



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

**Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona riparia
y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la
microcuenca Curitroje, cantón Loja.**

**Trabajo de Titulación, previo a la
obtención del título de Ingeniera
Ambiental**

AUTORA:

Camila Fernanda Loaliza Reyes

DIRECTOR:

Ing., Santiago Rafael García Matailo Mg Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 19 de Septiembre de 2024

Ing., Santiago Rafael García Matailo Mg Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje, cantón Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Ambiental**, de la autoría de la estudiante **Camila Fernanda Loaiza Reyes**, con cédula de identidad Nro. **1106087875**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.

Ing., Santiago Rafael García Matailo Mg Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Camila Fernanda Loaiza Reyes**, declaro ser autora del presente Trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de Identidad: 1106087875

Fecha: 20 de septiembre de 2024

Correo electrónico: camila.loaiza@unl.edu.ec

Celular: 099 377 8971

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo **Camila Fernanda Loaiza Reyes** declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje, cantón Loja** como requisito para optar el título de **Ingeniera Ambiental**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte días del mes de Septiembre del dos mil veinticuatro.

Firma: 

Autor: Camila Fernanda Loaiza Reyes

Cédula: 1106087875

Dirección: Benjamín Pereira Gamba y Alfredo Mora Reyes

Correo electrónico: camila.loaiza@unl.edu.ec

Celular: 0993778971

DATOS COPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de titulación: Ing., Santiago Rafael García Matailo Mg Sc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación a Dios, a mi madre Lorena Reyes y a mi padre Franklin Loaiza por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios invaluable. A mi familia y amigos, quienes han sido mi fuente de inspiración y aliento en cada paso de este viaje académico. A mis profesores, cuya guía y sabiduría han iluminado mi camino hacia el conocimiento. A mis amigos que me ofrecieron su amistad sin esperar nada a cambio, y a todas las personas que estuvieron a mi lado apoyándome hasta lograr mis objetivos. Agradezco a cada persona que, de alguna manera, ha contribuido a este logro. Este trabajo es el fruto de mi esfuerzo, y lo dedico a todos aquellos que han sido parte de mi trayectoria académica. Que este logro sea un testimonio de gratitud y reconocimiento hacia aquellos que han dejado una huella imborrable en mi vida.

Camila Fernanda Loaiza Reyes

Agradecimiento

Quisiera expresar mi eterno agradecimiento a Dios, ya que gracias a su ayuda he podido culminar este trabajo de titulación a tiempo y por ayudarme a enfrentar situaciones que creía que no tenían salida

Gracias a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de la misma, a mi madre por ser un pilar fundamental en mi vida por llevarme de la mano en la niñez y por darme su abrazo en la juventud y adultez, no puedo pasar por alto el apoyo incondicional de mi familia. Su amor, paciencia y aliento constante han sido mi mayor motivación.

Un agradecimiento muy especial a mi director de tesis, Ing. Santiago García y al director del proyecto del cual forma parte mi trabajo de titulación el Ing. Alonzo Cartuche por su orientación experta, paciencia y apoyo continuo a lo largo de este proceso. Su profundo conocimiento y dedicación han sido fundamentales para dar forma a este trabajo de investigación. Sus comentarios críticos y constructivos han sido esenciales para el desarrollo y la mejora de mi trabajo.

Mi reconocimiento se extiende a mis amigos que me han ofrecido su ayuda y aliento en cada etapa de este viaje académico.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a la culminación de este trabajo de titulación. Este logro no habría sido posible sin la colaboración y el respaldo de cada uno de ustedes.

Camila Fernanda Loaiza Reyes

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos.....	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Sistemas de aguas.....	7
4.2. Cuenca hidrográfica.....	7
4.3. Zona riparia.....	7
4.4. Fuentes de contaminación y daños causados por el ser humano en las microcuencas y riberas.....	8
4.5. Calidad del agua.....	9
4.6. Indicadores biológicos.....	10
4.7. Macroinvertebrados acuáticos.....	10
4.8. Antecedentes sobre estudios de macroinvertebrados asociados a la conservación de los ecosistemas en Ecuador.....	12
5. Metodología	15

5.1.	Área de estudio.....	15
5.1.1.	Determinación de zonas de estudio.....	16
5.2.	Análisis del estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.....	18
5.3.	Relaciones entre la calidad biológica del agua, evaluada en función de la diversidad de macroinvertebrados, y el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.	20
5.3.1.	<i>Colecta e Identificación de macroinvertebrados.</i>	20
5.3.2.	<i>Relación entre la calidad biológica del agua evaluada en función de la diversidad de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.</i>	22
6.	Resultados	24
6.1.	Estado de Conservación de la zona riparia.....	24
6.2.	Identificación y análisis de abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por zona.....	25
6.2.1.	<i>Primer muestreo</i>	25
6.2.2.	<i>Segundo muestreo</i>	32
6.3.	Análisis de la Riqueza de macroinvertebrados acuáticos por muestreos	38
6.4.	Relación que mantienen los grupos de macroinvertebrados acuáticos con la calidad riparia	42
7.	Discusión	46
8.	Conclusiones	52
9.	Recomendaciones	53
10.	Bibliografía	54
11.	Anexos	68

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona baja y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje	16
Tabla 2. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona media y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje	17
Tabla 3. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona alta y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje	17
Tabla 4. Rangos del Índice de Calidad de Bosque de Ribera.....	20
Tabla 5. Rangos de calidad de conservación en el Índice Multimétrico IMEERA.....	22
Tabla 6. Rangos de calidad de conservación sugeridos para Ecuador en el Índice ABI.....	22
Tabla 7. Índice de QBR aplicado en la microcuenca Curitroje.....	24
Tabla 8. Riqueza de Familias y géneros encontrados en cada zona de estudio de la microcuenca Curitroje, con la familia y género más abundante.....	38
Tabla 9. Resultados de los índices biológicos IMEERA B, Taxa EPT y ABI de la microcuenca Curitroje	39
Tabla 10. Porcentaje de taxas tolerantes e intolerantes de las zonas de estudio de la microcuenca Curitroje	40
Tabla 11. Prueba de normalidad aplicado a datos del primer y segundo muestreo	42
Tabla 12. Prueba ANOVA en el índice diversidad	43
Tabla 13. Prueba Kruskal – Wallis en el índice diversidad.....	43
Tabla 14. Prueba Tukey en función de la diversidad	43

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la microcuenca Curitroje	15
Figura 2. Puntos de muestreo de la zona baja	16
Figura 3. Puntos de muestreo de la zona media	17
Figura 4. Puntos de muestreo de la zona alta	18
Figura 5. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Curitroje	19
Figura 6. Mapa de usos de suelo de la microcuenca Curitroje.....	20
Figura 7. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona baja en la microcuenca Curitroje	26
Figura 8. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo	27
Figura 9. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo	27
Figura 10. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona media en la microcuenca Curitroje	28
Figura 11. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona media en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo.....	29
Figura 12. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona media en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo.....	29
Figura 13. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona alta en la microcuenca Curitroje	30
Figura 14. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo.....	31
Figura 15. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona alta en la microcuenca Curitroje.en el primer muestreo.....	31
Figura 16. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona baja en la microcuenca Curitroje	32
Figura 17. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	33
Figura 18. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	33
Figura 19. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona media en la microcuenca Curitroje	34

Figura 20. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona media en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	35
Figura 21. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona media en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	35
Figura 22. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona alta en la microcuenca Curitroje	36
Figura 23. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	37
Figura 24. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo	37
Figura 25. Resultados del Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y el índice Biológico Andino (ABI) durante en el primer y segundo muestreo en la microcuenca Curitroje.	40
Figura 28. Box Plot de la diversidad los índices ecológicos en las zona baja, media y alta en la microcuenca Curitroje: A) Primer muestreo, B) Segundo muestreo	44
Figura 29. Resultados del Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y la variable diversidad durante en el primer y segundo muestreo en la microcuenca Curitroje.	45

Índice de Anexos

Anexo 1. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR).....	68
Anexo 2. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona baja de la microcuenca Curitroje	69
Anexo 3. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona media de la microcuenca Curitroje	70
Anexo 4. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona alta de la microcuenca Curitroje	71
Anexo 5. Aplicación del índice QBR en cada una de las zonas de la microcuenca de estudio.	72
Anexo 6. Colecta e identificación de macroinvertebrados acuáticos.....	73
Anexo 7. Autorización otorgada por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para la recolección de especímenes de la Diversidad Biológica No. 368.....	74
Anexo 8. Métricas calculadas en el programa CABIRA (Calidad Biológica de Ríos Altoandinos) en el primer muestreo	80
Anexo 9. Métricas calculadas en el programa CABIRA (Calidad Biológica de Ríos Altoandinos) en el segundo muestreo	80
Anexo 10. Índices ecológicos aplicados a los datos del primer y segundo muestreo en la zonas baja media y alta de la microcuenca Curitroje	82
Anexo 11. Familias del primer muestreo con su respectivo puntaje que refleja su tolerancia ABI en las zonas baja, media y alta.	84
Anexo 12. Familias del segundo muestreo con su respectivo puntaje que refleja su tolerancia ABI en las zonas baja, media y alta.	85
Anexo 13. Certificado de traducción del abstract.	87

1. Título

Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje, cantón Loja.

2. Resumen

La microcuenca del río Curitroje ubicada al sur oriente de la ciudad de Loja, provee 48 lt/s de agua para la planta potabilizadora Curitroje-Chontacruz. A pesar de los esfuerzos de la Municipalidad de Loja para su conservación y manejo sostenible, las intervenciones humanas alteran las riveras, afectando la calidad de este importante líquido vital. Bajo ese panorama, se llevó a cabo un estudio de calidad de agua, fundamentado en el estudio de comunidades de macroinvertebrados como bioindicadores. Se definieron tres zonas de estudio: baja, media y alta en donde se recolectaron los individuos durante dos estaciones (presencia y ausencia de lluvias). En cada zona, se estudió la diversidad de macroinvertebrados y a partir de esto, se determinó la calidad de agua (ABI: Índice Biológico Andino) y adicionalmente, las condiciones de conservación de las riveras del río, mediante el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR). La evaluación de los efectos del grado de perturbación de riveras sobre la salud biológica del agua fué realizada mediante una prueba Anova a la variable diversidad (primer muestreo), mientras que para el segundo muestreo se aplicó una prueba Kruskal – Wallis.

Durante el primer muestreo (diciembre de 2023) en presencia de lluvias se encontró un total de 1,831 individuos que reflejó un índice ABI de 108, 95 y 117 en las zonas baja, media y alta respectivamente mientras que, en el segundo muestreo (febrero de 2024) en ausencia de lluvias 3,044 individuos con un ABI de 102, 108 y 109 en las zonas mencionas anteriormente. En los dos muestreos, se destacaron órdenes como Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera y predominaron familias como: Leptophlebiidae, Helicopsychidae y Perlidae siendo su presencia positiva para este ecosistema lótico.

El índice QBR reflejó para la zona baja un valor de 72.50 “calidad aceptable”, zona media 78.5 “calidad buena” y zona alta 100 “estado natural”. El análisis ANOVA, reportó para el primer muestreo diferencias estadísticamente significativas de ($p=0,0001369$) entre las medias de la variable diversidad, en donde la zona baja difirió de la zona media y alta; mientras que, para el segundo muestreo se determinaron diferencias estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis) obteniendo un valor de ($p=0,0163$) entre las medianas de la variable en donde la zona media difirió de la zona baja y alta. A pesar del QBR de la zona baja y media la calidad biológica del agua es muy buena al igual que en la zona alta por lo que asumimos que si existe relación entre los valores obtenidos de la zona riparia y la diversidad encontrada en cada zona de estudio.

Palabras clave: *microcuenca*, Índice Biológico Andino; *macroinvertebrados bentónicos*, *zona riparia*, Índice de Calidad de Bosque de Ribera.

Abstract

The Curitroje River micro-watershed, located southeast of the city of Loja, provides 48 lt/s of water for the Curitroje-Chontacruz water treatment plant. Despite the efforts of the Municipality of Loja for its conservation and sustainable management, human interventions alter the riverbanks, affecting the quality of this important vital liquid. In this context, a water quality study was carried out, based on the study of macroinvertebrate communities as bioindicators. Three study zones were defined: low, medium and high, where individuals were collected during two seasons (presence and absence of rain). In each zone, the diversity of macroinvertebrates was studied and from this, the water quality was determined (ABI: Andean Biological Index) and additionally, the conservation conditions of the river banks, by means of the Quality of Riparian Forest Index (QBR). The evaluation of the effects of the degree of riverbank disturbance on the biological health of the water was carried out using an Anova test for the diversity variable (first sampling), while for the second sampling a Kruskal-Wallis test was applied.

During the first sampling (December 2023) in the presence of rainfall, a total of 1,831 individuals were found, reflecting an ABI of 108, 95 and 117 in the low, medium and high zones respectively, while in the second sampling (February 2024) in the absence of rainfall, 3,044 individuals with an ABI of 102, 108 and 109 in the zones mentioned above. In the two samplings, orders such as Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera were highlighted and families such as: Leptophlebiidae, Helicopsychidae and Perlidae being their presence positive for this lotic ecosystem.

The QBR index reflected a value of 72.50 “acceptable quality” for the low zone, 78.5 “good quality” for the medium zone and 100 “natural state” for the high zone. The ANOVA analysis, reported for the first sampling, statistically significant differences of ($p=0.0001369$) between the means of the diversity variable, where the low zone differed from the medium and high zones; while, for the second sampling, statistically significant differences were determined (Kruskal-Wallis) obtaining a value of ($p=0.0163$) between the medians of the variable where the medium zone differed from the low and high zones. In spite of the QBR of the low and medium zone, the biological quality of the water is very good as in the high zone, so we assume that there is a relationship between the values obtained for the riparian zone and the diversity found in each study zone.

Keywords: *microbasin*, Andean Biological Index, *benthic macroinvertebrates*, *riparian zone*, Riparian Forest Quality Index.

3. Introducción

A nivel mundial, el agua cada vez más amenazada debido a factores como la sobrepoblación, la expansión de las actividades industriales, mala gestión de los desechos y eliminación de aguas residuales directamente en los ríos (Martínez et al., 2014). Estos factores de degradación de la calidad biológica del agua incrementan la demanda del recurso hídrico provocando la disminución de humedad, caudales y pérdida de la diversidad acuática (Samaniego, 2021), debilitando la funcionalidad ecológica de las zonas riparias, piezas clave para la conservación de los recursos naturales dentro de los cursos de los ríos (Arribas et al., 2002 y Morocho et al., 2018).

Actualmente, microcuencas muestran una constante degradación debido a las diferentes modificaciones de origen antropogénico que ocurren en las zonas riparias tales como el pastoreo incontrolado, el aumento de asentamientos humanos próximas a los cauces y usos del suelo con objetivos agrícolas y ganaderos, modificando los regímenes de caudales dando como resultado la formación de los gradientes de intervención humana (Magdaleno, 2013), provocando impactos negativos no solamente a la salud biológica del agua, sino también a la salud de las personas que se abastecen de este recurso (Strungaru et al., 2021).

Las zonas que están situadas en la parte baja y media poseen por lo general una cobertura vegetal reducida (Morocho et al., 2018), en estas zonas el índice de calidad ecológico puede ser bueno o malo, sin embargo algunos cuerpo hídricos se suelen mantener dentro del rango de muy buena calidad, lo cual parece contradecir los resultados de casos similares (Luna, 2016; Reyes, 2016), mientras que en los ecosistemas de bosques (zona alta) tienen una buena calidad ecológica, puesto que, por la presencia de vegetación de bosque y su ubicación, presenta menor degradación de hábitat y contaminación orgánica (Villamarín et al., 2013).

El estudiar las condiciones ecológicas de la zona ribereña se logrará entender la calidad biológica de la microcuenca Curitroje la cuál aporta 48 l/s a los barrios del área urbana de la ciudad de Loja (NCI, 2020), para conocer dichas condiciones se estudiaron las comunidades de macroinvertebrados bentónicos acuáticos; especímenes útiles y confiables ya que reúnen dos características a saber: soportan una significativa presión ambiental por actividades humanas establecidas en su entorno y, al mismo tiempo, de ellas depende el abastecimiento del recurso para diferentes fines (Rodríguez et al., 2016; Prat et al., 2009).

En este contexto Galárraga (2001) afirma que, existen varios estudios con la temática de conocer la salud biológica de un cuerpo lótico, no obstante el actual problema es el desconocimiento de dicho tema a nivel local, como es el caso de la microcuenca Curitroje la cual está siendo alterada por la presencia de actividades humanas en la zona de amortiguamiento del parque Nacional Podocarpus las cuales estarían afectando la calidad biológica del agua en la zona baja (intervenida) y media (semiconservada), es por esto que Domínguez et al. (2011) asegura que, si no existen estudios previos en la microcuenca de estudio elegida, se consideren variables ambientales, tiempo de muestreo e índices aplicados en lugares con una fauna macrobentónica similar.

Con base a lo anteriormente expuesto se plantea la hipótesis: La diversidad de macroinvertebrados acuáticos se relaciona con el estado de conservación de la zona riparia en un gradiente de intervención de la microcuenca Curitroje, y la siguiente pregunta de investigación: ¿El estado de la conservación de la zona riparia y la diversidad de macroinvertebrados determinarán la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje?, y para dar respuesta a la misma el proyecto tendrá que cumplir con los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua, medida a través del uso de macroinvertebrados acuáticos, en un gradiente de intervención humana de la microcuenca Curitroje, abastecedora de agua para la ciudad de Loja.

Objetivos específicos

- Establecer el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.
- Explorar las relaciones entre la calidad biológica del agua, evaluada en función de la diversidad de macroinvertebrados, y el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

Finalmente, esta investigación es relevante para la comunidad científica ya que se presentarán resultados obtenidos de los vínculos entre comunidades de macroinvertebrados bentónicos, calidad de agua y el conservación de la zona riparia lo que permitirá generar una base cognitiva de la salud biológica del agua con el fin de implementar acciones direccionadas a mejorar las condiciones de calidad biológica y bienestar de la población, e incentivar futuras

investigaciones y herramientas para la toma de decisiones por parte de las instituciones y actores sociales (GADs, ONGs y sociedad civil) sobre problemas concretos de contaminación y salud biológica del sistema lótico Curitroje, microcuenca abastecedora de agua potable de la ciudad de Loja (Colmenares, 2012).

4. Marco teórico

4.1.Sistemas de aguas

Cervantes, (2007) asegura que dentro de los ecosistemas acuáticos existen, de manera general, los sistemas lénticos y lóticos. Los primeros según Bartram y Balance (1996) son aguas quietas que se encuentran estancadas tales como lagos, lagunas, charcas, humedales, mientras que los sistemas lóticos son masas de agua que se caracterizan por tener movimiento continuo y rápido en una misma dirección como ríos, arroyos, represas riachuelos, entre otros, en este sistema se dan intercambios entre el cuerpo acuático y sus alrededores por lo que no sólo son fuentes confiables de suministro de agua dulce, sino también puntos de eliminación de efluentes de aguas residuales sin tratar o parcialmente tratados provocado una contaminación masiva de los recursos hídricos que afecta el funcionamiento normal de los ecosistemas acuáticos en muchos lugares (Mogane et al., 2023 y Macholo,2018).

4.2.Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica, según Adamo et al., (1989) es el espacio territorial en el cual naturalmente drenan todas las aguas hacia un mismo punto de descarga que usualmente es un cuerpo de agua importante tal como un río, un lago o un océano y consta de tres sectores topográficos característicos: Alto, Medio y Bajo (Llerena, 2003), tienen salidas puntuales y están estructuradas de mayor a menor tamaño, ya que pueden subdividirse en subcuencas, denominadas así por ser el conjunto de microcuencas que drenan de forma permanente y oscilante hacia un punto, por otro lado Van (2009) complementa diciendo que una microcuenca se trata de un sistema lótico, hogar de cierto número de comunidades incluyendo vegetación nativa, cultivos, macro y micro fauna, que utilizan y manejan los recursos del área, principalmente suelo y agua, y por último se encuentran las quebradas que son un drenaje que va directamente a la corriente principal de una microcuenca.

4.3.Zona riparia

La zona riparia es la interfase entre el curso del agua y los ecosistemas terrestres (Acosta et al., 2014), se establecen en los márgenes u orillas de ríos o quebradas, los cuales dependen de la estabilidad de sus acuíferos, del tipo de sedimento, de la calidad del agua y de los procesos hidrológicos que se llevan a cabo en el sistema, siendo importantes por ser corredores biológicos (Guerra, 2000) y por albergar una gran diversidad de organismos y la mayoría de los

sistemas productivos (Sunil, 2012). Los beneficios de las zonas ribereñas deben discutirse no sólo con respecto a la calidad del agua y el aire, sino también en términos de recreación, hábitat para la vida silvestre y otros servicios ecosistémicos (Vidon et al., 2019).

Arribas et al., (2002) y Ramdani et al., (2022) señalan que las zonas riparias son piezas clave para la conservación de los recursos naturales dentro de los cursos de los ríos y que si dichas piezas se las mantiene saludables permitirán mantener la temperatura de la superficie, filtrar el agua, controlar inundaciones, proporcionar hábitat para plantas y animales, prevenir deslizamientos de tierra, disminuir la sedimentación y proteger las diversas especies vegetales y acuáticas.

Por otra parte, Arif et al., (2021) menciona que los servicios de los ecosistemas ribereños a lo largo de arroyos de orden superior y afluentes conectados pueden cambiar con el tiempo a medida que las perturbaciones aumentan continuamente, lo que resulta en un deterioro diverso de las zonas de amortiguamiento, provocando el cambio de hábitat, la cubierta vegetal, la regeneración, la erosión y los parámetros exóticos (condiciones de salud ribereñas).

