad Ambienta y de descarga de efluentes al recurso agua, se determina un rango del 70 a 80% en EPT, siendo rangos aceptables para afluentes de contacto primario.

Palabras Clave: análisis estadístico, bioindicadores, índice AAMBI, índice ETP, recurso hídrico.

Abstract

The management of natural resources should be of great importance within the new management plans of the cities, especially the water resources, as Pastaza is one of the provinces with the largest extension also has rivers with large tributaries, which pass through different communities and towns of the province. That is why the objective of analyzing and determining the current state of the Pakayacu river is to have a comparative reference point for the state of the rivers in Pastaza, since the population has increased and resources need to be better managed. The methods used were the AAMBI index and EPT, qualitative-quantitative methods that use bioindicators, with the help of a statistical analysis carried out in January 2023. The results obtained showed the conditions of the aquatic habitat of the Pakayacu River, which added to a comparison of the Environmental Quality Standard and effluent discharge to the water resource, determined a range of 70 to 80% in EPT, being acceptable ranges for primary contact effluents.

Keywords: statistical analysis, bioindicators, AAMBI index, ETP index, water resources.

1. INTRODUCCIÓN

El cantón Mera de la provincia de Pastaza, para el 2013 cuenta con 2044,6 Ha en un 3,93% en cobertura de cuerpos de agua, con un área poblada de 10,26 Ha en un 0,41% y población proyectada de 22 144 habitantes. El recurso hídrico es altamente amenazado por las descargas directas de aguas servidas y residuales, generando perdida de hábitats de flora y fauna encontrándose muchos de ellos en riesgo crítico de extinción (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mera [GADMCM], 2015). La cantidad de recursos que brinda el ecosistema natural es de gran importancia; evidentemente uno de los más estimados e indispensables que se encuentra amenazado es el ambiente acuático, el cual ha experimentado alteraciones por la intervención antropogénica, siendo el desarrollo urbano, agricultura, industria, extracción de minerales, entre otras. (Guerrero, 2021). De esta forma las descargas de aguas servidas y residuales en el recurso hídrico son concepciones que se han desarrollado en gran volumen debido al crecimiento demográfico y tipo de explotación y producción en el recurso natural (Lanza & Hernández, 2018).

Actualmente a nivel nacional las ciudades de Cuenca, Guayaquil y Quito cuentan con sistemas de tratamiento de aguas, que permiten frenar el aumento de enfermedades intestinales y perdida de la biodiversidad a debido a la contaminación del agua. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (Montero-Vega et al., 2020), menciona que en latinoamérica se cuenta con un recurso hídrico dulce de 22 000 m3. En cuanto a Ecuador es unos de los países ricos en biodiversidad y en fuentes de captación como lagos, lagunas, ríos, aguas subterráneas, etc., constituidas principalmente de vertientes directamente de los Andes y los afluentes que desembocan en el Océano pacífico y el otro en la cuenca Amazónica

(Brito & Piedra, 2021). Por otro lado, en la Carta Magna del Ecuador hace mención de los recursos naturales y la biodiversidad, dentro del artículo 395 se encuentran las políticas de gestión ambiental del Estado que deberán ser acogidas y aplicadas por toda identidad pública o privada; en el art. 318 también declara al agua como patrimonio nacional estratégico de uso público, a través del SENAGUA. Cabe recalcar la relevancia del constante monitoreo de las afluentes hídricas para su conservación y plan de acción en caso de haber afecciones. Todas las normas y regulaciones mencionadas deben ser acogidas para un correcto funcionamiento de los procesos de gestión ambiental que están dentro de la provincia. El objetivo de este trabajo es analizar y determinar el estado actual del sistema hídrico con el fin de evaluar el índice de calidad de agua mediante el uso de indicadores biológicos (macro invertebrados), mediante metodologías cualitativas, en el área de influencia en el bloque 28, en la provincia de Pastaza en el cantón Mera.

2. MARCO TEORICO

El desarrollo de las actividades antropogénicas en los últimos años en el cantón Mera ha generado una ligera expansión en su infraestructura debido a los asentamientos poblacionales que se encuentran distribuidos a lo largo de dicha carretera, encontrando las actividades económicas como la deforestación, actividades petroleras, densidad poblacional, (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN MERA, 2015) lo cual ha resultado en el aumento de la contaminación del agua, contaminación del aire, entre otros, debido a esto se ha producido un avance en la preocupación de las condiciones ambientales, por sector. Ahora bien, es recomendable tratar la contaminación en todas sus variables, pero entre los que puede afectar de forma directa al bienestar ambiental como antropogénico es la contaminación del agua. Dicho ello el agua

contaminada puede llegar generar un malestar en la población, además de ser una ciudad donde existe actividad minera lo cual evidencia una posible afectación al recurso.

En relación al territorio de Pastaza se han realizado evaluaciones del estado de sus ríos entre ellos fue el rio Lliquino que de igual forma ha sufrido etapas de intervención antrópica, debida la colonización y la extracción minera a lo largo de su cuenca. (Terneus, 2012). Los datos recopilados en los estudios realizados sirven de comparación de un estado real de la calidad del agua por macro invertebrados.

2.1 Macroinvertebrados como bioindicadores

Los grupos de macroinvertebrados de agua dulce tienen una amplia gama de adaptaciones, incluidas diferencias significativas en sus ciclos de vida. Algunos grupos pasan toda o la mayor parte de su ciclo de vida en el agua. Los ejemplos incluyen chinches (Hemiptera), la mayoría de los escarabajos (Coleoptera) crustáceos, moluscos, sanguijuelas y planarias. En cambio, los insectos de los órdenes Mayflies, Odonata, Polyptera, Macroptera, Trichoptera, Lepidoptera y Diptera tienen adultos terrestres. En muy pocos taxones, como Lepidoptera (Coleoptera) y Nematodes, solo los adultos viven en el agua. El tiempo de desarrollo varía ampliamente y puede oscilar entre unas pocas semanas y varios años, según la especie y los factores ambientales, como la temperatura del agua y la disponibilidad de alimentos. En ambientes tropicales, los ciclos de vida suelen ser "múltiples", lo que significa que varias generaciones se superponen cada año (P Hanson *et al*., 2010).

2.2. Bioindicador

El índice biológico AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index) fue creado en 2019 siendo una adaptación para ecuador del índice BMWP Roldán-Pérez 2016 y de costa 2009, sirve para poder identificar en qué estado se encuentra la calidad e integridad ecológica del agua. Dicho método busca llegar al nivel Familia y sus órdenes específicos, sus datos son de carácter cualitativo. Su puntaje varía de acuerdo a la tolerancia de las diferentes agrupaciones

de macroinvertebrados. (Encalada *et al.)*

2.3. Índice de Calidad del Agua (ICA)

Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. Se han clasificado a cada macroinvertebrados con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10, que señala al más sensible. De acuerdo con esta sensibilidad se clasifican en cinco grupos. En la siguiente tabla se representan los índices de sensibilidad en 5 aspectos (Carrera, 2001) (Reyes, 2019)

Una cuenca incluye ecosistemas terrestres (bosques, manglares, matorrales, pastizales) y ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales), y sus límites se establecen desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio, hasta un punto de salida". En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: Alto, Medio y Bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Ordoñez, 2011) (Ballesteros, 2018). Por lo cual se puede entender la incidencia del flujo de caudal en la diversidad de macroinvertebrados que estén presentes.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y método de investigación

El articulo presenta un enfoque fue mixto descriptivo – investigación experimental; descriptivo al evaluar el área de estudio e investigación experimental, al obtener datos a través de la experimentación, a fin de determinar el estado de la calidad de agua del rio Pakayacu mediante el uso de indicadores biológicos.

3.2. Análisis de datos

Por otra parte, la obtención de los datos en los diferentes puntos de muestreo del rio Pakayacu

(Cantón Mera) se tabuló utilizando la herramienta de Microsoft Excel de Office 2019.