4.4.Fuentes de contaminación y daños causados por el ser humano en las microcuencas y riberas

Según Aguirre (2011), existen dos tipos de fuentes de contaminación: puntuales y no puntuales. Las fuentes puntuales descargan estaciones depuradoras y de tratamiento de aguas residuales en localidades específicas a través de tuberías y alcantarillas, mientras que las fuentes no puntuales comprenden grandes áreas de terreno que descargan contaminantes al agua generalmente suceden por vertimiento de sustancias químicas en cultivos, actividades ganaderas, construcciones y tanques sépticos.

Actualmente se muestra una constante degradación ocasionadas por modificaciones antropogénicas como el aumento de la población, la explotación de recursos y territorio, así como la contaminación de las aguas por descargas puntuales y no puntuales (Strungaru et al., 2021), las extracciones de agua destinada para la agricultura, industrial y doméstico, el uso de productos agroquímicos, minería y extracción de material pétreo entre otras actividades que alteran negativamente el hábitat original de especies faunísticas y perjudicando a los seres humanos, ya que los contaminantes derivados de dichas actividades no son biodegradables y se acumulan en los tejidos de los seres vivos provocando presión sobre los organismos y alterando el estado ecológico de las cuencas y microcuencas hidrográficas (Anderson et al., 2011).

En las riberas, a pesar de ocupar una pequeña superficie en la cuenca, los efectos de la degradación ambiental debido al inadecuado manejo territorial que ocurre en las mismas repercuten en el estado de salud de los ríos (Garrido et al., 2010), dando como resultados negativos en la composición y la estructura de la flora y fauna fluvial (Liñero et al., 2016). Meza et al., (2012) expone que algunos de los factores antropogénicos que afectan en mayor porcentaje son la deforestación y la ganadería extensiva, afectando a la biota presente en los sistemas terrestres y acuáticos debido al uso de agroquímicos, el aumento de sedimentos, la pérdida de la zona riparia, el aumento de la temperatura del agua, la menor regulación de caudales y el daño que el ganado provoca al cauce y a los taludes al tener un acceso directo y constante a las fuentes de agua.

4.5. Calidad del agua

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, que dependerá de las necesidades del usuario (Coello et al., 2014). Está determinada por cuán contaminada están ya sean aguas superficiales y subterráneas usando factores físico-químicos, biológicos entre otros.

La actividad humana ejerce una considerable influencia en estos aspectos, ya que implica la disposición de desechos en el agua y la introducción de diversas sustancias y contaminantes que no existen de manera inherente en el entorno natural (Torres, et al., 2009), ocasionando deterioro de los cuerpos de agua, afección a las comunidades humanas, vida vegetal y animal y empeorando el manejo integral de las microcuencas (Quiroz, et al., 2017).

Figuerola et al. (1999) mencionan que la calidad del agua se mide a través de parámetros físico-químico, los cuáles de forma inmediata muestran las características organolépticas sobre el ecosistema estudiado, además responden a los sentidos del olfato, el gusto, el tacto y la vista, como la conductividad, la turbiedad, el sabor, el color, el olor, la temperatura, entre otros.

Por otro lado, los parámetros químicos son lo que se encargan de medir la alcalinidad, dureza, pH, nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO), haciendo uso de equipos o muchas veces con ayuda de pruebas en un laboratorio (Pinto et al., 2021), finalmente los parámetros microbiológicos incluyen el análisis de las coliformes totales y fecales (Aazami et al., 2015).

El monitoreo de la calidad biológica del agua es un componente esencial de la gestión de la calidad del agua (Shi et al., 2022). La evaluación confiable de la calidad del agua a través de

programas de monitoreo de la calidad del agua es un desafío el cuál ha sido abordado desde la década de 1940 el seleccionar sitios de muestreo, parámetros de calidad del agua, frecuencias de muestreo; considerando logística, diferencias geográficas y geológicas, las variaciones en el uso de la tierra y otras especificidades del sitio, la información obtenida resultará crucial para que los tomadores de decisiones comprendan, interpreten y utilicen esta información en apoyo de sus actividades de gestión destinadas a proteger el recurso. (Behmel et al., 2016).

4.6. Indicadores biológicos

Se consideran indicadores biológicos a la composición y la abundancia tanto a la fauna bentónica (bacterioplancton, fitoplancton, perifiton, macrófitas, macroinvertebrados y peces) como a la flora acuática (Carrera, 2001). Estos bioindicadores permiten evaluar la calidad de un ecosistema y facilitar la determinación del nivel de deterioro ambiental dentro de un marco de calidad. Además, permiten predecir gracias a su sensibilidad, los diferentes efectos en los ecosistemas causados por las modificaciones ambientales, antes de que sean irreversibles (Hahn et al., 2009).

Los bioindicadores son empleados para la evaluación ambiental, como un método de seguimiento a las alteraciones del ambiente y tienen ciertas características (Ej. ser abundantes, sensibles al medio de vida, tener poca movilidad, fáciles de identificar y con índices de estudios en su ecología y ciclo biológico) para la facilidad de su estudio y análisis (Serna et al., 2020; Osejos et al., 2020). Es importante conocer qué especies se han destacado como indicadores y para qué tipo de impactos, qué impactos antropogénicos se han evaluado con mayor frecuencia y qué métricas se han utilizado comúnmente en estudios para evaluar y monitorear la calidad de ambientes lóticos. (Costa et al., 2022).

Los indicadores biológicos más usados son tres grupos: las diatomeas epilíticas, macrófitas y los macroinvertebrados bentónicos que forman parte de los elementos de calidad obligatorios en la Directiva Marco del Agua respaldada por una literatura sustancial (Birk et al., 2012; Poikane et al., 2015) .

4.7. Macroinvertebrados acuáticos

Son aquellos invertebrados acuáticos ampliamente estudiados que superan un tamaño de 500 micras (μm) y que habitan el fondo de los ecosistemas dulceacuícolas, al menos en alguna etapa de su ciclo de vida. Poseen especial importancia dado que constituyen el componente de

biomasa animal más importante a lo largo de los ríos (Ladrera et al., 2013). Se encuentran de manera abundante y cumplen un importante papel en la transferencia de energía y nutrientes. En la cadena trófica se alimentan de algunas algas, bacterias o materia orgánica, pero además sirven de alimento para otros organismos especialmente peces. Al morir se descomponen y dejan atrás nutrientes que aprovechan las plantas acuáticas y otros organismos de la cadena (Huertas, 2015). Burden et al., (2002) afirman que los macroinvertebrados acuáticos excelentes bioindicadores a la hora de determinar la calidad de un ecosistema acuático ya que sufren cambios significativos en cuanto a la abundancia y riqueza de sus poblaciones cuando existe contaminación.

Los macroinvertebrados acuáticos requieren agua en una u otra fase para completar su ciclo de vida. Las larvas de insectos sirven como alimento para invertebrados y vertebrados más grandes en la cadena alimentaria acuática. Las especies se clasifican en consecuencia como tolerantes o sensibles a la contaminación. Por lo tanto, identificar estos, es importante para determinar la diversidad y clasificar las especies de insectos, seguido de la evaluación de la salud del agua y comprender la influencia del cambio climático y las actividades antropogénicas que afectan la calidad del agua. (Grover et al., 2022).

Estos macroinvertebrados se clasifican en dos: clase I los cuáles son indicadores de aguas claras, muy sensibles a los cambios (Tamaris y Cardozo, 2005), mientras que los de la clase II que son indicadores de aguas medianamente contaminadas, se encuentran en hábitats de poca contaminación orgánica (López et al., 2006) y finalmente está la clase III que se refiere a organismos indicadores eurioicos, que son aquellos que sobreviven a amplios rangos de variaciones ambientales; con capacidad de adaptación alta encontrándolos en medios contaminados por materia orgánica (Mathooko et al., 2005).

Vargas (2002) clasifica a los macroinvertebrados mediante dos grupos funcionales según su hábitat y locomoción: fijadores y trepadores y cinco grupos funcionales tróficos: colectores, depredadores, trituradores, filtradores y raspadores; y se refiere a ellos como el conjunto de especies que tienen adaptaciones y características físicas, y biológicas con características específicas que tiene un valor ecológicamente predicho (González y Fajardo, 2013).

Cabrera et al. (2011) por su parte, usa la proveniencia del alimento de los macroinvertebrados de agua dulce para clasificarlos y puntualiza que se puede originar dentro del ecosistema acuático (autóctono) o venir del terrestre (alóctono), mientras que Hanson et al., (2010) afirman que las comunidades de macroinvertebrados también se pueden clasificar por su

alimentación en herbívoros, carnívoros y detritívoros. Los herbívoros consumen pastos o forraje, los carnívoros se alimentan de organismos vivos y los detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición y microbios adheridos a las rocas o sustratos. Es importante mencionar que el comportamiento alimenticio puede variar en la vida del macroinvertebrado conforme el paso del tiempo ya que su alimentación es irregular.

4.8. Antecedentes sobre estudios de macroinvertebrados asociados a la conservación de los ecosistemas en Ecuador

Cada bioma alberga una diversidad de ecosistemas que varían en términos de altitud y la cantidad de agua disponible, lo que conduce a una amplia gama de ecosistemas y, como resultado, una gran diversidad de macroinvertebrados acuáticos (Ramírez y Gutiérrez, 2014). La contribución de materia orgánica proveniente de la vegetación en la zona riparia de los cuerpos de agua desempeña un papel crucial en la configuración y complejidad de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos. Esto se debe a la concentración de nutrientes y la productividad de los ecosistemas, y representa una fuente significativa de alimento para la microfauna acuática del sistema lótico a estudiar (Rico et al., 2014).

Domínguez et al. (2011), al estudiar la cuenca del río Chaguana en el suroeste de Ecuador afirma que los parámetros fisicoquímicos forman parte importante y crucial si se quiere estudiar la calidad del agua ya que pueden dar una buena idea si se desea evaluar la calidad ecológica del agua con el uso de macroinvertebrados, sin embargo Arroyo, (2007) en su investigación afirma que se puede realizar un buen trabajo al solo investigar esta fauna macro bentónica sin embargo si se desea afianzar dichos resultados se debería registrar valores de parámetros físico químicos tal y como él lo hizo, en la cual obtuvo resultados que sobrepasaban los límites máximos permisibles debido al vertimiento de desechos orgánicos, fertilizantes o pesticidas representado un problema a los ecosistemas acuáticos y disminuyendo notablemente en la cantidad de macroinvertebrados.

En el estudio de (Liñero et al., 2016) realizado en el río Mojarrero de la provincia de Pichincha afirma que la baja calidad biológica del agua en esta área podría deberse en gran medida al uso de agroquímicos (fertilizantes) y sustancias fitosanitarias, empleadas en los cultivos ubicados en las laderas de esta región. Como consecuencia de las lluvias, estas sustancias serían arrastradas por las aguas de escorrentía hacia la mencionada sección del río. Además, el estudio atribuye la disminución del caudal en ciertas épocas del año como un factor que podría reducir la dilución de los posibles contaminantes identificados es por eso que Osejos

et al., (2020) en su estudio demuestran lo anteriormente dicho, que dichas actividades como la descarga de actividades agrícolas-industriales influyen negativamente provocando la ausencia de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos y Erazo (2015), al estudiar los ríos de la subcuenca El Ángel, provincia del Carchi, confirmó que las actividades agrícolas y pecuarias tienen un impacto evidente en la calidad de las microcuencas analizadas.

Arce y Leiva (2009), al vincular las comunidades de macroinvertebrados acuáticos con la vegetación en las riberas de la microcuenca El Carmen en la ciudad de Loja, observaron que, al ser responsable del suministro de agua potable, exhibió una calidad de agua superior al estar ubicada en una zona poco alterada (zona alta), donde los niveles de contaminación son bajos. En contraste, en las zonas media y baja, la cercanía al núcleo urbano y otras actividades de origen humano resultaron en un elevado grado de contaminación.

Se presenta una situación análoga a la investigada por Arce y Leiva (2009) en una zona ribereña que, no obstante, según los hallazgos de Maza (2009), se mantiene en un estado de conservación aceptable a pesar de algunas modificaciones en la cobertura vegetal, incendios, actividades de explotación forestal y predominio de pastizales como formaciones vegetales más comunes. En las microcuencas Minas, Mendieta, El Carmen y San Simón, en términos generales, se evidencian algunos cambios, como la deforestación y la degradación del bosque nativo, relacionados con alteraciones en el uso del suelo.

Finalmente, (Macas,2017) luego de haber realizado las respectivas pruebas microbiológicas de calidad del agua tanto cruda como tratada los resultados muestran contaminación orgánica de casi el doble de los estudios realizados de la UMAPAL en varias microcuencas una de ellas Curitroje, como complemento en el trabajo investigativo de (Prieto, 2009) en el cual se propuso identificar áreas susceptibles a riesgos de erosión y con mayor capacidad de almacenamiento de agua de algunas de las microcuencas como Mónica y Curitroje, dando como resultados a nuestro lugar de estudio la zona media y alta con la presencia de zona boscosa específicamente Bosque de neblina montano, siempreverde montano alto y páramo arbustivo y la zona baja con presencia de algunas zonas con pastizal considerándolo apto para almacenar y retener grandes cantidades de agua. Dichos estudios serán como un génesis para nuestra investigación ya que partiremos de información bibliográfica al no existir ningún estudio de calidad biológica del agua en dicha microcuenca en cuestión.

Es importante mencionar que la cobertura forestal es la que oferta los servicios ecosistémicos, por lo tanto, es necesario conservarla y protegerla, con la finalidad de darle perpetuidad al recurso hídrico cumpliendo a cabalidad la Ordenanza No. 023-2015 denominada: “Reforma a la Ordenanza para la Protección de las Micro Cuencas y Otras Áreas Prioritarias para la Conservación del cantón Loja”, la cual expone en la sección III en la que se habla estrictamente de las obligaciones de la UMAPAL y de la unidad de gestión ambiental, específicamente el en Art. 148 el cual hace referencia a que se mantendrán información técnica permanente de las áreas de reserva, así como la instrumentación necesaria para determinar la calidad y cantidad de agua que se produce en las micro cuencas abastecedoras de agua para el cantón Loja (GAD, 2020).

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La microcuenca Curitroje (Figura 1) está situada en el extremo sur de Loja, se encuentra en las coordenadas UTM 9548940 Norte, 9544884 Sur, 704216 Este y 699665 Oeste. Consta de un área de 818,5 ha y un perímetro de 18,5 km. Recibe un caudal medio mensual de 433,25 litros por segundo, de los cuales 48 l/s se recolectan y procesan para alimentar la red de agua potable de la ciudad de Loja. Los dos tipos de cobertura vegetal, bosque natural y pastizal representan el 71% (586 ha) y el 13% (106,4 ha) de la superficie total de la microcuenca respectivamente. Además, hay coberturas adicionales, como páramo (44,6 ha - 5,45%), matorral (80 ha - 9,7%) y bosque plantado (1,1 ha - 0,13%). (Arteaga et al., 2009).

El área posee un clima frío-lluvioso, caracterizado por una temperatura que oscila entre los 12 y 18 °C, con una precipitación que fluctúa entre los 900 y 1 600 mm anuales. La estación lluviosa se suele presentar en los meses de marzo a junio y la estación seca desde julio hasta enero, prolongándose incluso al mes de febrero (INAHMI, 2024) y posee un rango altitudinal que varía entre los 2 000 y 3 500 m s.n.m.

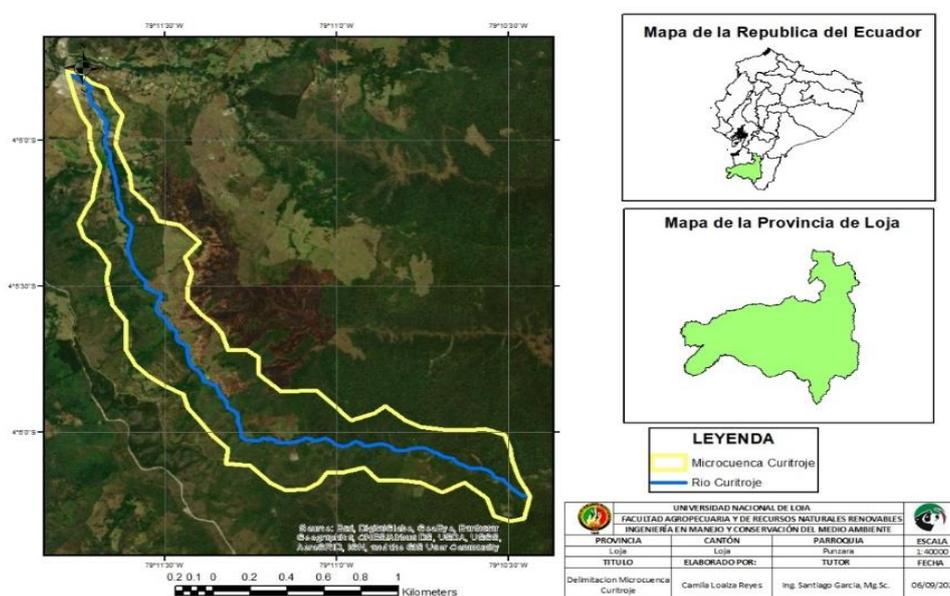


Figura 1. Ubicación de la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia

Para cumplir con los objetivos de la investigación se realizaron dos muestreos, el primero se llevó a cabo durante el mes de diciembre de 2023 correspondiente en época lluviosa, mientras que el segundo muestreo se realizó en el mes de febrero de 2024 en época seca.

5.1.1. Determinación de zonas de estudio

En las tablas 1, 2 y 3 y se detallan las coordenadas UTM de los diez puntos de muestreo y el hábitat dominante de las tres zonas de estudio, también se ha creído conveniente agregar las Figuras 2, 3 y 4 en donde se reflejan los puntos en donde se recolectaron las muestras de macroinvertebrado en tres zonas: la zona baja que corresponde al área no conservada, la zona media que corresponde al área semiconservada y la zona alta considerada como área estrictamente conservada.

Tabla 1. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona baja y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje

Puntos de muestreo	X	Y	Hábitat
Zona Baja			
1	700238,0	9548856,6	Corriente
2	700269,5	9548834,4	Corriente
3	700306,8	9548806,0	Poza
4	700330,3	9548777,5	Corriente
5	700332,6	9548742,1	Corriente
6	700348,5	9548711,7	Corriente
7	700348,5	9548680,9	Poza
8	700348,7	9548680,3	Corriente
9	700359,8	9548657,0	Poza
10	700380,3	9548642,4	Corriente

Fuente: Elaboración y formulación propia.

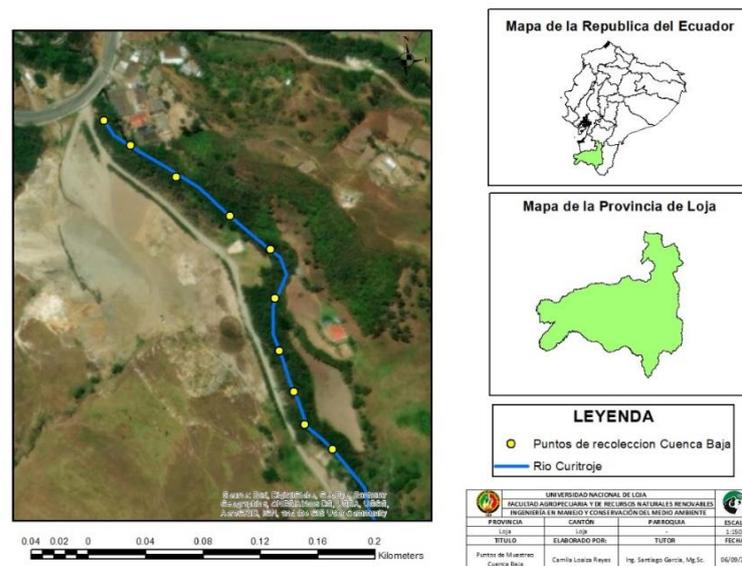


Figura 2. Puntos de muestreo de la zona baja

Fuente: Elaboración y formulación propia

Tabla 2. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona media y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje

Puntos de muestreo	X	Y	Hábitat
Zona Media			
1	700465,6	9548248,5	Corriente
2	700472,2	9548221,2	Rápido
3	700480,5	9548187,8	Poza
4	700485,1	9548153,4	Corriente
5	700490,0	9548121,3	Corriente
6	700493,4	9548097,7	Corriente
7	700492,9	9548071,0	Poza
8	700500,8	9548043,8	Corriente
9	700510,8	9548018,6	Corriente
10	700515,0	9547988,5	Rápido

Fuente: Elaboración y formulación propia.