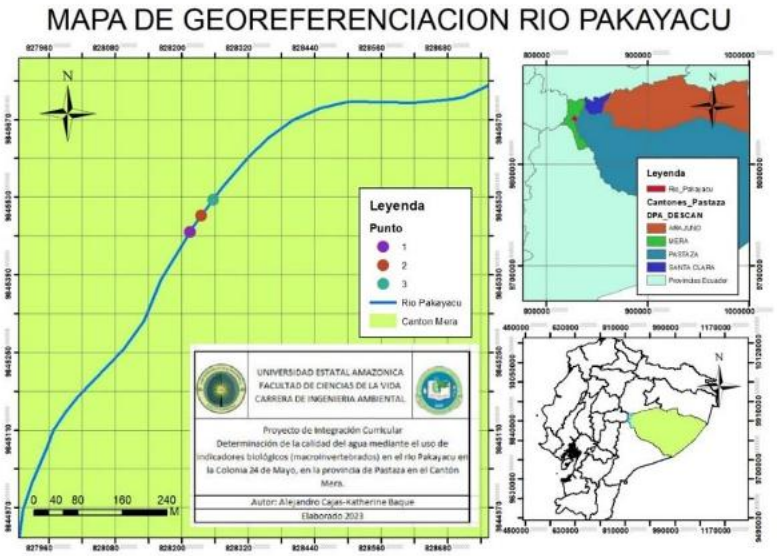
3.3. Estudio de campo

Se desarrolló en la provincia de Pastaza que limita al norte con la Provincia de Napo, al sur con la Provincia de Morona Santiago, al este con los Cantones Santa Clara y Pastaza, al oeste con las provincias de Tungurahua y Morona Santiago. El cantón Mera cuenta con una extensión de 37.186,76 Ha, en un rango altitudinal de 948 msnm. Su temperatura oscila entre los 20 a 25 °C con una humedad equivalente al 88% y una precipitación de 400 a 500 mm.

3.4. Selección del sitio de Monitoreo

El área seleccionada se distribuye a lo largo de la cuenca hídrica del rio Pakayacu, específicamente en la zona de recarga del rio en el sector lindante a los límites de la colonia 24 de mayo; el área ha sido expuesta a varias actividades como son la deforestación, erosión del suelo, contaminación del suelo, contaminación del agua, perdida de especies, cambio del paisaje, la parte baja afectada y conectada en corriente a varios cuerpos de agua, esto en sectores del cauce del rio debido a la exploración del bloque 28, (Figura 1) , sus coordenadas se observan en la tabla 1.

Figura 1. Georreferenciación de la zona de estudio del del río Pakayacu



Fuente: Elaborado por: Alejandro Cajas (2022)

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de monitoreo	Descripción del punto	Coordenadas (Projection WGS84 17S)	
		X	Y
1	Agua arriba	827404	9843793
2	Intermedia	827867	9844594
3	Parte baja	827113	9845075

Fuente: GPS Essential

3.5. Monitoreo Biológico

3.5.1. Área de Estudio

Para el monitoreo de los parámetros bioindicadores acuáticos se debe realizar una visita previa al sector, donde se debe tomar en relevancia los factores importantes como: condiciones climáticas, accesibilidad al sitio a muestrear, vegetación en las orillas del rio, usos de suelo, ubicación geográfica, elementos de presión que puedan afectar la calidad del agua de la cuenca hidrográfica. Para su cartografía se utilizó el software ArcGis 10.x; permitió ubicar los 3 puntos de muestreo y la elaboración del mapa de ubicación.

3.6. Recolección de muestra

La recolección de los bioindicadores se realizó con ayuda de una red D.net, se agito el sustrato del fondo del rio con ayuda del método de patada, se colocó la red rio abajo para poder recolectar, se realiza 3 réplicas de recolección en un tramo de 10 metros cubriendo las orillas del rio. Las muestras que se obtienen se acomodaron en una bandeja para su identificación y posterior separación mediante pinzas entomológicas. Las especies de macroinvertebrados encontradas se colocó en frascos de plástico con boca ancha, con alcohol al 93% para su conservación y su identificación en el microscopio adaptado para pc, su identificación se realizó con registros taxonómicos.

3.7. Fase de laboratorio

Los macroinvertebrados fueron identificados en distintos órdenes y familias se realizó dos tipos de análisis un análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) y análisis AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index). Los resultados se anotaron en una hoja de Campo; luego se sumó todos los macroinvertebrados y se guardó su sumatoria total para su posterior calculo. (Encalada *et al, 2019*).

3.8. Índice biológico EPT

Los índices generan un conocimiento aproximado se otorga a las diferentes especies una valoración, mediante la cual se obtiene un valor cuantitativo que nos permita determinar la calidad del agua (tabla 2), para realizar la cuantificación se empleo del manual de índice de calidad de agua en base a los grupos Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera (EPT).

Las especies de macroinvertebrados se puede realizar mediante el siguiente cálculo:

Ecuación 1:

Índice EPT = (Abundancia EPT/Abundancia total) *100

Tabla 2. Valores de referencia del índice EPT.

Valor	Calidad del agua

75 100%	Muy buena
50 75%	Buena
25 50%	Regular
0 25%	Mala

Fuente: Carrera, C y Fierro, K, 2001.

3.9. Cálculo del Índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)

El índice AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index) es un índice establecido en 2019 es una adaptación del BMWP/Col modificado para los ecosistemas acuáticos andino-amazónicos; están distribuidos de acuerdo a su grado de tolerancia o sensibilidad, se establece que las familias más sensibles se puntúan con 10 y a medida que el nivel de tolerancia aumenta su puntuación disminuye.

La suma de los puntajes de todas las familias dará el resultado total AAMBI, en la tabla 4 se puede observar las clases de calidad de agua que tienen como la sumatoria de las puntuaciones.

Tabla 4. Índice Niveles AAMBI

Calidad	AAMBI	Significado	Color
Excelente	>121	Aguas muy limpias	Azul
Muy buena	90 – 120	Aguas ligeramente limpias	Verde
Buena	50 – 89	Aguas moderadamente	Amarrillo
Regular	36 – 49	Aguas muy contaminadas	Naranja
Mala	< 35	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Encalada A. C. *et al, 2019.*

3. Resultados y Discusión

La zona de muestreo en su gran mayoría presentó condiciones para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, sin embargo, en dos puntos no refleja dicho análisis esto se

puede atribuir al nivel de precipitación con un promedio de días de lluvia en 2023 del mes enero de 25.8 días, con una precipitación máxima de 134 mm mensual.

Es así como, al tener las características del área bien definidas, el estudio de enfoca en demostrar el cambio de porcentaje de calidad del agua en el mes de enero del 2023, teniendo como base los criterios de: familias analizadas; identificación de los puntos de muestreo al igual que sus especies; especies más representativas de la variación de calidad agua; condiciones climatológicas.

3.1. Muestreo Río Pakayacu

Índices EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) - AAMBI (Andean-Amazon Biotic Index)

Muestreo Primer Punto

En el punto 1 del muestreo se registró 7 órdenes la mayoría de la familia *perlidae* del orden *plecoptera*, perteneciente al grupo de EPT, la familia por lo general es sensible a los cambios en el ambiente, se encuentran en medios frescos y claros. La familia se caracteriza por tener un aspecto ortopteroide, sus ninfas son acuáticas y muy sensibles a aguas loticas. Habitan usualmente en aguas frías y bien oxigenadas. Los trichopteras se caracterizan por vivir en aguas correntosas, limpias, se ubican en su mayoría debajo de los troncos o materia vegetal y en rocas. Por otro lado, refiriéndonos a la calidad del agua con el índice AAMBI representa una sumatoria en las 3 fechas diferentes de un rango de 35-47 lo cual nos permite analizar un posible estado regular-mala de la calidad de agua. (Tabla 5)

Tabla 5. Identificación de individuos Pakayacu primer punto (22-enero-2023)

Clasificación de macroinvertebrados	
Fecha de identificación	22-ene-23
Número de muestra	1
Nombre del colector	Alejandro Cajas, Katherin Baque

Orden	Familia	Clase	# individuos	Calificación AAMBI
plecoptera	Perlidae	insecta	16	10
diptera	Chironomidae	insecta	8	2
megaloptera	SIALIDAE	insecta	1	
coleoptera	psephenidae	insecta	4	5
coleoptera	Noteridae	insecta	2	4
coleoptera	Elmidae	insecta	1	5
diptera	empididae	insecta	4	4
ephemeroptera	Austroperlidae	insecta	6	
odonata	Anisoptera	insecta	11	
trichoptera	hydropsychidae	insecta	3	5
trichoptera	Polycentropodidae	insecta	12	
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	35		**Total No. Familias EPT***	4
Total No. Familias muestra (S)	11		**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	32
Total No. Individuos muestra (N)	68			
ASPT = AAMBI/No. Familias	3.1			