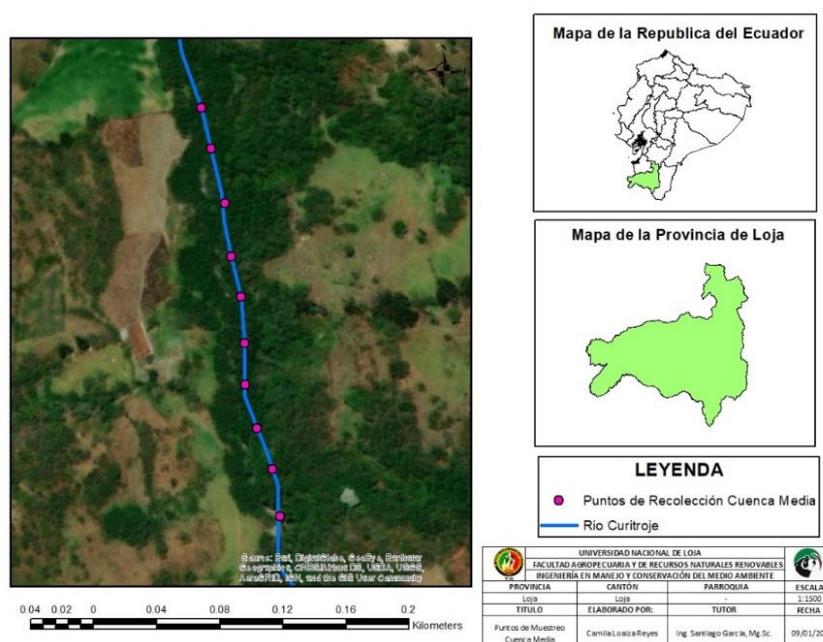


Figura 3. Puntos de muestreo de la zona media

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Tabla 3. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la zona alta y hábitat dominante de la microcuenca Curitroje

Puntos de muestreo	X	Y	Hábitat
Zona alta			
1	702597,0	9546244,2	Corriente
2	702612,4	9546225,8	Corriente
3	702624,7	9546219,6	Rápido

4	702624,6	9546188,9	Corriente
5	702655,5	9546188,8	Corriente
6	702655,4	9546158,1	Corriente
7	702624,5	9546127,4	Rápido
8	702621,2	9546127,4	Rápido
9	702624,4	9546096,7	Corriente
10	702655,3	9546096,6	Corriente

Fuente: Elaboración y formulación propia.

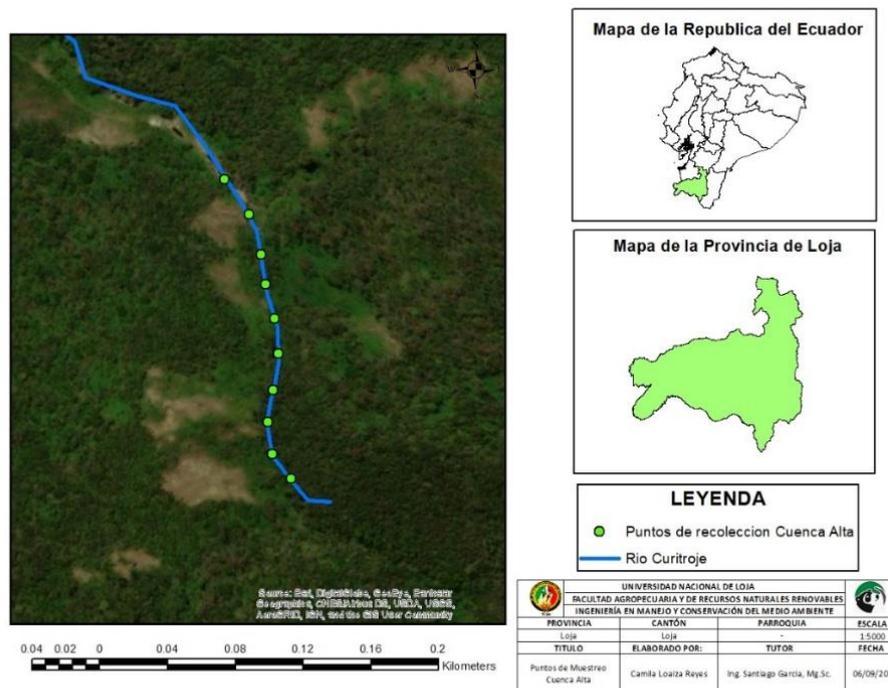


Figura 4. Puntos de muestreo de la zona alta

Fuente: Elaboración y formulación propia

MÉTODOS

5.2. Análisis del estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

Se evaluó el estado de conservación de las zonas riparias de la microcuenca Curitroje, según la metodología planteada por Acosta et al., (2014) para ríos andinos, el cual tiene por nombre: Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) inicialmente creado por Munne et al., (2003) denominado Calidad de la Vegetación de Ribera diseñado específicamente para ríos mediterráneos que pertenecen a la Península Ibérica.

Para esta investigación, se utilizó mapas de cobertura y usos del suelo (Figura 5 y 6) y se elaboró la cartografía con ayuda del programa QGIS, (2019) Proyecto de la Fundación Geoespacial de Código Abierto versión 3.30, esto con el fin de identificar el transecto con mayor intervención antrópica en la zona baja y media, cada transecto contó con una delimitación de 10 x 200 m de longitud a ambos lados del río para aplicar el índice QBR. Es importante mencionar que, en el corto tiempo en el que se llevó a cabo la investigación el hábitat no cambia por lo que dicho índice se aplicó una sola vez en la microcuenca.

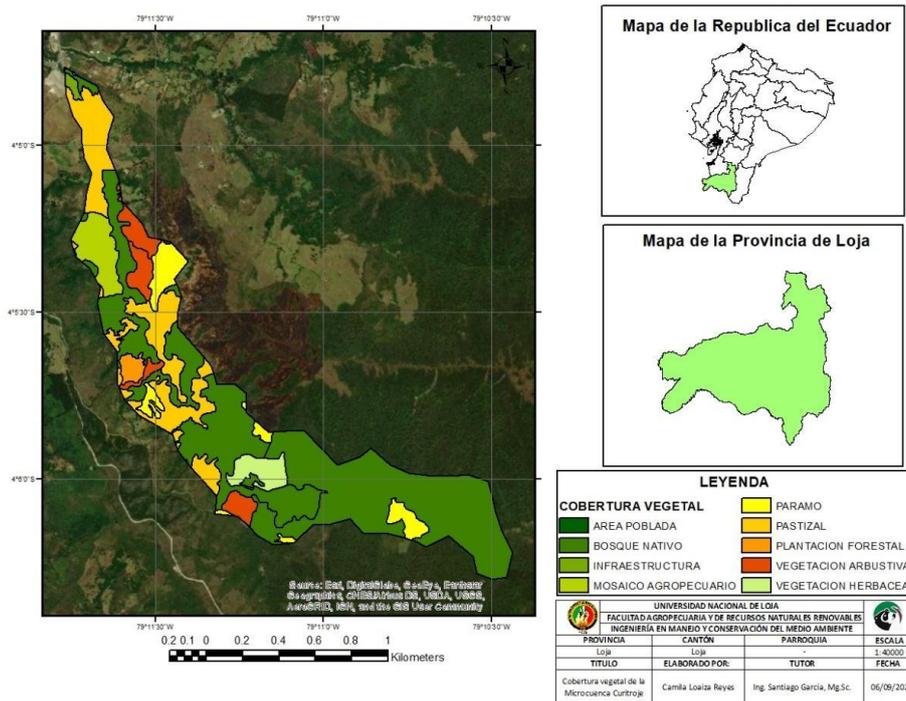


Figura 5. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca Curitroje

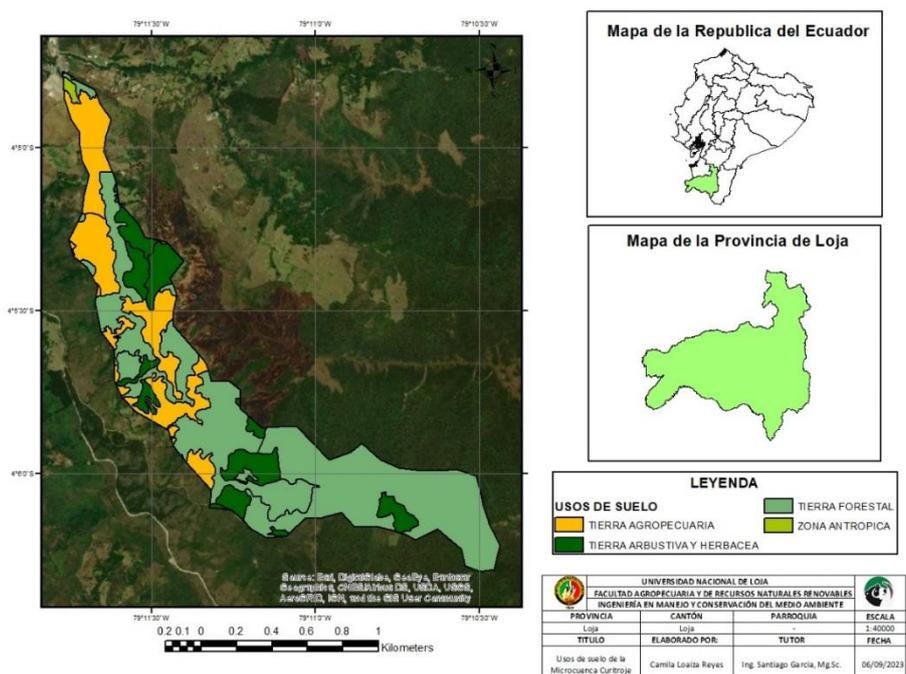


Figura 6. Mapa de usos de suelo de la microcuenca Curitroje

El Índice QBR se compone de cuatro aspectos fácilmente identificables visualmente: la extensión de la vegetación en la zona de ribera, la configuración de la vegetación en la zona de ribera, la calidad de la vegetación en la zona de ribera y el nivel de naturalidad del cauce fluvial (Anexo 1).

Para cada sección, se tuvieron en cuenta cinco niveles de conservación, como se detalla en la (Tabla 4). Cada sección fue evaluada de forma independiente en la microcuenca, asignándole de 0 a 25 puntos cada una, y la suma de estos valores determinó el puntaje total del índice, que varía entre 0 y 100. En conjunto, se obtuvo un único valor que representa la calidad de la zona ribereña en la microcuenca.

Tabla 4. Rangos del Índice de Calidad de Bosque de Ribera

Índice de Calidad de Bosque de Ribera		
Rangos	Estado de conservación	Color
> 95	Estado natural	
75 – 90	Calidad buena	
55 – 70	Calidad aceptable	
30 – 50	Calidad mala	
< 25	Calidad pésima	

Fuente: Villamarín (2012)

5.3. Relaciones entre la calidad biológica del agua, evaluada en función de la diversidad de macroinvertebrados, y el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

Para cumplir con el segundo objetivo específico la presente metodología se divide en dos secciones: la primera en la colecta e identificación de macroinvertebrados y la segunda en la determinación de los vínculos entre la calidad biológica del agua evaluada en función de la diversidad de macroinvertebrados, y el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

5.3.1. Colecta e Identificación de macroinvertebrados.

Para la recolección de los especímenes en la zona baja media y alta se procedió luego de la obtención de la respectiva autorización otorgada por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) con el código MAATE-ARSFC-2023-0368 (Anexo 7) para a. Los dos muestreos de macroinvertebrados que se realizaron en la microcuenca Curitroje fueron en dos

épocas: la primera en tiempo lluvioso durante el mes de diciembre de 2023 y seca en el mes de febrero de 2024, seleccionando tres zonas con diez puntos aguas arriba de cada zona estudiada, cada uno estará formado por una franja de 200 m (en el sentido del río).

Para la colecta de los macroinvertebrados, se tomaron como referencia las metodologías de Íñiguez et al. (2014), Esparza (2017), Capa (2019) y Pullaguari (2019), cada zona definida se dividió en 10 transectos perpendiculares cada franja, separados entre sí por 20 m. En cada transecto se tomó una muestra de macroinvertebrados bentónicos, buscando incluir, para cada franja, muestras de diversos hábitats (corrientes, rápidos y pozas), los rápidos tuvieron una velocidad alta, sustratos espesos y turbulencia en la superficie, mientras que las corrientes se caracterizaron por ser tramos poco profundos, con velocidad moderada y algo de turbulencia. Por el contrario, las pozas fueron relativamente profundas con menor velocidad de flujo y disminución de la concentración de oxígeno (Ríos et al., 2022). Posteriormente se colocó un recuadro realizado con tubos PVC de 50 x 50 cm sobre el sustrato para removerlo junto con las piedras durante un periodo de 40 segundos, mientras, en sentido contrario a la corriente, se colocó una red de tipo D-net con luz de malla de 500 μm para muestreo de patada (Ramírez, 2010).

Sobre una bandeja blanca se colocó la muestra, se eliminó el sustrato y las hojas que cayeron y se pasaron por tres mallas con diferente luz (500, 335 y 250 μm) con el objetivo de facilitar la eliminación y transporte de los macroinvertebrados de menor peso hacia la malla de dimensiones más reducidas, y el filtrado resultante se pasó a un frasco, previamente etiquetado con el nombre de la zona, punto y número de muestreo, con alcohol al 96% para su conservación (Anexo 6). Se obtuvieron un total de diez muestras por zona dando un total de 30 frascos por muestreo; una por cada transecto las cuáles se mantuvieron separadas, para así identificar los macroinvertebrados.

La identificación taxonómica se realizó en el Laboratorio de Química del Centro de Investigación de la Universidad Nacional de Loja usando el estereoscopio, en donde se realizó el proceso de conteo en una libreta colocando cada macroinvertebrado sobre una caja Petri tomando fotografías de cada espécimen, finalmente con ayuda de las claves taxonómicas específicas de (Roldán, 1988; Domínguez & Fernández, 2009; Encalada et al., 2011) se identificaron las familias y géneros (Anexo 6), los datos de familia se las clasificó por zona para obtener el puntaje total de ABI (Anexo 11).

5.3.2. *Relación entre la calidad biológica del agua evaluada en función de la diversidad de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.*

Se examinó la conexión entre los conjuntos de macroinvertebrados acuáticos y la salud de las áreas ribereñas de la microcuenca mediante la evaluación de la relación entre cada uno de los parámetros estructurales derivados de la aplicación de uso libre CABIRA y los niveles de conservación definidos para la microcuenca mediante el índice QBR.

5.3.2.1. **Análisis de datos.**

Una vez concluida la fase de identificación (fase de laboratorio), se realizó una sumatoria del número de individuos capturados en cada tramo, luego se procedió a calcular mediante la aplicación CABIRA (Calidad Biológica de los Ríos Altoandinos), soportada en el índice Multimétrico IMEERA (Índice Multimétrico de Estado Ecológico de Ríos Altoandinos) (Tabla 5) y ABI (Índice Biológico Andino) (Tabla 6) propuesto por Villamarín et al., (2013) derivado del Índice Multimétrico de Estado Ecológico de Ríos Altoandinos (IMEERA-B) ambos evalúan la calidad biológica del agua mediante las familias de los macroinvertebrados.

Tabla 5. Rangos de calidad de conservación en el Índice Multimétrico IMEERA

Estado de conservación	Rango	Color
Muy Bueno	> 96	
Bueno	76-95	
Moderado	41-75	
Crítico	11-40	
Muy Crítico	<10	

Fuente: Villamarín (2012)

Tabla 6. Rangos de calidad de conservación sugeridos para Ecuador en el Índice ABI

Estado de Conservación	Rango	Color
Muy Bueno	> 96	
Bueno	59 -96	
Moderado	35 – 58	
Malo	14 -34	
Pésimo	< 14	

Fuente: Domínguez y Hernández (2009)

Se utilizaron cuatro elementos de la estructura de la comunidad para evaluar la diversidad de los macroinvertebrados en la microcuenca: la riqueza (número de especies representadas/taxones), la equitatividad (J) (uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies), abundancia (número total de organismos presentes) y la Dominancia de Simpson (D). A partir de los componentes anteriormente mencionados, se calculó el Índice de

Diversidad de Shannon-Wiener (H') (1949), cuya evaluación se expresa mediante un número positivo que, en la mayoría de los ecosistemas naturales, varía entre 1 y 5 (Moreno, 2001).

Además, se realizó el cálculo del Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), el cual engloba la presencia de estos tres grupos de macroinvertebrados específicos. Este índice se considera valioso debido a que estos grupos ofrecen una evaluación rápida del estado de conservación de los cuerpos de agua, según lo destacado por (Cárdenas et al., 2007). Dichos organismos son reconocidos como indicadores de alta calidad biológica del agua gracias a su notable sensibilidad a la contaminación. La obtención de este índice implica contar el número de taxa pertenecientes a estos órdenes presentes en la muestra (Álvarez y Pérez, 2007).

De manera adicional se realizaron cálculos de tasas con tolerancia e intolerancia a la contaminación, permitiendo que la sensibilidad y tolerancia de estas tasas proporcionaran una clasificación del grado de contaminación de los ecosistemas acuáticos (Esparza, 2017). También se procedió al cálculo de los Grupos Tróficos Funcionales (GTF), con base en la siguiente categorización: colectores (C), depredadores (D), trituradores (T), filtradores (F), raspadores (R), trepadores (TP) y fijadores (F) lo cual refleja según su presencia y abundancia los recursos orgánicos presentes en cada zona y como estos se adaptan (Walteros et al., 2016).

Con el propósito de establecer la relación de la calidad biológica de agua y el estado de conservación de la zona riparia, se realizó una limpieza de datos con el fin de usar únicamente el parámetro de interés: diversidad, seguido de esto; se efectuó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a la variable antes mencionada, con el fin de observar si los datos presentan o no distribución normal, a los datos que presentaron distribución normal se llevó a cabo una prueba ANOVA mientras que a los datos que no presentaron distribución normal y presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó una prueba no paramétrica denominada Kruskal-Wallis la cual examinó si las muestras provienen de poblaciones de idéntico comportamiento y sus posibles diferencias estadísticamente significativas, con un nivel de significancia del 95% que es el riesgo aceptado de concluir que existe una asociación cuando no la hay.

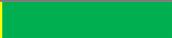
Adicionalmente, se realizó un análisis de varianza del parámetro diversidad por cada muestreo de macroinvertebrados entre las zonas de estudio (zona baja, media y alta) y con el fin de identificar qué zona difiere de otra entre sí; se llevó a cabo un análisis de la prueba de Tukey, respaldado por gráficos de cajas, mediante la utilización del software estadístico PAST versión 4.03 (Hammer et al. 2001).

6. Resultados

6.1. Estado de Conservación de la zona riparia

El Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) indica que la zona alta de la microcuenca Curitroje (Tabla 7) posee una puntuación final >95 , considerado según el índice como estado natural. En la zona media obtuvo un puntaje de 79,5 reflejando una calidad buena mientras que en la parte baja el análisis indicó una degradación de la calidad del bosque de ribera ubicándose su puntuación final en el rango de 55-70 calificándola como calidad aceptable.

Tabla 7. Índice de QBR aplicado en la microcuenca Curitroje

Índice de Calidad de Bosque de Ribera			
Parámetro	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
1. Grado de cubierta de la zona de ribera	7.5	25	22.5
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera	27.5	32	27.5
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera	22.5	12.5	25
4. Grado de naturalidad del canal fluvial	15	10	25
Puntuación Final	72.50	79.5	100
Estado de conservación	Calidad aceptable	Calidad buena	Estado natural
Color			

Fuente: Elaboración y formulación propia.

La zona baja de la microcuenca Curitroje de acuerdo a los parámetros establecidos se valoró con los puntajes expuestos en el Anexo 2 y en base a las fotografías adjuntas en el Anexo 5 donde se observa que tuvo una conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente que va del 25-50% en la orilla derecha y $>50\%$ en la orilla izquierda y por ende una cubierta vegetal de 10-50% en la orilla derecha y 50-80% en la izquierda en dicha zona, por otro lado, la estructura de cubierta fue menor al 50% de recubrimiento de árboles en la orilla derecha y entre 50 – 75% en la orilla izquierda presentando una concentración de arbustos $>50\%$, para la calidad de la cubierta se observó que todos los árboles de la zona de ribera son autóctonos, pero al tener la presencia de asentamientos humanos, cultivos, un sendero y minería hacen que dicha calidad de cubierta disminuya, todo lo antes mencionado no afecta el grado de naturalidad del canal fluvial pero es importante mencionar que existe la presencia de pequeños vertidos y presencia de basura de forma puntual pero abundante.

En cuanto a la zona media se valoró con los puntajes expuestos en el Anexo 3 y en base a las fotografías adjuntas en el Anexo 6, reflejando que la conectividad entre el bosque de ribera

y el ecosistema forestal adyacente es >50% en la orilla derecha, mientras que en la orilla izquierda es total, la cubierta vegetal de la zona de ribera está entre 50-80% en la orilla derecha y >80% en la orilla izquierda, con respecto a la estructura de la cubierta de la zona de ribera posee un recubrimiento de árboles entre 50-75% en la orilla derecha y >75% en la orilla izquierda a pesar de esto se pudo observar un gradiente de estratificación evidente y conectado y una concentración de arbustos entre 25-50% en la orilla derecha superando la izquierda, por otro lado en la calidad de la cubierta de la zona de ribera demuestra que todos los árboles son autóctonos en ambas orillas y tanto en el margen derecho como izquierdo existe presencia de cultivos, pastizales, actividad ganadera y presencia de un camino debido a un número reducido de casas pertenecientes a fincas privadas, finalmente el canal del río no ha sido modificado pese a la presencia de pequeños vertidos y una estructura sólida pequeña (puente).

En la zona alta en la valoración se expresaron los puntajes expuesto en el Anexo 4 y las imágenes que corresponden a la misma se presentan en el Anexo 6 demostrando que el grado de cubierta de la zona de ribera es mayor al 80% en la orilla derecha y un 50-80% en la orilla izquierda, ya que el Parque Nacional Podocarpus forma parte de dicha zona, teniendo así una conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente próximo a su totalidad, dando la misma puntuación a la orilla derecha e izquierda, la estructura de la cubierta tiene un recubrimiento de árboles mayor al 75% en la orilla izquierda y en la orilla derecha un recubrimiento entre el 50-75% y un gradiente de estratificación evidente y conectado en la orilla izquierda y un porcentaje mayor a 50% de arbustos en la orilla derecho. El siguiente parámetro indica que todos los árboles de la zona ribera son autóctonos, obteniendo una calidad de la cubierta mucho mayor a las dos zonas antes mencionadas, debido a que dicha zona no es habitada, resaltando la presencia de bosque y por ende la ausencia de ganadería o agricultura, dando el mismo valor a ambas orillas, finalmente el canal del río no ha sido modificado manteniendo así su naturalidad del canal fluvial intacto.