Fuente: Autor Propio

Revisando la parte alta de muestreo, se obtuvo un total de 68 individuos de macroinvertebrados, 16 del orden plecoptera, 6 del orden ephemeroptera y 15 del orden trichoptera, con una riqueza de 11 familias, lo cual representa una variedad considerable dentro de un mismo punto; el resultado del índice EPT dentro de las 3 fechas de muestreo se obtuvo porcentajes de hasta 80%. Se comparo con la tabla de calificaciones dando un resultado regular. (Tabla 6)

Tabla 6. Identificación de individuos Pakayacu primer punto (25-enero-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación			25-ene-23	
Número de muestra			2	
Nombre del colector			Alejandro Cajas, Katherin Baque	
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
Megaloptera	Corydalidae	Insecta	2	9
Plecoptera	Diamphipnoidae	Insecta	13	
Plecoptera	Perlidae	Insecta	5	10
Trichoptera	Hydroptilidae	Insecta	18	6
Diptera	Chironomidae	Insecta	3	2
coleoptera	Psephenidae	Insecta	2	5

Coleoptera	Elmidae	Insecta	2	5
Trichoptera	Anomalopsychidae	Insecta	2	10
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	47		**Total No. Familias EPT***	4
Total No. Familias muestra (S)	9		**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	80
Total No. Individuos muestra (N)	47			
ASPT = AAMBI/No. Familias	1			

Tabla 7. Identificación de individuos Pakayacu primer punto (29-enero-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación			29-ene-23	
Número de muestra			3	
Nombre del colector			Alejandro Cajas, Katherin Baque	
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
Plecoptera	Perlidae	Insecta	6	10
Diptera	Simuliidae	Insecta	3	5
Plecoptera	Diamphipnoidae	Insecta	4	
Trichoptera	Anomalopsychidae	Insecta	9	10
Diptera	Chironomidae	Insecta	3	2
Coleoptera	Noteridae	Insecta	1	4
Trichoptera	Hydroptilidae	Insecta	5	6
Coleoptera	Elmidae	Insecta	1	5
Diptera	Psychodidae	Insecta	2	3
Calculo Final				
Total AAMBI muestra		45	**Total No. Familias EPT***	4
Total No. Familias muestra (S)		9	**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	71
Total No. Individuos muestra (N)		34		
ASPT = AAMBI/No. Familias		5		

Muestreo Cuenca Media

En el punto 2 de muestreo se registraron 6 órdenes la mayoría pertenecientes a la familia orden con un total de 20 individuos, las familias más representativas suelen ser las ceratopogonidae, simuliidae y tipulidae, se distribuyen en sistemas con flujos de agua continuo y rápido. (Tabla 8)

Tabla 8. Identificación de individuos pakayacu medio (22-ene-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación		22-ene-23		
Número de muestra		1		
Nombre del colector		Alejandro Cajas, Katherin Baque		
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
coleoptera	psephenidae	insecta	4	5
diptera	tabanidae	insecta	5	4
diptera	ephydridae	insecta	1	
diptera	chironomidae	insecta	20	2
megaloptera	corydalidae	insecta	3	9
odonata	anisoptera	insecta	3	
odonata	anisoptera	insecta	4	
plecoptera	diamphinoidae	insecta	6	
trichoptera	hydropsychidae	insecta	4	5
trichoptera	polycentropodidae	insecta	3	
Calculo Final				
Total AAMBI muestra		25	**Total No. Familias EPT***	3
Total No. Familias muestra (S)		**10**	**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	24
Total No. Individuos muestra (N)		**53**		
ASPT = AAMBI/No. Familias	**2.5**			

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, la calidad en relación a AAMBI se analiza el rango de calificación que va desde 25-36 (tabla 9) de igual forma dando una precedencia de una calidad del agua de estado regular-malo.