6.2. Identificación y análisis de abundancia de Macroinvertebrados acuáticos por zona

6.2.1. Primer muestreo

6.2.1.1. Abundancia en la zona baja.

En la zona baja del área investigada se procedió a la recolección de 10 muestras, donde se constataron 790 individuos de macroinvertebrados, pertenecientes a dos filos (Arthropoda y

Platyhelminthes), tres clases (Insecta, Arácnida y Turbellaria), 9 órdenes, 23 familias, 31 géneros.

El orden Ephemeroptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 332 individuos, representando el 42% del total de los individuos recolectados. Posteriormente, se encuentra Trichoptera con 169 individuos (21,4%), seguido por Coleoptera con 132 individuos con un porcentaje de 16,7% (Figura 7).

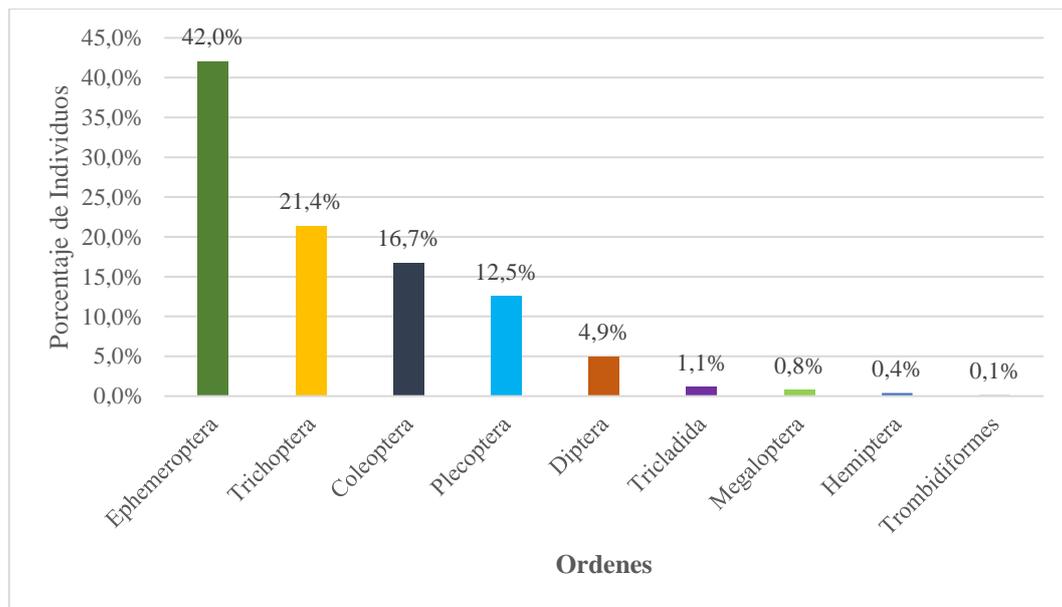


Figura 7. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona baja en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias identificadas en el sitio de estudio son 23, y se presentan en la Figura 8, clasificadas de mayor a menor abundancia. La familia Leptophlebiidae con 225 individuos, seguida de la familia Hydropsychidae con 101 individuos, y la familia Perlidae con 99 macroinvertebrados recolectados. Esta abundancia es muy distinta a la observada en las familias Corixidae, Gyrinidae, Blephariceridae y Limnesidae, de las cuales se recolectó menos de 4 individuos.

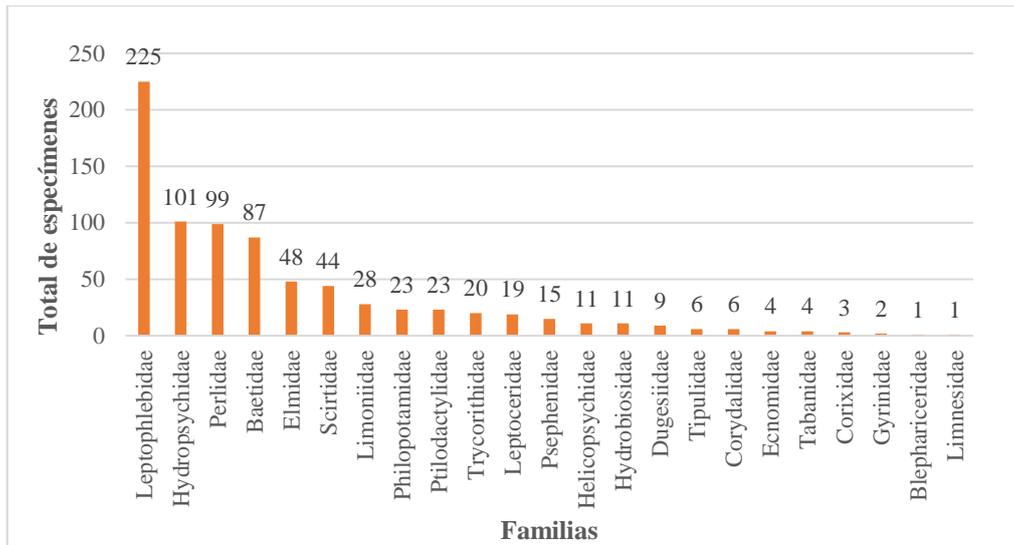


Figura 8. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 9 se exhiben los géneros encontrados en la zona de estudio, clasificados desde el más abundante hasta el menos, siendo *Thraulodes* el género que prevaleció con 187 individuos, seguido del género *Anacroneuria* con 99 individuos, y el género *Leptonema* con 57 macroinvertebrados recolectados. Se puede inferir que los géneros que no exceden los 3 individuos pertenecen a las familias previamente expuestas.

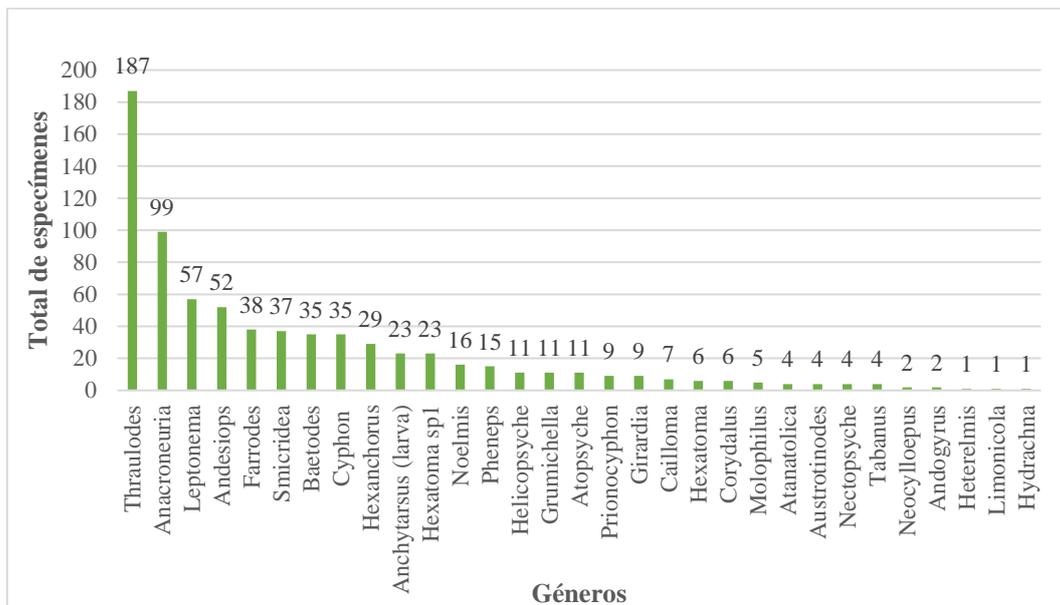


Figura 9. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona baja en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

6.2.1.2. Abundancia en la zona media.

En la zona media del área investigada se procedió a la recolección de 10 muestras, registrando un total de 524 individuos de macroinvertebrados pertenecientes a 3 filos (Arthropoda y Annelida y Platyhelminthes), 3 clases (Insecta, Hirudinea y Turbellaria), 8 órdenes, 15 familias, 17 géneros.

El orden Trichoptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 264 individuos, representando el 50,4% del total de los individuos recolectados. Posteriormente, se encuentra el orden Ephemeroptera con 96 individuos (18,3%), seguido por Coleoptera con 82 individuos con un porcentaje de 15,6% (Figura 10)

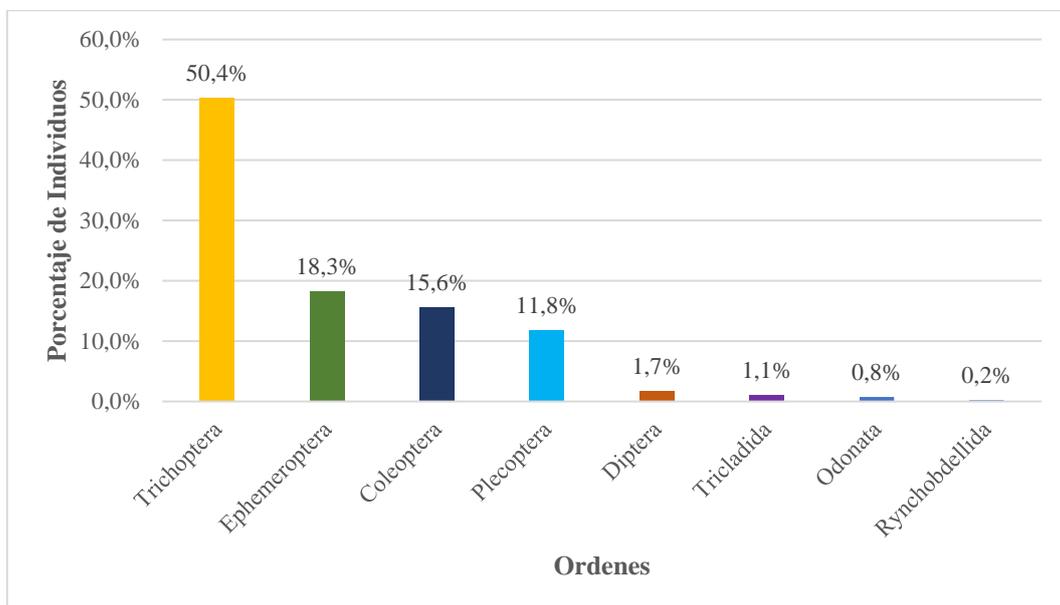


Figura 10. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona media en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias encontradas en el sitio de estudio son 15 y se muestran en la Figura 11, ordenadas de mayor a menor abundancia, siendo la más abundante la familia Helicopsychidae con 120 individuos, seguido de la familia Leptophlebae con 90 individuos y la familia Psephenidae con 76 macroinvertebrados recolectados, abundancia muy diferente a la observada en las familias Chironomidae, Leptohyphidae y Glossiphonidae de las que se colectó menos de 3 individuos.

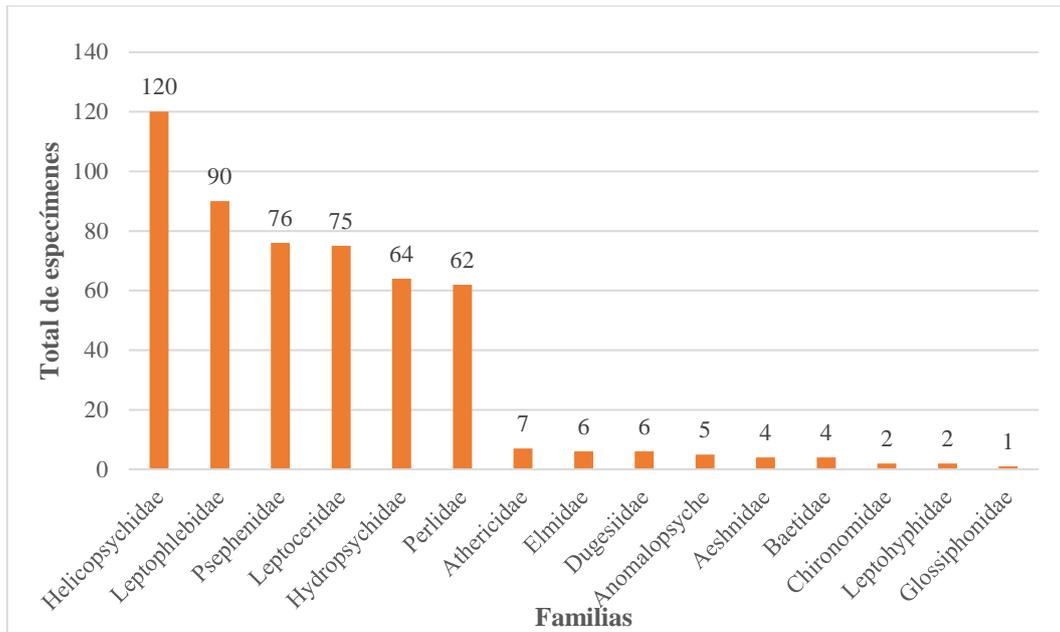


Figura 11. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona media en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 12 se muestran los géneros encontrados en la zona de estudio ordenados del más abundante a la menos, siendo *Helicopsyche* el género que predominó con 120 individuos, seguido del género *Thraulodes* con 90 individuos y el género *Pheneps* con 76 macroinvertebrados recolectados. Indicando así que los géneros que tienen menos de 3 individuo pertenecen a las familias descritas anteriormente.

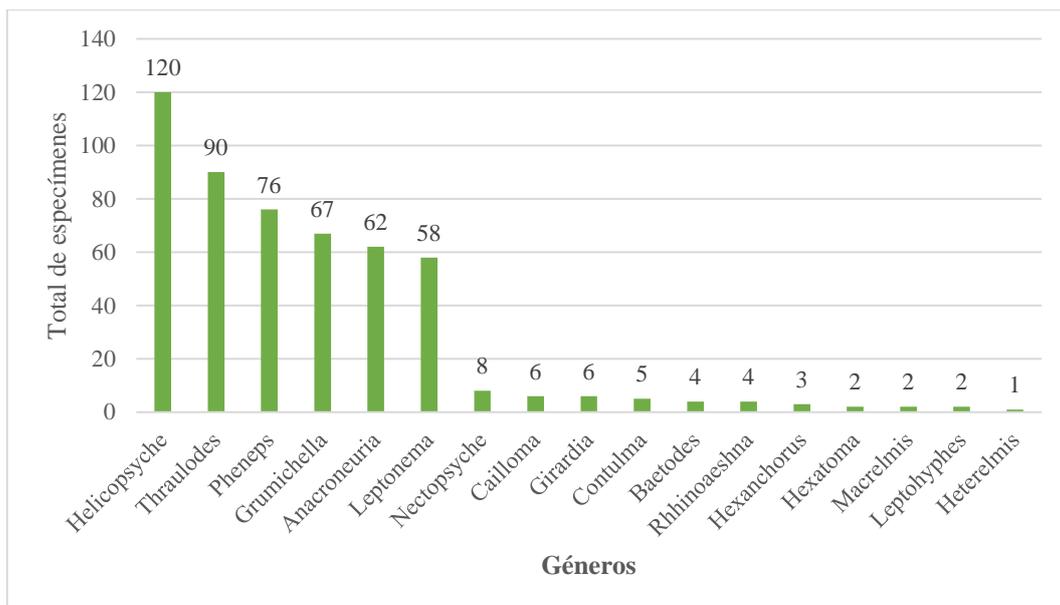


Figura 12. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona media en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

6.2.1.3. Abundancia en la zona alta.

En la zona alta del área estudiada se procedió a la recolección de 10 muestras, donde se hallaron un total de 517 individuos de macroinvertebrados, pertenecientes a 2 filos (Arthropoda y Annelida), tres clases (Insecta, Arácnida e Hirudínea), 9 órdenes, 21 familias y 25 géneros.

El orden Trichoptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 144 individuos, representando el 27,9% del total de organismos recolectados. Posteriormente, se encuentra el orden Ephemeroptera, con 126 individuos (24,4%), seguido por Plecoptera, con 123 individuos con un porcentaje de 23,8%, y finalmente Coleoptera, con 103 individuos con un porcentaje de 19,0% (Figura 13).

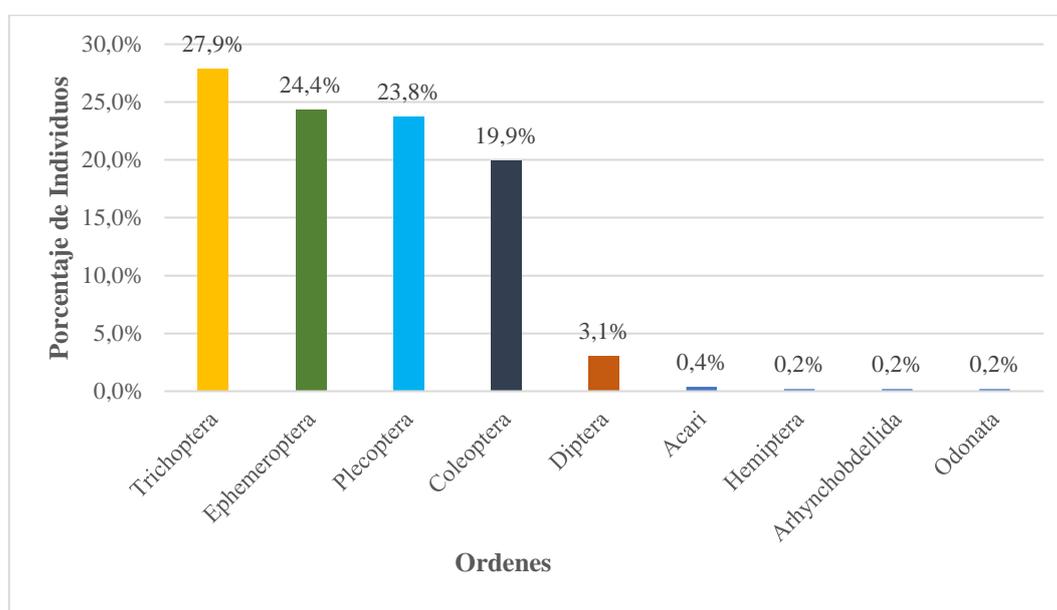


Figura 13. Abundancia relativa de los órdenes del primer muestreo de la zona alta en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias encontradas en el sitio de estudio son 21 y se muestran en la Figura 14, ordenadas de mayor a menor abundancia, siendo la más abundante la familia Perlidae con 123 individuos, seguido de la familia Hydropsychidae con 115 individuos y la familia Baetidae con 87 macroinvertebrados colectados, abundancia muy diferente a la observada en las familias Limoniidae, Stratiomyidae, Philopotamidae, Ecnomidae, Hydraenidae, Staphylinidae, Corixidae y Gomphidae de las que se colectó solamente 1 individuo.

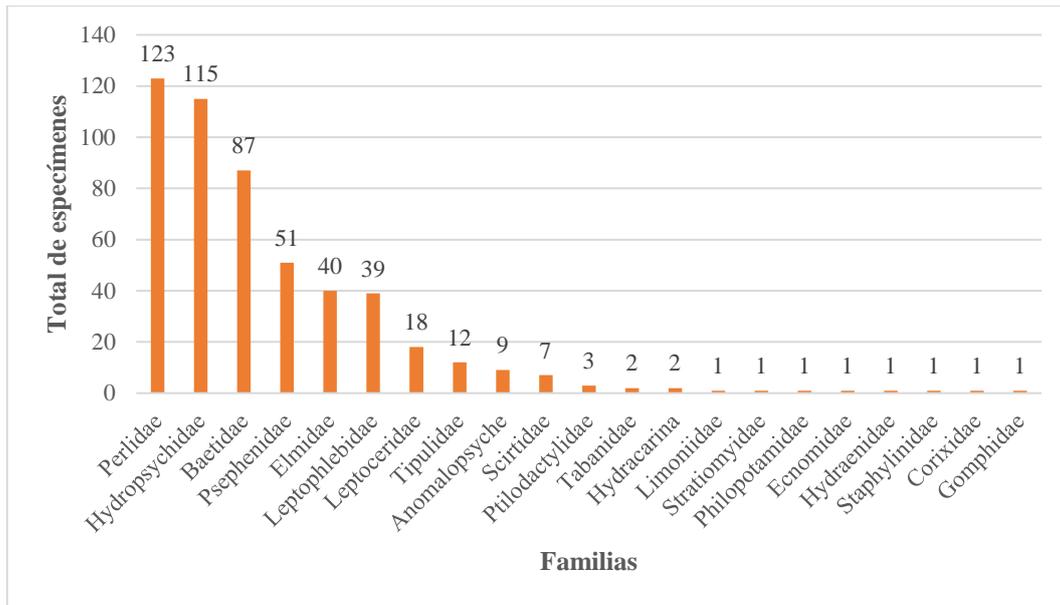


Figura 14. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 15 se muestran los géneros encontrados en la zona alta de la zona de estudio ordenados del más abundante a la menos, siendo *Anacroneuria* el género que predominó con 123 individuos, seguido del género *Andesiops* con 56 individuos y el género *Leptonema* con 54 macroinvertebrados colectados. Así mismo, se puede indicar que los géneros que tienen 3 o menos individuos pertenecen a las familias antes descritas.