Tabla 9. Identificación de individuos pakayacu medio (25-ene-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación		25-ene-23		
Número de muestra		2		
Nombre del colector		Alejandro Cajas, Katherin Baque		
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
Plecoptera	Diamphinoidae	Insecta	17	
Plecoptera	Austroperlidae	Insecta	7	
Coleoptera	Noteridae	Insecta	2	4
Trichoptera	Hydroptilidae	Insecta	26	6
Trichoptera	Anomalopsychidae	Insecta	3	10
Odonata	Zygoptera	Insecta	1	
Diptera	Simuliidae	Insecta	2	5

Diptera	Chironomidae	Insecta	9	2
Coleoptera	Elmidae	Insecta	2	5
Ephemetoptera	Baetidae	Insecta	4	4
Calculo Final				
Total AAMBI muestra		36	**Total No. Familias EPT***	5
Total No. Familias muestra (S)		10	**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	78
Total No. Individuos muestra (N)		73		
ASPT = AAMBI/No. Familias		3.6		

Fuente: Elaboración propia

En la parte media de la zona de muestreo se registró un total de 6 órdenes y 9 familias, analizando el resultado obtenido en el índice de EPT dentro de las 3 fechas de muestreo fueron rangos de hasta un 70% en relación a la calidad de agua que tiene este sector sigue perteneciendo a regular, lo cual no es de sorprender debido a la cantidad de lluvias de temporada. (Tabla 10)

Tabla 10. Identificación de individuos pakayacu medio (29-ene-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación		29-ene-23		
Número de muestra		3		
Nombre del colector		Alejandro Cajas, Katherin Baque		
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
megaloptera	sialidae	insecta	3	
ephemeroptera	austroperlidae	insecta	4	
coleoptera	elmidae	insecta	1	5
trichoptera	anomalopsychidae	insecta	13	10
trichoptera	hydroptilidae	insecta	2	6
coleoptera	psephenidae	insecta	4	5
coleoptera	noteridae	insecta	2	4
ephemeroptera	baetidae	insecta	6	
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	34		**Total No. Familias EPT***	4
Total No. Familias muestra (S)	8		**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	71
Total No. Individuos muestra (N)	35			

ASPT = AAMBI/No. Familias	4.25

Fuente: Elaboración propia

Muestreo Cuenca Baja

Dentro del nivel bajo de la zona de muestreo se hallaron 6 órdenes, 8 familias y un total de 48 individuos, las familias representativas son chironomidae y hydropsychidae; los hydropsuchidae son pertenecientes a aguas correntosas, bien oxigenadas, se caracterizan por construir sus propios refugios, les dan función de protección y cacería. El análisis en el punto 3 de muestreo del rio Pakayacu, presento un total de 48 individuos en total, con un resultado del índice EPT de 44% en la calidad de agua un resultado de regular-buena. (Tabla 11)

Tabla 11. Identificación de individuos Pakayacu bajo (22-ene-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación		22-ene-23		
Número de muestra		1		
Nombre del colector		Alejandro Cajas, Katherin Baque		
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
plecoptera	notoneumoridae	insecta	1	
coleoptera	psephenidae	insecta	1	5
coleoptera	silphidae	insecta	4	
diptera	chironomidae	insecta	13	2
megaloptera	corydalidae	insecta	4	9
odonata	anisoptera	insecta	5	
coleoptera	noteridae	insecta	2	4
trichoptera	hydropsychidae	insecta	15	5
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	25		**Total No. Familias EPT***	2
Total No. Familias muestra (S)	8		**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	35
Total No. Individuos muestra (N)	45			
ASPT = AAMBI/No. Familias	3.125			

Fuente: Elaboración propia

En el caso de AAMBI respecto al punto 3 de muestreo se puede observar un rango similar a los demostrados en los anteriores puntos, varia de 29-39 (tablas 12), los datos obtenidos son bastante similares a los de los demás puntos de muestreo, lo cual se puede demostrar cierta uniformidad en la calidad de agua del rio pakayacu en el tramo de 500 m estudiados

Tabla 12. Identificación de individuos Pakayacu bajo (25-ene-2023)

Clasificación de macroinvertebrados				
Fecha de identificación			25-ene-23	
Número de muestra			3	
Nombre del colector			Alejandro Cajas, Katherin Baque	
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
trichoptera	hydroptilidae	insecta	11	6
diptera	chironomidae	insecta	4	2
ephemeroptera	baetidae	insecta	6	4
plecoptera	diamphipnoidae	insecta	17	
coleoptera	elmidae	insecta	2	5
diptera	psychodidae	insecta	1	3
coleoptera	psephenidae	insecta	2	5
coleoptera	noteridae	insecta	1	4
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	29		**Total No. Familias EPT***	3
Total No. Familias muestra (S)	8		**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	77
Total No. Individuos muestra (N)	44			
ASPT = AAMBI/No. Familias	3.625			

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los datos de los resultados obtenidos se puede señalar una notable uniformidad en cuanto a calidad del agua se refiere, no obstante, la cantidad de individuos recolectados por punto de muestreo durante las tres replicas va disminuyendo conforme se va avanzando hacia el punto 3 (tabla 13), esto se puede comparar con Uribe (2015) donde menciona que factores como el cambio climático puede afectar a numero de especies presentes.

Tabla 13. Identificación de individuos Pakayacu bajo (29-ene-2023)

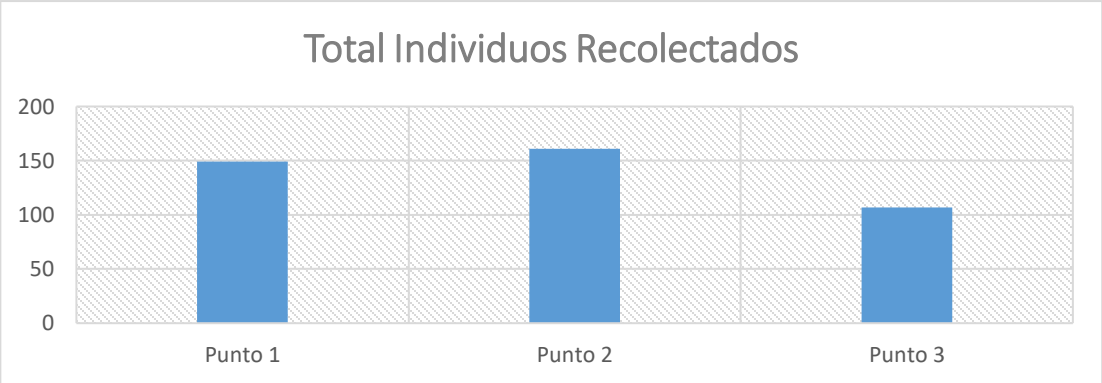
Clasificación de macroinvertebrados

Fecha de identificación		29-ene-23		
Número de muestra		3		
Nombre del colector		Alejandro Cajas, Katherin Baque		
Orden	**Familia**	**Clase**	**# individuos**	**Calificación AAMBI**
ephemeroptera	baetidae	insecta	5	4
odonata	zygoptera	insecta	1	
trichoptera	hydroptilidae	insecta	7	6
coleoptera	elmidae	insecta	1	5
diptera	chironomidae		1	2
coleoptera	psephenidae	insecta	1	5
trichoptera	hydroptilidae	insecta	2	6
Calculo Final				
Total AAMBI muestra	28	**Total No. Familias EPT***	3	
Total No. Familias muestra (S)	7	**%EPT= (Abundancia EPT/Abundancia total) *100**	77	
Total No. Individuos muestra (N)	18			
ASPT = AAMBI/No. Familias	4			

Fuente: Elaboración propia

Puede llegar a tener una fluctuación en los resultados obtenidos (Figura 2) dependiendo el tipo de sustrato, pues siendo más pedregoso llegará a tener un aumento de corriente lo cual impedirá el desarrollo de ciertas especies, en cambio en otras partes del rio se tiene un sustrato arenoso, con aguas un poco mas loticas, esto beneficia a la proliferación de los diferentes tipos de especies.

Figura 2. Variación de individuos recolectados en el rio Pakayacu.



Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Se puede concluir que el aumento súbito del nivel del caudal, causa arrastre por las aguas, abundantes macroinvertebrados que habitan en el lecho, de igual forma sucede cuando el rio sufre una disminución súbita, las especies quedan en un ambiente terrestre haciendo imposible su desarrollo. Dicho esto, se puede mencionar que la calidad de agua del rio Pakayacu es moderadamente buena, es decir que no presentan un riesgo directo para su uso recreativo, no obstante, para la veracidad en un estudio se debe realizar en conjunto con un estudio físico-químico del agua.

Se determinó que la concentración de los órdenes presentes en el rio representan una calidad de agua aceptable al encontrarse dentro de rangos ligeramente afectados por factores climáticos, pues se encuentra picos de 70% a 80% dentro del índice ETP, además que mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores es un método rápido y veras para el estudio de la calidad de agua de los ríos.