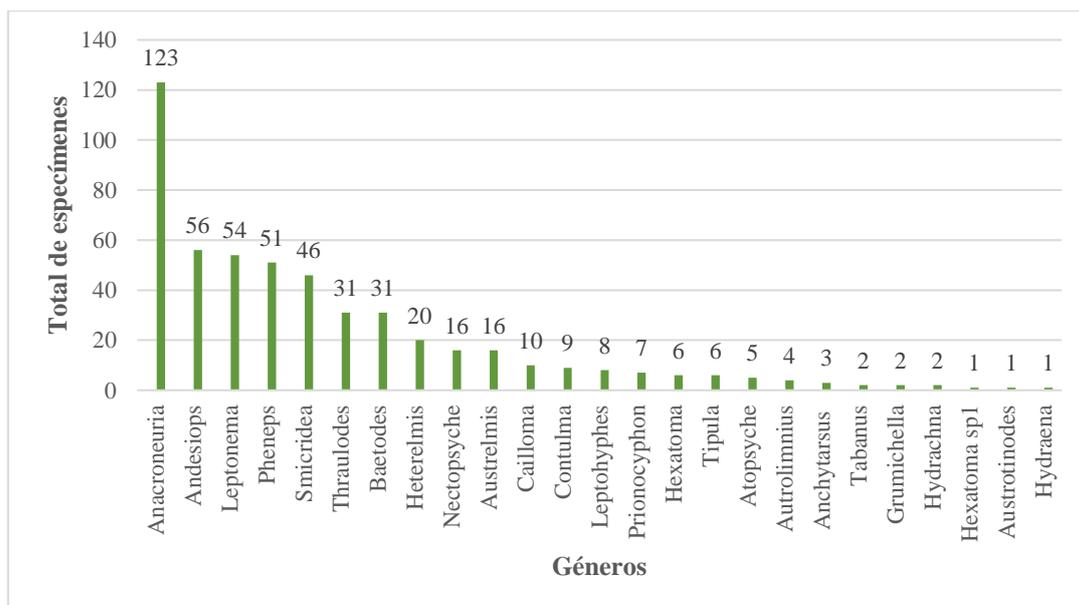


Figura 15. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el primer muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia

6.2.2. Segundo muestreo

6.2.2.1. Abundancia en la zona baja.

En la zona baja del área investigada se procedió a la recolección de 10 muestras, donde se constataron 803 individuos de macroinvertebrados, pertenecientes a un filo denominado Arthropoda, una clase Insecta, 5 órdenes, 17 familias, 28 géneros.

El orden Díptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 240 individuos, representando el 29,9 % del total de los individuos recolectados. Posteriormente, se encuentra Ephemeroptera con 205 individuos (25,5%), seguido por Coleoptera con 158 individuos con un porcentaje de 19,7% (Figura 16).

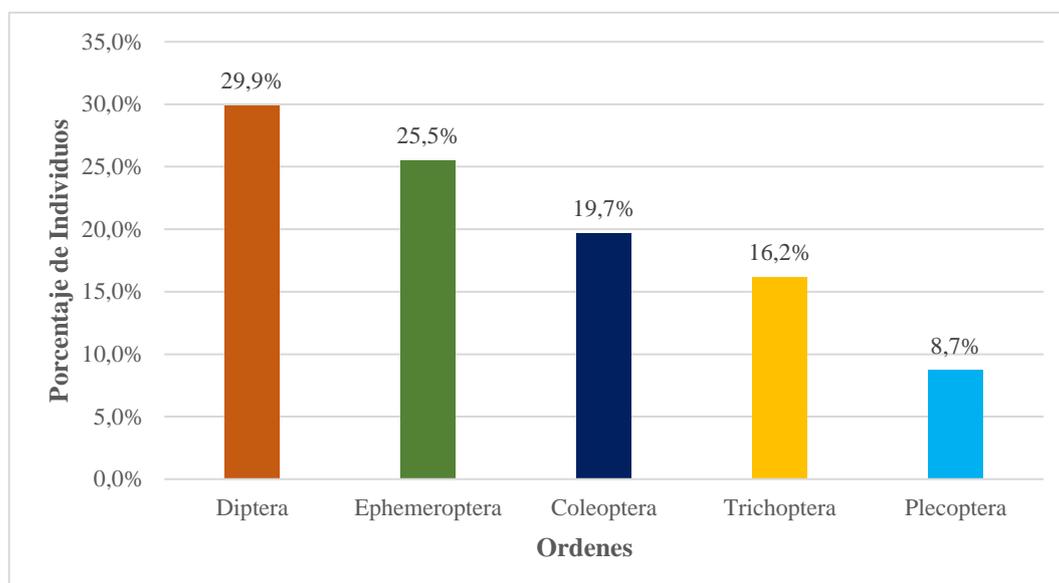


Figura 16. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona baja en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias identificadas en el sitio de estudio son 17, y se presentan en la Figura 17, clasificadas de mayor a menor abundancia. La familia Leptophlebiidae con 139 individuos, seguida de la familia Limoniidae con 127 individuos, Hydropsychidae con 88 individuos, y la familia Perlidae con 70 macroinvertebrados recolectados. Esta abundancia es muy distinta a la observada en las familias Helicopsychidae y Ecnomidae con menos de 9 individuos.

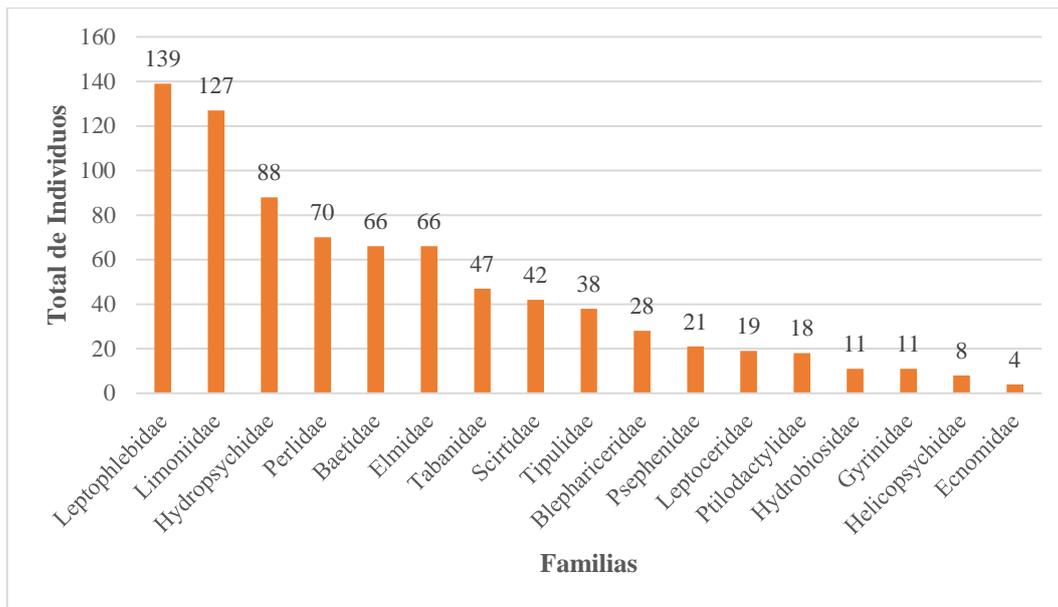


Figura 17. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona baja en la microcuena Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 18 se exhiben los géneros encontrados en la zona de estudio, clasificados desde el más abundante hasta el menos, siendo *Thraulodes* el género que prevaleció con 101 individuos, seguido del género *Hexatoma* con 77 individuos, y el género *Anacroneuria* con 70 macroinvertebrados recolectados. Se puede inferir que los géneros que no exceden los 3 individuos pertenecen a las familias previamente expuestas.

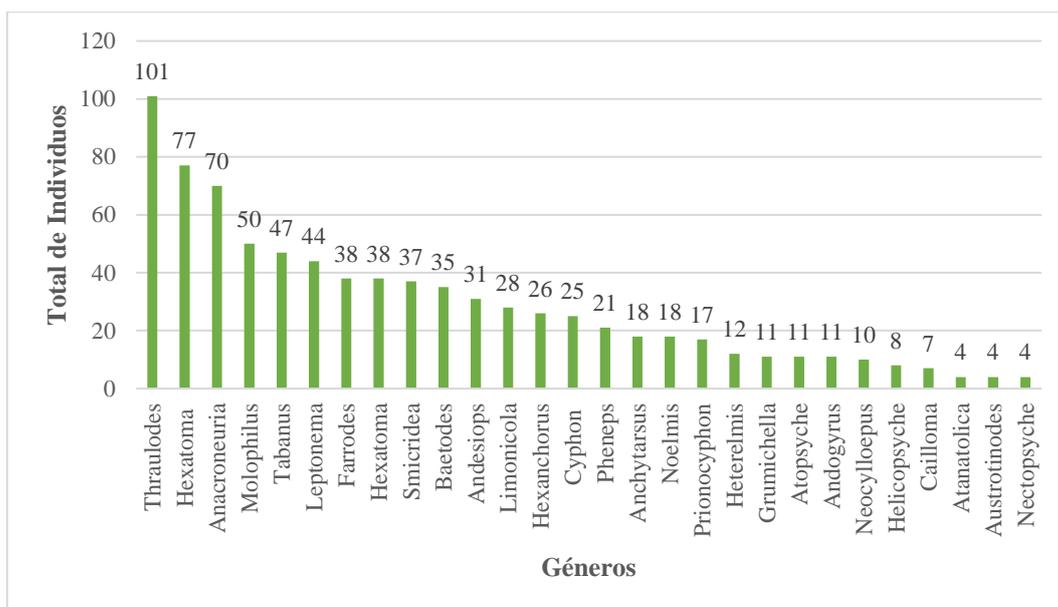


Figura 18. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona baja en la microcuena Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

6.2.2.2. Abundancia en la zona media.

En la zona media del área investigada se procedió a la recolección de 10 muestras, registrando un total de 1,009 individuos de macroinvertebrados pertenecientes a 2 filos (Arthropoda y Platyhelminthes), 2 clases (Insecta y Turbellaria), 7 órdenes, 18 familias y 24 géneros.

El orden Coleoptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 314 individuos, representando el 31,1% del total de los individuos recolectados. Posteriormente, se encuentra el orden Trichoptera con 274 individuos (27,2%), seguido por Diptera con 164 individuos con un porcentaje de 16,3% (Figura 19).

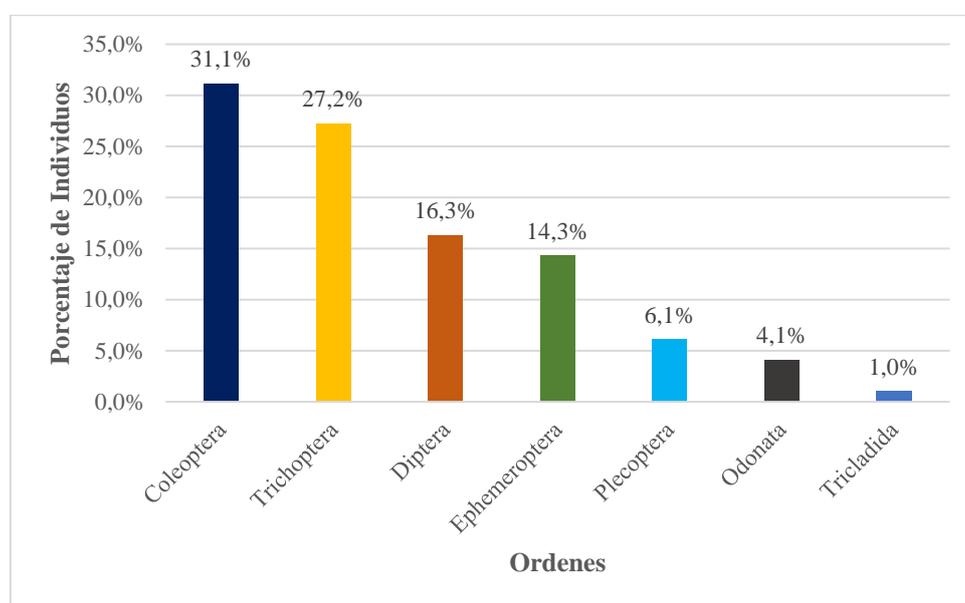


Figura 19. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona media en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias encontradas en el sitio de estudio son 19 y se muestran en la Figura 20, ordenadas de mayor a menor abundancia, siendo la más abundante la familia Elmidae con 157 individuos, seguido de Helicopsychidae con 120 individuos y Psephenidae con 109 macroinvertebrados recolectados, abundancia muy diferente a la observada en las familias Anomalopsiche y Chironomidae de las que se colectó menos de 6 individuos.

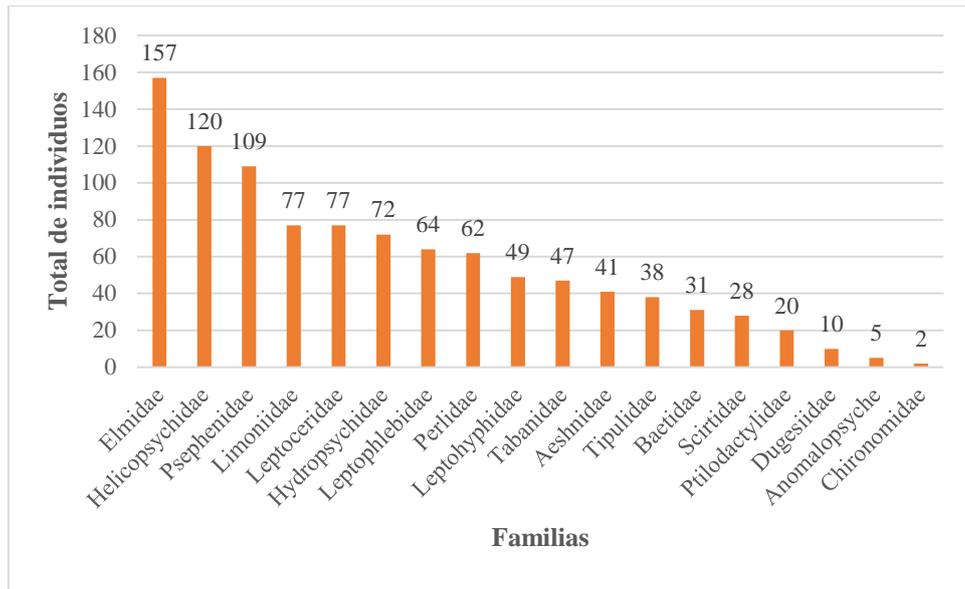


Figura 20. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona media en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 21 se muestran los géneros encontrados en la zona de estudio ordenados del más abundante a la menos, siendo *Helicopsyche* el género que predominó con 120 individuos, seguido del género *Thraulodes* con 120 individuos y el género *Pheneps* con 109 macroinvertebrados recolectados. Así mismo, se puede indicar que los géneros que tienen menos de 3 individuos pertenecen a las familias antes descritas.

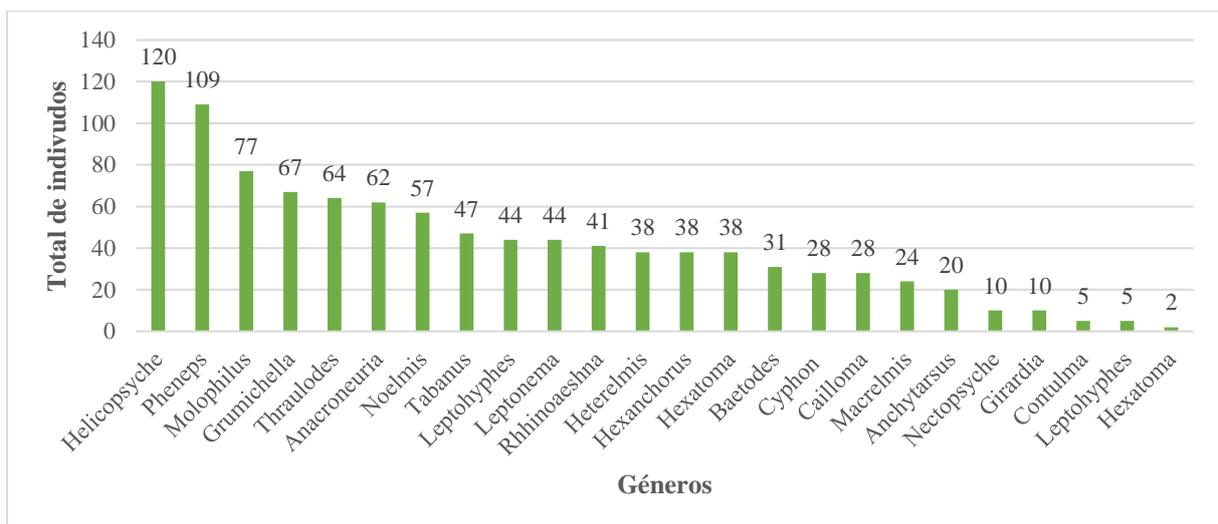


Figura 21. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona media en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

6.2.2.3. Abundancia en la zona alta.

En la zona alta del área estudiada se procedió a la recolección de 10 muestras, donde se hallaron un total de 1232 individuos de macroinvertebrados, perteneciente a 1 filo (Arthropoda), 2 clases (Insecta y Arácnida), 6 órdenes, 18 familias y 26 géneros.

El orden Ephemeroptera lidera la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con una abundancia de 557 individuos, representando el 45,2 % del total de organismos recolectados. Posteriormente, se encuentra el orden Trichoptera, con 373 individuos (30,3%), seguido por Plecoptera, con 157 individuos con un porcentaje de 12,7%, y finalmente Coleoptera, con 128 individuos con un porcentaje de 10,4% (Figura 22)

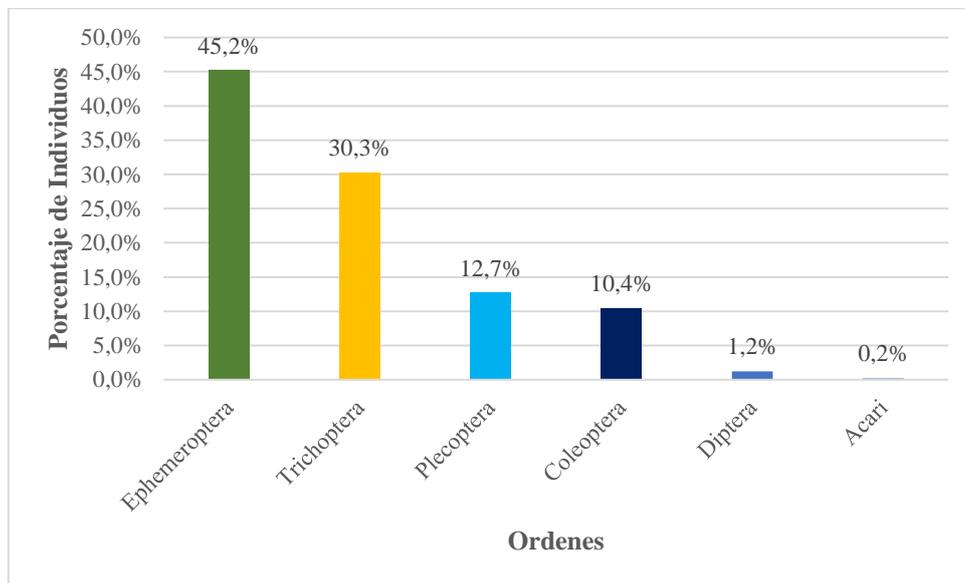


Figura 22. Abundancia relativa de los órdenes del segundo muestreo de la zona alta en la microcuenca Curitroje

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Las familias encontradas en el sitio de estudio son 20 y se muestran en la Figura 23, ordenadas de mayor a menor abundancia, siendo la más abundante la familia Leptophlebiidae con 275 individuos y Baetidae con 247 macroinvertebrados recolectados, abundancia muy diferente a la observada en las familias Ptildactylidae, Tabanidae, Hydracarina y Limoniidae de las que se recolectó menos de 4 individuos.

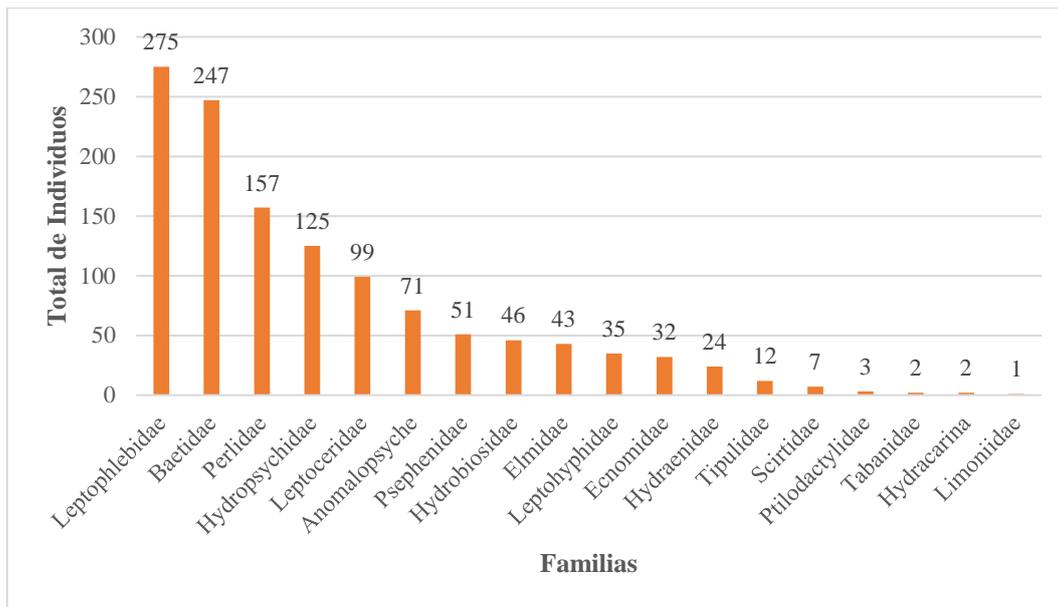


Figura 23. Abundancias ordenadas de mayor a menor de las familias encontradas en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Finalmente, en la Figura 24 se muestran los géneros encontrados en la zona alta de la zona de estudio ordenados del más abundante a la menos, siendo *Anacroneuria* el género que predominó con 157 individuos, seguido del género *Farrodes* con 142 individuos y el género *Andesiops* con 135 macroinvertebrados recolectados. Así mismo, se puede indicar que los géneros que tienen 3 o menos individuos pertenecen a las familias antes descritas.