En síntesis, para mejores resultados y poder tener presente una comparación entre estudios, se debe de replicar semestralmente el monitoreo acuático, esto ayudaría a tener un control riguroso de las afluentes acuáticas en el sector; hay que añadir que al ser mera un

sector turístico el tener presentes estudios de este tipo puede atraer al turismo científico en beneficio del lugar.

I. BIBLIOGRAFÍA

Barreno, A. (2016). ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PLATA SECTOR DIQUE LAS PALMAS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICA EN EL CANTON PASTAZA. Puyo, Pastaza, Ecuador. Recuperado el 8 de 12 de 2022, de https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/379

Brito, A., & Piedra, B. (2021). *Implicaciones geológicas y geomorfológicas del valle del río Upano y el puente de la vía Macas – Puyo, Morona Santiago, Ecuador.* Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52328/1/T-70608%20Brito%20-%20Piedra.pdf

Ballesteros, J. (2018, 21 marzo). Repositorio Digital UNACH: Evaluación de la calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la microcuenca del río Patulú. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4606

Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

Cabrera, J. (2019). *Determinación de la calidad del agua en los sitios de recreación turística: Diques de Mera, Shell y Pambay de la Provincia de Pastaza.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10750/1/23T0737.pdf

Chucay, M., Méndez, P., Arcos, J., & Zambrano-Cárdenas, G. (2022). Evaluación de la calidad de agua mediante la identificación de macroinvertebrados bentónicos, en el Río Arapicos. *Polo del Conocimiento, 7*(7), 2014-2031. Obtenido de https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4330/10271

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN MERA. (9 de junio de 2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.* Mera.

Guerrero, N. (2021). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en el estereo Mocache en la microcuenca baja del río Quevedo y su relación con los usos del suelo.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Los Ríos- Ecuador. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6221/1/T-UTEQ-150.pdf

Lanza, G., & Hernández, S. (2018). Variación de la calidad del agua de la Ciénega de Tláhuac, Mexico. *CIENCIA ergo-sum, 26*(3). doi:https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a4

Miguel I. Viteri-Garcés, J. A.-M.-R. (2017). *Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba.* Los Ríos: DOMINIO DE LAS CIENCIAS.

Montero-Vega, F., Molina-Cedeño, C., Pillco-Herrera, B., Sarduy-Pereira, L., & Diéguez-Santana, K. (2020). Evaluación del impacto ambiental de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Caso río Pindo Chico, Puyo, Pastaza, Ecuador. *Ciencia, Ambiente y Clima, 3*(1). doi:DOI: https://doi.org/10.22206/cac.2020.v3i1.pp23-39

Noboa, C. (2021). *Análisis y propuesta de mejoras de la calidad del agua del río chimbo en la cuidad de Guaranda, Provincia de Bolívar, Ecuador.* Universidad Nacional de La Plata, Magister en Ecohidrología. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128012

Polo-Corro, J., Mora-Tisnado, G., Castillo, H., Valderrama-Alfaro, S., Ríos-Guevara, D., León-Casas, R., & Tello-Cotrina, B. (2022). Calidad de agua usando macroinvertebrados en el río temporal Llanten, Simbal, La Libertad-Perú. *REBIOL, 42*(1), 50-59. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?cluster=7314519554169929339&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2018

Terneus, E. H. (2012). *Evaluación ecológica del río Lliquino.* Quito.

BROKER, M.P. y R.J. HEMSWORT H 1978 The effect of the release of an artificial discharge

of water on the invertebrate drift in the R. Wye, Wales. Hydrobiologia 59, 155-163

Encalada A. C., Guayasamin J.M., Suárez E., Mena C. F., Lessmann J., Sampedro C., Martínez, P.E., Ochoa-Herrera V., Swing K., Celinšćak M., Schreckinger J., Vieira, J., Tapia A., Serrano C., Barragán K., Andrade S., Alexiades A., & M. J. Troya. 2019. Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas: Herramientas, y guía de invertebrados para el diseño efectivo de programas de monitoreo. Trama, Quito, 224 pp.

Uribe Botero, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39855

La luz y el caudal regulan el metabolismo de los ríos. (2022). UPV/EHU. Recuperado el 10 de febrero de 2023, de https://www.ehu.eus/es/-/la-luz-y-el-caudal-regulan-el-metabolismo-de-los-rios