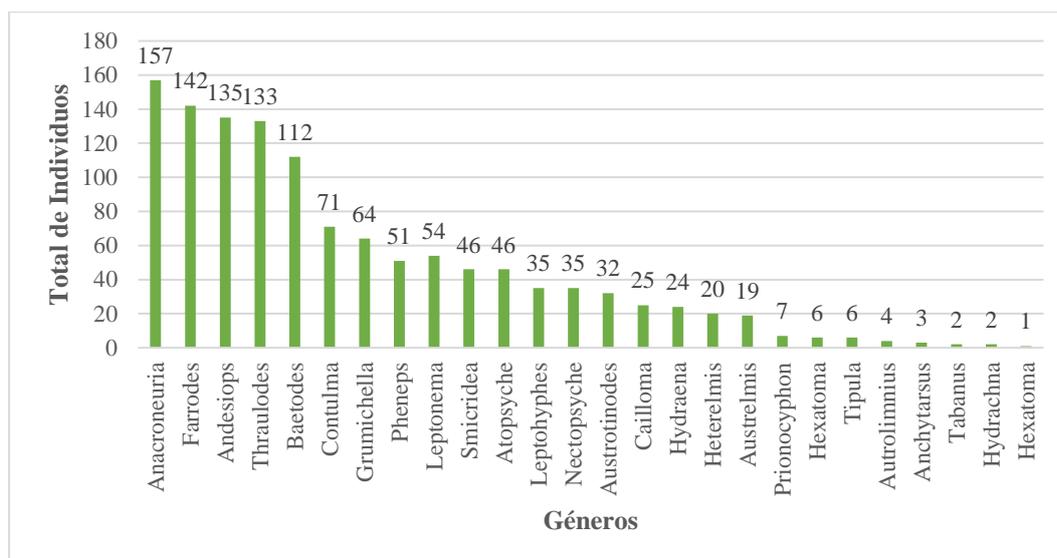


Figura 24. Abundancias ordenadas de mayor a menor de los géneros encontrados en la zona alta en la microcuenca Curitroje en el segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia

6.3. Análisis de la Riqueza de macroinvertebrados acuáticos por muestreos

Los valores de riqueza (Tabla 8) encontrados en el primer muestreo en la zona baja de la microcuenca dió un total de 23 familias y 31 géneros, siendo Leptophlebitidae (225 individuos) la familia más abundante y *Thraulodes* el género que más sobresalió con 187 individuos. En cuanto a la zona media se reconoció un total de 15 familias y 17 géneros predominando la familia Helicopsychidae (120 individuos) y *Helicopsyche* el género más abundante con 120 individuos mientras que en la zona alta se recolectaron 21 familias y 25 géneros, sobresaliendo la familia Perlidae (123 individuos) y finalmente el género *Anacroneuria* con un total de 123 macroinvertebrados recolectados.

En el segundo muestreo los valores de riqueza (Tabla 8) dieron los siguientes resultados un total de 17 familias y 28 géneros en la zona baja, siendo Leptophlebitidae (139 individuos) la familia más abundante y *Thraulodes* el género que más sobresalió con 101 individuos. En la zona media se reconoció un total de 18 familias, siendo Elmidae la más representativa con 157 individuos y *Helicopsyche* (120 individuos) como el género con mayor riqueza mientras que en la zona alta se presentaron el mismo número de familias que en la zona media siendo así la familia más abundante Leptophlebitidae con 275 individuos, finalmente la riqueza de géneros en esta zona fué 26 con el género *Anacroneuria* a la cabeza con 157 individuos.

Tabla 8. Riqueza de Familias y géneros encontrados en cada zona de estudio de la microcuenca Curitroje, con la familia y género más abundante.

Primer muestreo				
Ubicación	Riqueza de Familias	Familia más abundante	Riqueza de Géneros	Género más abundante
Zona Baja	23	Leptophlebitidae	31	<i>Thraulodes</i>
Zona Media	15	Helicopsychidae	17	<i>Helicopsyche</i>
Zona Alta	21	Perlidae	25	<i>Anacroneuria</i>
Segundo muestreo				
Zona Baja	17	Leptophlebitidae	28	<i>Thraulodes</i>
Zona Media	18	Elmidae	24	<i>Helicopsyche</i>
Zona Alta	18	Leptophlebitidae	26	<i>Anacroneuria</i>

Fuente: Elaboración y formulación propia

Para el parámetro de IMEERA B (Tabla 9) el cuál analiza el estado ecológico de Ríos Altoandinos obtenido en el programa CABIRA manifiesta que las tres zonas de la microcuenca tanto es el primer como en el segundo muestreo resultaron > a 96 teniendo como resultado un estado de conservación “muy bueno” tal y como está expuesto en la Tabla 5.

Con respecto al análisis de los Taxa EPT y ABI (Tabla 9) se registró un estado de conservación “muy bueno” debido a su puntuación mayor a >96 (Tabla 6) en la zona baja y alta de la microcuenca, en cambio en la zona media los resultados en estos parámetros disminuyeron, encontrándose con un estado de conservación “bueno” en el primer muestreo, para el segundo muestreo se registró un estado de conservación “muy bueno” en las tres zonas del sitio de estudio.

Tabla 9. Resultados de los índices biológicos IMEERA B, Taxa EPT y ABI de la microcuenca Curitroje

Primer muestreo			
Localidad	IMEERA B	Taxa EPT	ABI
Zona baja	125	8	108
Zona media	112	7	95
Zona alta	118	8	117
Segundo muestreo			
Zona baja	99	7	102
Zona media	112	8	108
Zona alta	113	10	109

La calidad biológica del agua el eje central de esta investigación se trabajó con el Índice ABI el cuál midió la tolerancia a nivel de las familias encontradas en cada zona (Anexo 11 y 12) la sumatoria de estos valores correspondiente a cada familia son los expuestas en la (Tabla 9) coincidiendo con los valores arrojados por el programa CABIRA, estos resultados demuestran que durante el primer muestreo (presencia de lluvia) en la zona baja media y alta sus valores son relativamente muy buenos al igual que el índice QBR demostrando que el estado de conservación de la zona riparia con respecto al ABI se relacionan a pesar de encontrarse la parte baja y media en un gradiente de intervención humana, en el segundo muestreo (ausencia de lluvia) superaron la puntuación ideal de ABI por lo que se mantuvo el

estado de conservación en muy bueno finalmente el QBR se mantuvo en los mismos valores porque este no cambia debido al corto tiempo en el que se desarrolló este estudio.

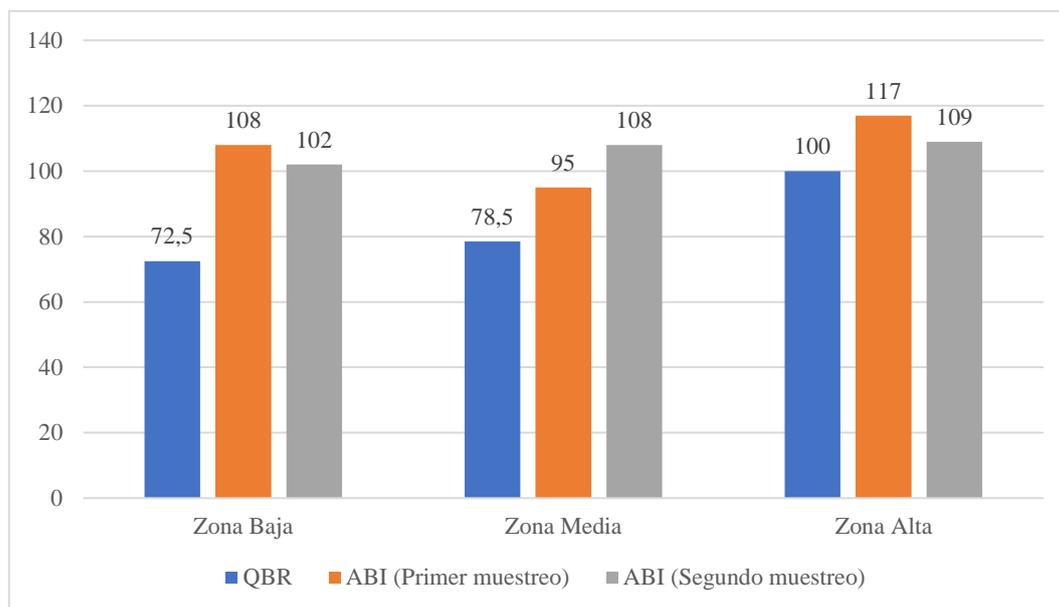


Figura 25. Resultados del Índice de Calidad del Bosque de Ribera QBR) y el índice Biológico Andino (ABI) durante en el primer y segundo muestreo en la microcuenca Curitroje.

Fuente: Elaboración y formulación propia.

En cuanto a tasas tolerantes e intolerantes (Tabla 10) se puede mencionar que en la zona media de la microcuenca existe mayor porcentaje de organismos tolerantes a la perturbación y siete taxas intolerantes a la misma, a diferencia de la zona baja y alta.

Tabla 10. Porcentaje de taxas tolerantes e intolerantes de las zonas de estudio de la microcuenca Curitroje

Primer muestreo		
Gradiente de intervención	Taxa Tolerantes (%)	Taxa Intolerantes (%)
Zona baja	0	7
Zona media	14,29	7
Zona alta	5	6
Segundo muestreo		
Zona baja	0	6
Zona media	5,88	6
Zona alta	0	6

Fuente: Elaboración y formulación propia.

Al realizar el análisis de los grupos tróficos en función de su forma de alimentación, se observó que el grupo trófico de los colectores dominó en dos de las tres zonas de la microcuenca, representando en la zona baja y alta un 50,13% y 35,92% respectivamente, mientras que la zona media el grupo trófico que lideró fue el de depredadores, por otro lado los grupos tróficos menos representados fueron los triturados y los raspadores en las 3 microcuencas con un porcentaje menor a 5,96% (Figura 17).

De acuerdo a su hábitat y locomoción el programa CABIRA considera dos: trepadores y fijadores (Figura 17). Teniendo esto en cuenta esto, los fijadores sobresalieron de entre los 7 grupos tróficos en la zona baja, media y alta con unos porcentajes de 73,02%, 63,71% y el 65,05% de individuos respectivamente durante el primer muestreo.

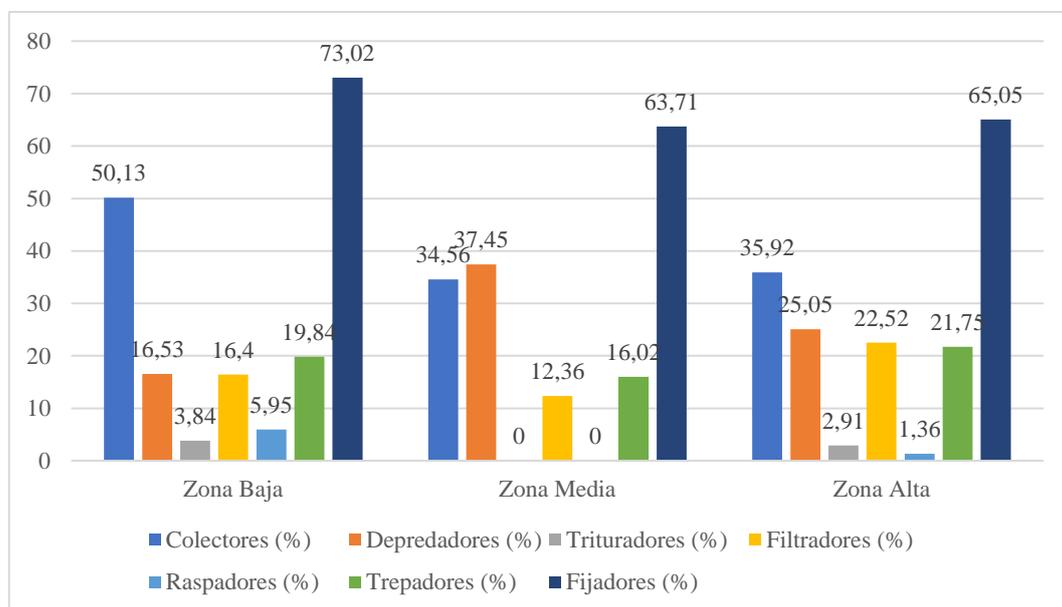


Figura 26. Porcentaje de individuos pertenecientes a cada grupo trófico de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la microcuenca Curitroje durante el primer muestreo.

Fuente: Elaboración y formulación propia.

En el segundo muestreo fueron los fijadores y colectores quiénes obtuvieron los valores más altos en las tres zonas con valores de 73,02%, 63,71% y 65,05% para los fijadores y 36,3%, 37,03% y 58,25% para los colectores.

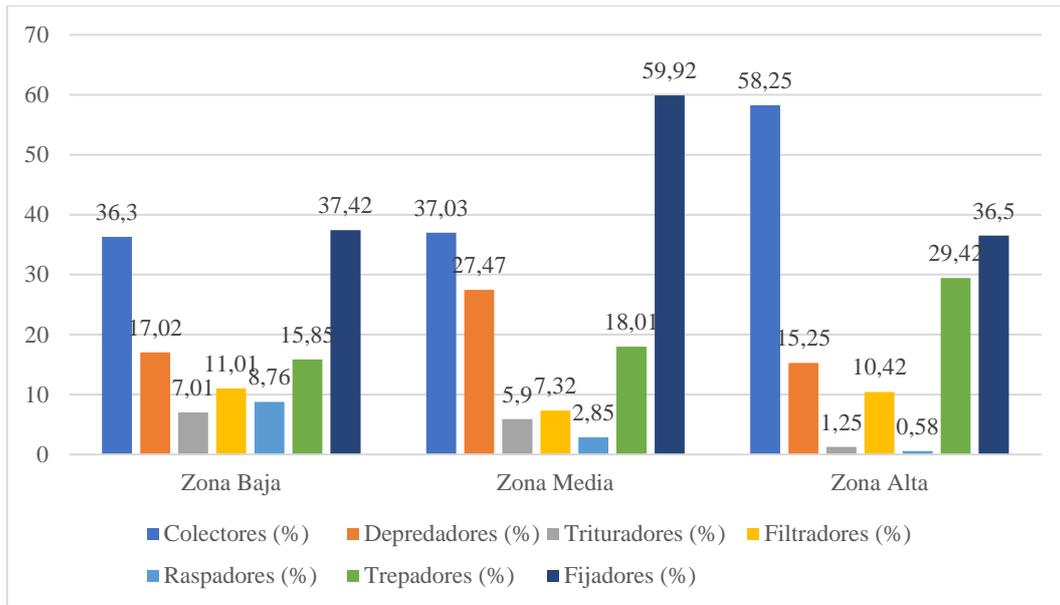


Figura 27. Porcentaje de individuos pertenecientes a cada grupo trófico de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la microcuenca Curitroje durante el segundo muestreo.

Fuente: Elaboración y formulación propia.

6.4. Relación que mantienen los grupos de macroinvertebrados acuáticos con la calidad riparia

Para evaluar las diferencias en cuanto a la variable diversidad de individuos entre las tres zonas estudiadas, se llevó a cabo un análisis de varianza. Para realizar este tipo de análisis es necesario que se cumpla el supuesto de distribución normal de los datos. En este sentido, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los datos de diversidad de Shannon Winer del primer y segundo muestreo (Tabla 11). El test de normalidad determinó que los datos del primer muestreo provienen de una distribución normal y ($p > 0.05$), mientras que para el caso del segundo muestreo, el test de normalidad determinó que los datos no provienen de una distribución normal ($p < 0.05$).

Tabla 11. Prueba de normalidad aplicado a datos del primer y segundo muestreo

Prueba Shapiro-Wilk	
Muestreo	P(same)
1	0,8424
2	0,0082

6.4.1. Prueba Anova de la Variable Diversidad

El valor de P(same) obtenido en la prueba ANOVA para el primer muestreo fué menor a 0.05 lo que afirma que, si hay diferencia significativa entre las medias de la muestra.

Tabla 12. Prueba ANOVA en el índice diversidad

Prueba ANOVA	
Muestreo	P(same)
1	0,0001369

6.4.2. Prueba Kruskal-Wallis de la Variable Diversidad

El valor de P(same) obtenido en la prueba Kruskal – Wallis para el segundo muestreo fue 0,0163, siendo este valor menor a 0,05 por lo que si hay diferencias significativas entre las medianas de la muestra

Tabla 13. Prueba Kruskal – Wallis en el índice diversidad

Prueba Kruskal -Wallis		
Muestreo	$H(chi^2)$	P(same)
2	8,225	0,0163

Adicionalmente, con el fin de identificar qué parámetros presentaban diferencias significativas entre sí, se llevó a cabo un análisis de la prueba de Turkey, respaldado por gráficos de cajas, mediante la utilización del software estadístico Past.

6.4.3. Prueba Tukey de la Variable Diversidad

En el primer muestreo existen diferencias significativas de las medias de la variable diversidad entre la zona baja (grupo a) y la media y alta las cuales pertenecen al mismo grupo (grupo b), mientras que en el segundo muestreo existen diferencias significativas de las medianas entre la zona media (grupo a) y la baja y alta (grupo b) (Tabla 14), además se incluyen Box plots de la diversidad en ambos muestreos (Figura 27).

Tabla 14. Prueba Tukey en función de la diversidad

Prueba Tukey		
Primer muestreo		
Localidad	Diversidad	Grupos
Zona baja	2,36	a

Zona media	1,88	b
Zona alta	2,11	b
Segundo muestreo		
Zona baja	2,78	b
Zona media	2,98	a
Zona alta	2,68	b

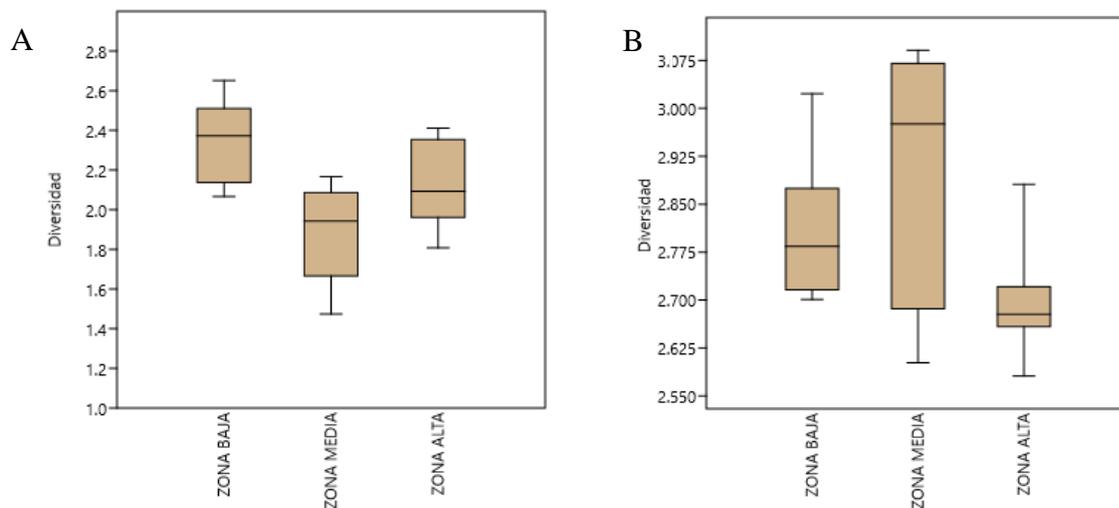


Figura 26. Box Plot de la diversidad los índices ecológicos en las zona baja, media y alta en la microcuenca Curitroje: A) Primer muestreo, B) Segundo muestreo

Fuente: Elaboración y formulación propia

Realizando el análisis respectivo comparativo de los promedios de diversidad aplicados a cada zona a nivel de individuos los cuáles se encuentran en el rango de 1,88 a 2,98 siendo este relativamente medio-alto en cuanto a diversidad de especies (Tabla 14) estos valores contrastan con los obtenidos en el índice QBR (Figura 29) los cuáles son mayores a 70 los que manifiestan que, la calidad del agua está entre aceptable y estado natural por lo que podemos asumir que si existe la relación entre la calidad biológica del agua evaluada en función de la diversidad y la calidad del bosque de ribera, ya que al tener un índice QBR bueno los valores de diversidad también tendrían que ser altos, tal y como fueron en el presente estudio.

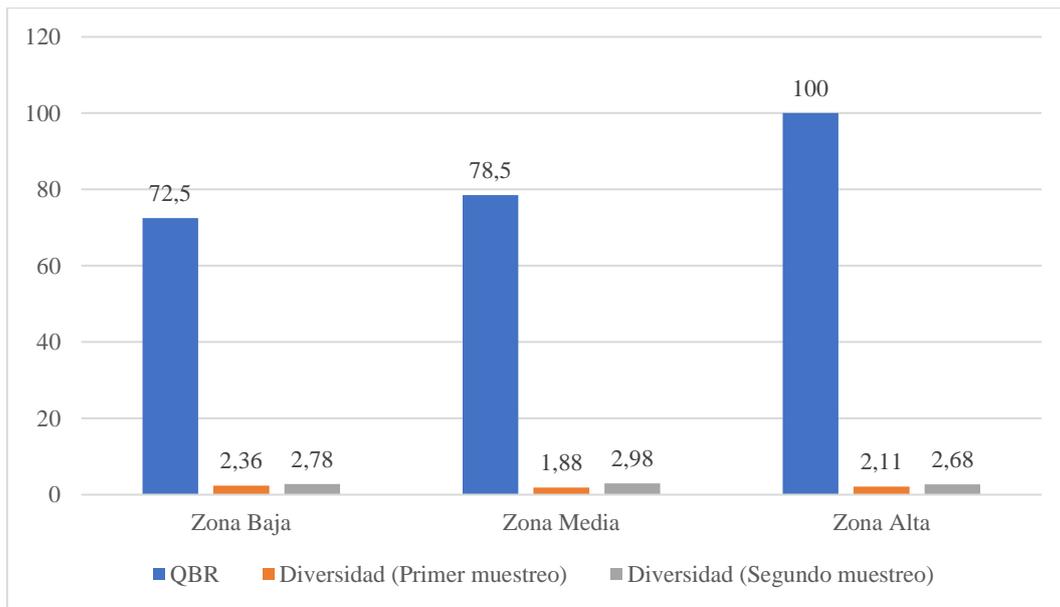


Figura 27. Resultados del Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y la variable diversidad durante en el primer y segundo muestreo en la microcuenca Curitroje.

Fuente: Elaboración y formulación propia

7. Discusión

En esta presente investigación se constató que, si existe relación de la zona riparia y la diversidad de macroinvertebrados ya que en el Índice QBR refleja un estado de conservación aceptable para la zona baja, calidad buena para la zona media y estado natural para la zona alta con diversidades que van entre 1,88 y 2,36 en el primer muestreo mientras que en el segundo muestreo existen diversidades de 2,68 a 2,98 lo que según Magurran, (1998) podría interpretarse como una diversidad media - alta de especies, pese a esto podemos inferir que la calidad biológica del agua es muy buena en la microcuenca Curitroje reflejado en los resultados de ABI y por otras razones que se explicarán a continuación.

Se aplicó el índice QBR, para su cálculo no requiere de personal experto en flora pero si un criterio adecuado para asegurar la integridad ecológica del sistema fluvial a largo plazo (Munné et al., 2003; Suárez et al., 2002). En un estudio realizado por (López et al., 2015) en donde aplicaron el QBR en varias localidades, las zonas que presentaron puntajes bajos fueron los que se encontraban intervenidos antrópicamente, cercanas a cultivos, lo que ocasionó la disminución en la cobertura vegetal y la conectividad del bosque de ribera a causa de la expansión de la frontera agrícola, incrementando la aparición de residuos sólidos y alteraciones al bosque, así como la afección a los cuerpos de agua.

La zona baja en el presente estudio, tiene varios problemas provocados por la presencia de asentamientos humanos y vertidos con elevada carga orgánica domiciliar que afectan el hábitat fluvial dando como resultado una calidad aceptable del índice QBR (Carrasco et al., 2014; Ordóñez, 2011); sin embargo, es la zona con mayor diversidad (2,36) de macroinvertebrados acuáticos en el primer muestreo, para el segundo muestreo se mantuvo la tendencia con puntaje relativamente alto (2,78), asumiendo la facultad de autodepuración del río (BISPO et al., 2002) que se considera en investigaciones como (Jacobsen y Encalada, 1998; Machado y Endara, 2018) los cuales demuestran que en aguas no contaminadas en exceso la diversidad puede ser similar a las otras zonas, y aseguran también que existe una mejor calidad biológica del agua en días de lluvia, cabe mencionar que dentro del cauce del río existe hojarasca la cual es vital para la alimentación de los diferentes grupos de macroinvertebrados encontrados (Herrera et al., 2022). Es importante mencionar que en las 3 zonas se encontraron familias propias de aguas limpias y unas cuantas propias de las zonas bajas las cuáles toleran la carga orgánica.

En la zona media se realizan actividades agropecuarias en fincas privadas, mencionando la notable infraestructura aguas arriba de una fábrica de procesamiento de carnes ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, lo que provoca afectación en la zona riparia reflejando un QBR con calidad buena; por ende, una disminución en la abundancia y diversidad de macroinvertebrados, por lo que asumimos los resultados similares al primer muestreo de Diversidad (1,88) de Bolaños y Alfaro et al., (2017) y Zhang et al. (2018) ya que en estos la problemática es el uso indiscriminado de fertilizantes agrícolas y la presencia de nitratos y nitritos que se vierten (ocasionalmente), presentándose así fosfatos solubles en el agua; caso similar al lugar muestreado ya que se encontró un vertido puntual que descendía hacia el último punto donde se hizo la recolección de macroinvertebrados, en el segundo muestreo la diversidad (2,98) superó las otras dos zonas en donde no se estaba vertiendo ningún líquido aguas arriba por lo que (Herrera et al., 2022; Zhang et al. 2018) manifiestan que la diversidad de macroinvertebrados muestra tendencia creciente conforme se vaya avanzando a lo largo del cuerpo lótico y una tendencia decreciente con el aumento de la contaminación y alteraciones (vertidos) del hábitat acuático.

La zona alta de la microcuenca posee un QBR con continuidad natural y completa superior a las otras dos zonas, se encuentra alejada y en algunos casos inaccesibles (Kutschker et al., 2009); posee una considerable pendiente que junto con las condiciones climáticas (lluvias) disminuirían la abundancia y diversidad (2,11) de macroinvertebrados en el primer muestreo, lo que pudo ser una limitante según estudios similares realizados por (Herrera et al., 2022; Cárdenas et al., 2018), ya que el aumento del caudal acompañado de rápidas y altas cargas de sedimentos arrastrarían los taxones presentes en los sustratos limitando las condiciones respiratorias de la fauna bentónica, para el segundo muestreo esta diversidad (2,68) según (Herrera et al., 2022) en época seca los especímenes se encuentren fijados en las piedras de los alrededores del río dificultando su muestreo con el fin de no ser arrastrados en las corrientes rápidas (rápidos) lo que explicaría este valor de diversidad a pesar de ser considerada como relativamente buena según Magurran, (1998).

Otro parámetro fundamental que se debe mencionar es el índice ABI el cual refleja un estado de conservación muy bueno con puntajes mayores a 100 para la zona baja, media y alta en ambos muestreos debido a la presencia de las familias como Leptophlebiidae, Helicopsychidae y Elmidae, que según (Correa et al., 2010) estas son tolerantes a condiciones de anoxia y a altas concentraciones de materia orgánica, por otro lado (Paredes et al., 2004) afirman que las tres familias anteriormente mencionadas demuestran sensibilidad a

perturbaciones de origen antrópico, mientras que; Perlidae y Leptophlebiidae según (Kay et al., 2001) son tolerantes a concentraciones muy bajas de oxígeno en zonas altas las cuales si bien están relacionadas a ambientes poco contaminados o aguas limpias, se las encontró en la zona baja y alta, tal y como en la investigación de (Paredes et al., 2004), mientras que, la zona media fue la única zona que obtuvo un puntaje total de 95 en el primer muestreo y es calificada como buena, esto se puede deber a que obtuvo un porcentaje de taxas tolerantes (14,29% y 5,88%) significativamente mayor al resto, por lo que asumimos pudo ser por la descarga puntual en esta zona explicada anteriormente, provenientes de alguna finca privada y se afianzó esta teoría con la presencia de la familia Helicopsychidae indicadora y tolerantes de aguas meso-oligotróficas (Roldán, 2003) y finalmente la familia Elmidae escarabajos acuáticos que se caracterizan por su sensibilidad a la contaminación orgánica provenientes de fertilizantes (González et al., 2016). Cabe mencionar que existen de 6 a 7% de taxas intolerantes en las tres zonas en ambos muestreos considerando que dichos especímenes pueden movilizarse y exista la posibilidad de que fuesen muestreados y si estos se acoplan permanecerán en dicha biota.

En cuanto a los Índices IMEERA B y TAXA EPT se refleja un estado de salud biológica muy bueno; obteniendo puntajes superiores a 100 y valores entre 7 y 10 respectivamente que hacen referencia a la presencia de cinco órdenes de reconocida sensibilidad como Plecóptera, Ephemeroptera y Trichoptera (Rabeni & Wald, 2001; Rice et al., 2001), mientras que los más tolerantes a la contaminación son los órdenes Coleoptera y Diptera (Machado y Andara, 2018). Los órdenes como Tricladida, Megaloptera, Hemiptera y Trombidiformes presentes en la zona baja y media, son capaces de tolerar altas concentraciones de carga orgánica y bajas concentraciones de oxígeno finalmente otros ordenes como Odonata, Acari y Arhynchobdellida en la zona alta, demuestran la excelente calidad del recurso hídrico (Muñoz & Prat, 1996; Beavan et al., 2001)

En general la riqueza de familias y géneros no fueron los mismos en las tres zonas, en algunos casos aumentó y en otros disminuyó. En el estudio realizado por Trama et al., (2020) el número de taxas en las familias identificadas disminuyeron en ciertas microcuencas dependiendo si era zona alta, media y baja coincidiendo con la degradación de los índices QBR, mientras que en otras el número de taxa aumentó en la zona media o en la zona baja; obteniendo resultados similares a la microcuenca Curitroje, esto puede ocurrir por los efectos del ambiente, modificaciones de los microhábitats producto de la intervención humana (Herrera et al., 2022), y la tolerancia o intolerancia de los taxones Armitage et al., (1983).

La dominancia de Ephemeropteras en la zona baja del primer muestreo y alta del segundo muestreo en la microcuenca Curitroje podría contradecir que dicho orden es uno de los más sensibles a la contaminación (Roldán, 1989), sin embargo, en el estudio realizado por (Trama et al., 2020) este orden antes mencionado lidera la misma zona baja coincidiendo con los valores encontrados en la microcuenca de estudio, considerando la teoría de que en cierto grado existe la autodepuración de este cuerpo hídrico. Flowers et al. (2010) mencionan que la familia más abundante en esta zona baja: Leptophlebiidae, pueden poseer cierta tolerancia a la temperatura y a la contaminación, pero en niveles elevados estas no sobrevivirían, es por eso que se encuentra también en la parte alta por su estado de conservación muy bueno lo que hace que dichos especímenes puedan adaptarse.

En la zona media y alta del primer muestreo predominó el orden Trichoptera mientras que para el segundo muestreo fue Coleoptera (Trama et al., 2020), así mismo, las familias que presentaron mayor riqueza fueron Helicopsychidae y Elmidae respectivamente, que corresponden a organismos indicadores de aguas meso-oligotróficas (baja concentración de nutrientes), indicativa de un ambiente acuático relativamente saludable y son muy sensibles a los cambios (Roldán, 2003), esto explicaría el estado de conservación como “bueno” en el Índice ABI en la zona media, mientras que en la zona alta la familia que sobresalió fue Perlidae indicadores de aguas claras, limpias y oxigenadas muy sensibles a los cambios. (Tamaris & Cardozo, 2005).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de (Arana et al., 2026), el río Mojarrero (Ecuador) muestra un aceptable estado de salud biológico en el cauce alto y bajo, no así en el cauce medio, cuando las aguas presentan contaminación por descargar puntuales pero abundantes. La causa de la determinación del estado de conservación (aceptable) del ABI en el primer muestreo en esta zona media muy posiblemente se deba al uso de agroquímicos como sustancias fitosanitarias, utilizadas en los cultivos que existen en las laderas de este sector que, por efecto de lluvias, las aguas de escorrentía arrastrarían hasta ese sector del río. En el trayecto río abajo las posibles sustancias tóxicas de los agroquímicos se diluirían, haciendo posible en el cauce bajo la vida de especies poco tolerantes o intolerantes, cuya presencia permite caracterizar las aguas de este sector del río como de muy buena calidad, caso muy similar a la investigación realizada en la microcuenca Curitroje.

Concerniente a los grupos tróficos, los colectores se encuentran en los dos muestreos en mayor porcentaje en las tres zonas durante en sitios abiertos y con abundante cobertura vegetal

y con poca cobertura vegetal (Arroyo y Encalada, 2009), siendo su principal fuente alimenticia la materia orgánica particulada fina (Ayora, 2016) y organismos como el fitoplancton y zooplancton respectivamente (Rivera, 2004). En la zona media el porcentaje de depredadores explican la baja tolerancia que poseen a la contaminación y al déficit de oxígeno (Reynaga et al, 2012; Esparza, 2017), presentes en tramos fluviales afectados por actividades antropogénicas (Grzybkowska, 1993).

De acuerdo a su hábitat y locomoción el programa CABIRA considera dos: trepadores y fijadores, los trepadores están presentes en las tres zonas en ambos muestreos ya que actúan como depredadores, fluctuando de acuerdo a la estabilidad del medio (Molina, 2004), mientras que los fijadores son aquellos macroinvertebrados capaces de adherirse o agarrarse al sustrato, evitando así ser arrastrados por el flujo de la corriente (Grimaldo, 2004) razón por la cual se encuentran en mayor porcentaje (>60%) superando los grupos tróficos anteriormente mencionados.

En la prueba Kruskal-Wallis aplicada a los datos de diversidad del segundo muestreo el valor de $p=0,0163$ demuestra que si hay diferencias significativas entre las medianas de la muestra esto ocurre porque la estructura y composición del macrozoobentos se encuentra estrechamente relacionada con la zona riparia del río, en términos de ingreso de energía la cual determina los cambios en el balance entre la heterotrofia y autotrofia en el continuo longitudinal del río que condiciona la dominancia de diferentes macroinvertebrados (Cumming, 1979). La presencia de materia orgánica favorece la presencia de organismos colectores (Vannote, 1980) resultados similares en la microcuenca Curitroje.

La Prueba ANOVA aplicada a los datos de diversidad del primer muestreo para la variable diversidad ($p=0,0001369$) lo que significa que, si existe diferencias significativas entre las medias, caso similar a la investigación de Trama et al., (2020), la cual asegura que, si existe mayor diversidad de macroinvertebrados con puntuaciones altas, se sugiere su alta calidad biológica y su capacidad de albergar diversa fauna acuática. Por otro lado, la abundante riqueza y diversidad taxonómica presente, principalmente de insectos de los órdenes EPT (Jara, 2002) afianzan esta investigación. Finalmente, en la prueba Tukey en base a la variable diversidad en el primer muestreo demuestra que la zona baja difiere de la media y alta, esto se puede deber según Rivera, (2004) a los fondos pedregosos y vegetación que hacen que la fauna sea aún más diversa y difiera considerablemente de la fauna de otros sustratos y zonas, mientras que en el

segundo muestreo la zona alta difiere de la media y alta ya que los hábitats eran rápidos y corrientes lo que dificulta el muestreo.

Luego de realizar dos campañas de muestreo y al ser un proyecto de carácter descriptivo se esperó que tenga la misma eficiencia como en investigaciones realizadas por (Serna et al., 2020) en la cual se realizan únicamente dos muestreos de macroinvertebrados en dos temporadas en 3 arroyos diferentes en la cuenca baja del río Cauca – Colombia, al igual que en el muestreo realizado por (Aazami et al., 2015) en el río Tajan – Irán.

8. Conclusiones

- Las condiciones del bosque de ribera de acuerdo con el Índice QBR, mostraron que, la zona alta presenta una buena calidad debido al estado de conservación natural del mismo, ya que forma parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, mientras que las zonas media y baja obtuvieron una calificación de buena y aceptable respectivamente asociada a la presión antrópica como asentamientos humanos, actividades agrícolas y específicamente en la zona media la presencia de una fábrica de procesamiento de carnes.
- Los dos muestreos revelaron patrones distintivos en la composición y estructura de las comunidades. Durante el primero se recolectaron un total de 1 831 especímenes y se identificaron 34 familias de macroinvertebrados acuáticos, durante el segundo muestreo un total de 3 044 especímenes y 24 familias, la presencia de las familias Leptophlebiidae, Helicopsychidae, Perlidae y Elmidae, determinan una buena calidad biológica de esta ya que pertenecen a hábitats sanos y de vegetación nativa sin alterar aportando por primera vez con una identificación exhaustiva a la información de la calidad biológica del agua de dicha fuente abastecedora de agua potable.
- El Índice Ecológico IMEERA B expone que en ambos muestreos el estado de conservación es muy bueno en las tres zonas, mientras que en el ABI el estado de conservación es muy bueno en el segundo muestreo, y en el primer muestreo solamente la zona baja y alta el estado de conservación es muy bueno mientras que la zona media es solamente buena, por otro lado los resultados de los grupos tróficos, taxa EPT y grupos funcionales demuestran la adaptabilidad de las comunidades de macroinvertebrados a las condiciones cambiantes del hábitat y condiciones estacionales en temporada lluviosa.
- Se constató que, si existe relación de la zona riparia con la diversidad de macroinvertebrados en las zonas baja, media y alta ya que en el Índice QBR el estado de conservación fue calidad aceptable, buena y estado natural con diversidades que van entre 1,88 y 2,98 siendo este rango relativamente medio-alto en cuanto a diversidad de especies, pese a ser parte del gradiente de intervención humana por lo que inferimos que la calidad biológica del agua es muy buena en la microcuenca Curitroje.

9. Recomendaciones

- La información generada en el presente proyecto representa tan solo una línea base, por lo que se puede requerir estudios adicionales programados con el fin de complementar esta investigación, y así obtener mayor cantidad de taxones para que la misma esté sujeta a diferentes regímenes hidro climatológicos, además puede ser complementada con el uso de parámetros físico-químicos.
- Realizar actividades de educación ambiental o participación con las comunidades localizadas en los alrededores de la Reserva, con el fin de concienciar a la comunidad sobre la importancia del mantenimiento de fuentes hidrográficas, no sólo como un recurso, sino también como un ecosistema.
- Los estudios futuros dependerán de la realidad económica, las necesidades científicas y el deseo de datos para respaldar las actividades de gestión en curso por lo que se sugiere el constante monitoreo por tesisistas para la conservación de esta microcuenca un pequeño hábitat natural de agua dulce para garantizar la persistencia y supervivencia de la biota de agua dulce que abastece de agua potable a las zonas urbanas y rurales y para evaluar el éxito de los esfuerzos de conservación en caso de la realización de actividades de educación ambiental
- Se debe socializar los resultados de la presente investigación con organismos gubernamentales como no gubernamentales tomadores de decisiones para planificar estrategias de conservación de la microcuenca.

10. Bibliografía

- Aazami, J., Esmaili-Sari, A., Abdoli, A. et al. Monitoring and assessment of water health quality in the Tajan River, Iran using physicochemical, fish and macroinvertebrates indices. *J Environ Health Sci Engineer* 13, 29 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40201-015-0186-y>
- Acosta, R., Hampel, H., González, H., Mosquera, P., Sotomayor, G., & Galarza, X. (2014). Protocolo de Evaluación de la Integridad Ecológica de los Ríos de la Región Austral del Ecuador. ETAPA EP, SENAGUA-DGS. Universidad de Cuenca. Programa PROMETEO de la SENESCYT, 65.
- Adamo, S., Calvo, A., Miraglia, M., Natenzon, C. E., Roldán, I., Sabassi, F., ... & Villa, A. (1989). Cuenca hidrográfica. Una exploración sobre el concepto. Seminario-taller sobre uso tradicional de recursos naturales en ecosistemas de montaña.
- Aguirre Núñez, M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista virtual REDESMA*, 5, 9. Disponible en http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199510782011000100003&lng=es&nrm=iso. accedido en 19 feb. 2024.
- Anderson, E. P., Encalada, A. C., Maldonado-Ocampo, J. A., McClain, M. E., Ortega, H., & Wilcox, B. P. (2011). Environmental flows: a concept for addressing effects of river alterations and climate change in the Andes. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*, 326-338. DOI: 10.13140/2.1.3718.4969
- Arana, I. L., Balarezzo, V. H., Eraso, H., Pacheco, F., Ramos, C. E., Muzo, R. G., & Calva, C. J. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University* (ISSN: 1659-4266), 8(1), 69-75.
- Arce, M., y Leiva, M. (2009). Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de línea generales de acción para la recuperación y manejo. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Arif, M., Jie, Z., Wokadala, C., Songlin, Z., Zhongxun, Y., Zhangting, C., Zhi, D., Xinrui, H., & Changxiao, L. (2021). Assessing riparian zone changes under the influence of stress factors in higher-order streams and tributaries: Implications for the management of

- massive dams and reservoirs. *The Science of the total environment*, 776, 146011. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146011>
- ARMITAGE, P.D.; MOSS, D.; WRIGHT, J.F.; FURSE, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res. (USA)*. 17(3):333-347. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(83\)90188-4](https://doi.org/10.1016/0043-1354(83)90188-4).
- Arribas, C., Guarnizo, P., Saldaña, T., & Fernández-Delgado, C. (2002). Intervenciones humanas en el cauce principal del río Guadamar y estado de conservación de su vegetación riparia. In III Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua. Sevilla, España. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Fernandez-Delgado/publication/237673706_INTERVENCIONES_HUMANAS_EN_EL_CAUC_E_PRINCIPAL_DEL_RIO_GUADIAMAR_Y_ESTADO_DE_CONSERVACION_D_E_SU_VEGETACION_RIPARIA/links/5446bee80cf22b3c14e0b1a7/INTERVENCIONES-HUMANAS-EN-EL-CAUCE-PRINCIPAL-DEL-RIO-GUADIAMAR-Y-ESTADO-DE-CONSERVACION-DE-SU-VEGETACION-RIPARIA.pdf
- Arroyo J., C., & Encalada, A. C. (2009). Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 1(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v1i1.4>
- Arroyo Jaramillo, D. (2007). Evaluación de la calidad de agua de las fuentes hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (BPRG) a través de la utilización de macroinvertebrados acuáticos, Pichincha, Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2007). <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/787>
- Arteaga J., Ayala G., Briseño J., Gonzalez J., Granda A., Luzuriaga R., Vasquez C. (2009.). MICROCUENCAS ABASTECEDORAS DE AGUA PARA LA CIUDAD DE LOJA. Retrieved November 25, 2023, from https://www.academia.edu/10910728/MICROCUENCAS_ABASTECEDORAS_DE_AGUA_PARA_LA_CIUADAD_DE_LOJA
- Baquero, F. R. A. N. C. I. S., Sierra, R., Ordóñez, L., Tipán, M., Espinosa, L., Rivera, M. B., & Soria, P. (2004). La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1: 250.000 y del modelamiento

predictivo con especies indicadoras. EcoCiencia/CESLA/Corporación Eco-Par/MAG SIGAGRO/CDC-Jatun Sacha/División Geográfica-IGM. Quito. ISBN:9978-43-999-4

Bartram, J. y Balance, R. (1996). Monitoreo de la calidad del agua: Una guía práctica para el diseño e implementación de estudios y programas de monitoreo de la calidad del agua dulce. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Organización Mundial de la Salud. PNUMA/OMS; ISBN: 0419223207.

Beavan, L., Sadler, J. & Pinder, C. The invertebrate fauna of a physically modified urban river. *Hydrobiologia* 445, 97–108 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1017584105641>

Behmel, S., Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2016). Water quality monitoring strategies - A review and future perspectives. *The Science of the total environment*, 571, 1312–1329. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.235> .

Bispo, P. D. C., Froehlich, C. G., & Oliveira, L. G. (2002). Stonefly (Plecoptera) fauna of streams in a mountainous area of Central Brazil: abiotic factors and nymph density. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19, 325-334. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000500026>

BOLAÑOS-ALFARO, J.; CORDERO-CASTRO, G.; SE-GURA-ARAYA, G. 2017. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnol Marcha (Costa Rica)*. 30(4): 15-27. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>.

Burden, Frank R., Ulrich Foerstner, Ian D. McKelvie, and Alex Guenther, eds. (2002). *Environmental Monitoring Handbook*. 1st ed. New York: McGRAW-HILL. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071351768>
ISBN: 9780071351768

Cabrera, Grisel, Robaina, Nayla, & Ponce de León, D. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(3), 313-330. Recuperado en 19 de enero de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000300007&lng=es&tlng=es ISSN 0864-0394.

Cárdenas-Castro, E., Lugo-Vargas, L., González-Acosta, J. A., y Tenjo-Morales, A. I. (2018). Aplicación del índice biótico de familias de macroinvertebrados para la caracterización

del agua del Río Teusacá, afluente del Río Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 587–597.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1004>

Carrasco S, Huienstein E, et al. 2014. Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana Botanica*. 71(1): 1-9.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432014000100002>

Carrera, C. (2001). *ecociencia*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, de Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores:
<http://www.ecociencia.org/archivos/ManualLosmacroinvertebradosacuaticos-100806.pdf>

Coello, J. y otros, 2014. Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los Ríos Ozogoche, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 16(31), pp. 66-71.

Correa-Araneda, F., Rivera, R., Urrutia, J., De los Ríos, P., Contreras, A., & Encina Montoya, F. (2010). Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile. *Limnetica*, 29(2), 0183-194.
<https://doi.org/10.15381/iigeo.v16i31.11281>

Costa, A. P. T., & Schneck, F. (2022). Diatoms as indicators in running waters: trends of studies on biological assessment and monitoring. *Environmental monitoring and assessment*, 194(10), 695. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10383-3>

Cummins, K. W., & Klug, M. J. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual review of ecology and systematics*, 10(1), 147-172.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.10.110179.001051>

Dominguez-Granda, L., Lock, K., & Goethals, P. L. M. (2011). Using multi-target clustering trees as a tool to predict biological water quality indices based on benthic macroinvertebrates and environmental parameters in the Chaguana watershed (Ecuador). *Ecological Informatics*, 6(5), 303–308.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.05.004>

- Erazo, L. (2015). Influencia de la actividad agrícola y pecuaría en la calidad del agua de dos microcuencas del Río El Ángel, provincia del Carchi. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Universidad de la Américas. Obtenido de: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4540>
- Figueroa, R., Araya, E., Parra, O., & Valdovinos, C. (1999). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012>
- Flowers, R. W., & De la Rosa, C. (2010). Ephemeroptera. *Revista De Biología Tropical*, 58(S4), 63–93. <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i4.20083>
- Galárraga, R. (2001). Estado y gestión de los recursos hídricos en el Ecuador. Departamento de Ciencias del Agua. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Obtenido en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7789/1/CD-4070.pdf>
- Garrido, A. R. T. U. R. O., Cuevas, M. L., Cotler, H. E. L. E. N. A., Iura-González, L. D., & Tharme, R. (2010). El estado de alteración ecohidrológica de los ríos de México. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización, 108-111.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional (NCI). 2020. Diagnóstico y Caracterización de las Áreas de Interés Hídrico que abastecen a los Sistemas de Agua administrados por el Municipio de Loja, Juntas Administradoras de Agua Potable y Otros Ecosistemas prioritarios para la conservación de las Parroquias Urbanas y Urbanos marginales de la Ciudad de Loja, provincia de Loja.
- González, M., y Fajardo, L. (2013). Asociación de Grupos Funcionales de Macroinvertebrados Acuáticos a *Juncus effusus* - *Typha latifolia* y *Eichornia crassipes*- *Limnobium laevigatum*, en el Tercio Alto del Humedal Juan Amarillo, Bogotá - Colombia. *El Astrolabio*, 1(1), 7-22. ISSN: 0120-548X
- González-Córdoba, M., del Carmen Zúñiga, M., Mosquera-Murillo, Z., & Sánchez-Vásquez, S. (2016) CONTRIBUCIÓN DEL 3 ER CONGRESO LATINOAMERICANO DE MACROINVERTEBRADOS DE AGUA DULCE: BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA FUNCIONAL EN EL NEOTRÓPICO RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE ELMIDAE (INSECTA: COLEOPTERA: BYRRHOIDEA) EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ, COLOMBIA RICHNESS AND DISTRIBUTION OF ELMIDAE

(INSECTA: COLEOPTERA: BYRRHOIDEA) IN THE CHOCO DEPARTMENT FROM COLOMBIA. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.1865>

Grover, A., Sharma, P., Sharma, R., & Sinha, R. (2022). Ultrastructural and molecular approach as a tool for taxonomic identification of aquatic macroinvertebrates: A review. *Heliyon*, 8(12), e12236. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12236>

Grzybkowska, M. (1993). Chironomidae con bentosie y dryfie odcinków rzek o różnej rzędowości w Polsce Środkowej. Łódź: Acta Univ. Lodz <http://www.polishnymph.pl/images/pdf/113.pdf>

Guerra, S. (2000). Evaluación de la vegetación riparia, insectos acuáticos y peces, influenciados por las variaciones en la calidad y cantidad de los caudales de la cuenca del río San Juan, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Retrieved from <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020130923/1020130923.PDF>

Hahn vonHessberg, C. M., Toro, D. R., Grajales Quintero, A., Duque Quintero, G. M., y Serna Uribe, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 13(2), 89–105. Recuperado a partir de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5296> ISSN 0123-3068

Hanson, P., Springer, M., y Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 3-37. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442010000800001&script=sci_arttext ISSN 0034-7744

Herrera-Martínez, J. R., Navarro-Sining, B. A., Torres-Cervera, K. P., Martínez-García, N., Royero-Ibarra, A., & Cahuana-Mojica, A. (2022). Determinación de los índices BMWP/COL,(QBR),(IHF) e ICO en Valledupar, Colombia. *Revista politécnica*, 18(35), 110-127. DOI: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a8>

Huertas Cadena, D. (2015). Análisis de la calidad de agua del río Cutuchi con base a variables físico- químicas y macroinvertebrados acuáticos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de: https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UTE_f3c3ab2b7c2841164a49baefe25b3008

- Jacobsen, D., & Encalada, A. (1998). The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. *Archiv fur Hydrobiologie*, 142(1), 53-70. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/142/1998/53>
- Jara, C. (2002). Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Memoria de título entregada a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, para optar al Título Profesional de Biología mención en Medio Ambiente, 30.
- Kay, W. R., Halse, S. A., Scanlon, M. D., & Smith, M. J. (2001). Distribution and environmental tolerances of aquatic macroinvertebrate families in the agricultural zone of southwestern Australia. *Journal of the North American Benthological Society*, 20(2), 182-199. DOI: 10.2307/1468314
- Kolar, C. S., & Rahel, F. J. (1993). Interaction of a biotic factor (predator presence) and an abiotic factor (low oxygen) as an influence on benthic invertebrate communities. *Oecologia*, 95, 210-219. DOI <https://doi.org/10.1007/BF00323492>
- Kutschker, A., Brand, C., y Miserendino, M. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología Austral*, 19(1), 19–34. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-67650700629partnerID=40ymd5=6698187b38aba858c48f23d278192351>. ISSN 1667-782X.
- Ladrera Fernández, R., & Rieradevall Sant, M. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. E-revista de didáctica*. Obtenido de http://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf
- Llerena, C. (2003). Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. Foro Regional sobre sistemas de pago por servicios ambientales. Arequipa, Perú, 16. Obtenido de: <https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/uploads/BR-2003-11-Servicios-ambientales-de-las-cuencas-Spanish-Carlos-A.-Llerena.pdf>
- López-Delgado, E. I., Vásquez-Ramos, J. I., Villa-Navarro, F. I., & Reinoso-Florez, G. I. (2015). *Ciencias-Biológicas Assessing the quality of the riparian forest using a simple*

- and rapid method in two rivers of tropical dry forest (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga*, 10(10), 6–29. ISSN 1909-484
- Luna, N. (2016). Descomposición de materia orgánica en ríos andinos: efectos del cambio de usos de suelo y de la calidad de la hojarasca. Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14589>
- Macas, G. (2017). Indicadores de uso sustentable del agua en la ciudad de Loja, 2015. Obtenido de: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/16692>
- Machado, Verónica, Granda, Roberto, & Endara, Alexandra. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. *Enfoque UTE*, 9(4), 154-167. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.369>
- Magdaleno, F. (2013). Las riveras fluviales. Obtenido de Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/256993717_Las_riberas_fluviales
- Magurran, A. 1998: La diversidad ecológica y su medición. *Vedra*: 200 pp
- Martínez - Sanz, C., Puente, S., Rebolledo, E., & Jiménez, P. (2014). Macroinvertebrate Richness Importance in Coastal Tropical Streams of Esmeraldas (Ecuador) and Its Use an Implications in Environmental Management Procedures. *International Journal of Ecology*(2014), 11. doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/253134>
- Mathooko, & et al. (2005). Entomofauna lótica bioindicadora de la calidad del agua. Medellín Antioquia. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/2177/2/43615961.2009_2.pdf.
- Maza, C. (2009). Clasificación y análisis de la cobertura vegetal sobre la subcuenca Zamora Huayco-Canton Loja. Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/2218>
- Meza, A. M., Días, L., y Walteros, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2), 443–456. <http://doi.org/10.15446/caldasia>
- Mogane, L. K., Masebe, T., Msagati, T. A. M., & Ncube, E. (2023). A comprehensive review of water quality indices for lotic and lentic ecosystems. *Environmental monitoring and assessment*, 195(8), 926. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11512-2>

- Morocho, F., Santín, J., Ruiz, L., Alvarado-Jaramillo, V., & Rengel, E. (2018). Evaluación de la calidad de las riberas en cuencas prioritarias del cantón Loja, provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(2). Recuperado a partir de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/502>
- Munné, A., Prat, N., Solá, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(2), 147–163. <http://doi.org/10.1002/aqc.529>
- Munné, A.; Prat, N.; Solá, C.; Bonada, N. & Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147–163 <https://doi.org/10.1002/aqc.529>
- Muñoz, I. & N. Prat. 1996. Effects of water abstraction and pollution on macroinvertebrate community in mediterranean river. *Limnética* 12 (1): 9-16. Obtenido de: <https://www.limnetica.net/documentos/limnetica/limnetica-12-1-p-9.pdf>
- MV y Macholo, TC (2018). Calidad del agua Estudio de modelización para el río Umhlangane, Sudáfrica. *Revista India de Ciencia y Tecnología*, 11(23), 1–7. <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i23/125653>
- Ordóñez Arízaga MV. 2011. Influencia del uso del suelo y la cobertura vegetal natural en la integridad ecológica de los ríos altoandinos al noreste del Ecuador. Tesis de Licenciatura. Quito: USFQ. Obtenido de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/552>
- Osejos Merino, M. A., Merino Conforme, M. C., Merino Conforme, M. V., & Solis Barzola, J. L. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador. *RECIMUNDO*, 4(4), 454–467. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.454-467](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467)
- Paredes, C., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. *Revista Peruana De Entomología*, 44(1), 107–118. Recuperado a partir de <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/189>

- Pinto, I., Rodrigues, S., Lage, O. M., & Antunes, S. C. (2021). Assessment of water quality in Agueira reservoir: Ecotoxicological tools in addition to the Water Framework Directive. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111583. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111583>
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., y Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. *Revista Actual Biológica*, 20, 631-654 ISBN 978-950-668-015-2
- Prieto, C. (2009). “Áreas susceptibles a riesgo de erosión y con mayor capacidad de almacenamiento de agua en la subcuenca Malacatos - cantón Loja” https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2288/3/UTPL_Prieto_Merino_Cristhian_Fabi%C3%A1n_1004750.pdf
- QGIS.org, %Y. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Quiroz Fernández, Luis Santiago, Izquierdo Kulich, Elena, & Menéndez Gutiérrez, Carlos. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51. Recuperado en 20 de diciembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300004&lng=es&tlng=es.
- Rabeni, C. F., & Wang, N. (2001). Bioassessment of streams using macroinvertebrates: are the chironomidae necessary?. *Environmental monitoring and assessment*, 71(2), 177–185. <https://doi.org/10.1023/a:1017523115381>
- Ramírez, (2010). Métodos de recolección. Capítulo 2 *Rev. biol. trop* vol.58 suppl.4 San José Dec. 2010 Versión en línea ISSN 0034-7744
- Ramírez, Alonso, & Gutiérrez-Fonseca, Pablo E.. (2014). Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina: avances recientes y direcciones futuras. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 9-20. Retrieved February 20, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000600001&lng=en&tlng=es.
- Reyes, V. (2016). Influencia del uso del suelo y la calidad de hojarasca en la composición, organización estructural y funcional de la comunidad de macroinvertebrados 57

- asociados a la descomposición de materia orgánica. Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de: <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/16043>
- Reynaga, M. C., y Dos Santos, D. A. (2012). Rasgos biológicos de macroinvertebrados de ríos subtropicales: Patrones de variación a lo largo de gradientes ambientales espaciotemporales. *Ecología Austral*, 22(2), 112–120. Retrieved from <http://www.scielo.org.ar/pdf/eoaus/v22n2/v22n2a04.pdf>
- Rice, S. P., M. T. Greenwood & C. B. Joyce. 2001. Tributaries sediment sources, and the longitudinal organisation of macroinvertebrate fauna along river systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 824-840. DOI: 10.1139/cjfas-58-4-824
- Rico-Sánchez, Axel Eduardo, Rodríguez-Romero, Alexis Joseph, López-López, Eugenia, & Sedeño-Díaz, Jacinto Elías. (2014). Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México). *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 81-96. Retrieved February 20, 2024, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000600006&lng=en&tlng=es.
- Ríos-Pulgarín, MI, Mesa, LM, Longo, M., & Roldán-Pérez, G. (2022). Los ríos. En G. Roldán-Pérez & JJ Ramírez-Restrepo (Eds.), *Fundamentos de Limnología Neotropical* (págs. 129-167). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. DOI: <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.52093>
- Rivera-Abreu, R. (2004). Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los Andes venezolanos (Doctoral dissertation, Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela).
- Rodríguez Badillo, L., Ríos Guayasamín, P., Espinosa Chico, M., Cedeño Loja, P., & Jiménez Ortiz, G. (2016). Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana. *Hidrobiológica*, 26(3), 497-507.
- Roldán Pérez, G. (2013). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia. Obtenido de: https://primo.utb.edu.co/discovery/fulldisplay?vid=57UTB_INST:57UTB_INST&docid=alma990000157440205731&lang=es&context=SP ISBN : 958-655-081-8

- Roldán, G. (1989). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FEN. Colombia-Colciencias. Colombia: Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis".
- S. Birk, W. Bonne, A. Borja, S. Brucet, A. Courrat, S. Poikane, A. Solimini, W.V. van de Bund, N. Zampoukas, D. Hering. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the water framework directive. *Ecol. Indic.*, 18 (2012), pp. 31-41 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.009>
- S. Poikane, S. Birk, J. Böhmer, L. Carvalho, C. de Hoyos, H. Gassner, et al. A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration *Ecol. Indic.*, 52 (2015), pp. 533-544 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.005>
- Samaniego, J. (2021). Análisis multitemporal de cobertura y dinámica geomorfológica de la microcuenca Shucos, del cantón Loja. Retrieved May 21, 2023, from https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5347/MAS_ICIH_2101.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Serna López, J. P., Fernández Mc Cann, D. S., Vélez Macías, F. J., & Aguirre Ramírez, N. J. (2020). An image processing method for recognition of four aquatic macroinvertebrates genera in freshwater environments in the Andean region of Colombia. *Environmental monitoring and assessment*, 192(10), 617. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08545-2>
- Shi, Z., Chow, C. W. K., Fabris, R., Liu, J., & Jin, B. (2022). Applications of Online UV-Vis Spectrophotometer for Drinking Water Quality Monitoring and Process Control: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(8), 2987. <https://doi.org/10.3390/s22082987>
- Strungaru, S. A., Pohontiu, C. M., Nicoara, M., Teodosiu, C., Baltag, E. S., Jijie, R., Plavan, G., Pacioglu, O., & Faggio, C. (2021). Response of aquatic macroinvertebrates communities to multiple anthropogenic stressors in a lowland tributary river. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2021.103687>
- Suárez, M., Vidal-abarca, M., Sánchez-montoya, M., Alba-tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., ... Luisa, M. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad : el uso del índice QBR . *Asociación Española de Limnología*, 21(3-4), 135–148.

- Sunil, C., Somashekar, R.K. & Nagaraja, B.C. Riparian vegetation dynamics across two different landscapes along the river Cauvery in the Kodagu region of Western Ghats. *J. Mt. Sci.* 9, *Journal of Mountain Science* 351–361 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11629-009-2080-5>
- TamarisTurizo et al., 2., & Cardozo, B. y. (2005). entomofauna lítica bioindicadora de la calidad del agua. Recuperado el 6 de febrero de 2015, de entomofauna lítica bioindicadora de la calidad del agua http://www.bdigital.unal.edu.co/2177/2/43615961.2009_2.pdf
- Torres, Patricia, Cruz, Camilo Hernán, & Patiño, Paola Janeth. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano: Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15, Suppl. 1), 79-94. Retrieved February 20, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242009000300009&lng=en&tlng=es.
- Trama, Andrea, Salcedo Gustavson, Stefany Arely, Demarcy, Laetitia, Erbure Cardozo, Lorena, Jara Palomino, Bryan Alberto, Muñoz Ccuro, Felipa Elvira, Rios Alvarado, Josué Renato, & Rizo Patrón Viale, Federico L.S. (2020). Índices de calidad de habitat y macroinvertebrados en siete Cuencas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén y su Zona de Amortiguamiento: conservación y manejo del bosque ribereño en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 149-168. <https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v27i2.16730>
- Van Wambeke, J. (2019). La Microcuenca Hidrográfica como ámbito de planificación del uso y manejo de los recursos naturales, enfoque Socio-Territorial. Recuperado de FAO http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/recnat/micro.htm.
- Vannote, R., Minshall, G. W., Cummins, K., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *CanJ Fish Aquat Sci* 37: 130–137.. <https://doi.org/10.1139/f80-017>
- Vargas-Ríos, O. (2002). Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especies en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos. *Perez-Arbelaezia*, (13), 73-89. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/260437814_Disturbios_patrones_sucesional

es_y_grupos_funcionales_de_especies_en_la_interpretacion_de_matrices_de_paisaje_ en_los_paramos

- Vidon, P. G., Welsh, M. K., & Hassanzadeh, Y. T. (2019). Twenty Years of Riparian Zone Research (1997-2017): Where to Next?. *Journal of environmental quality*, 48(2), 248–260. <https://doi.org/10.2134/jeq2018.01.0009>
- Villamarín C., Prat N. & Rieradevall M. (2013) Aplicación CABIRA (Calidad Biológica de los Ríos Altoandinos). España. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/2445/36431>
- Welch, E. B., & Naczki, F. (1992). *Ecological effects of waste water: Applied limnology and pollutant effects*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9780203038499>
- Wilches-Álvarez, Winston, Botero-Á, Manuel Fernando, & Cortés-P., Francisco. (2013). MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A *Guzmania mitis* L.B. Sm. (Bromeliaceae) EN DOS FRAGMENTOS DE ROBLEDAL. *Colombia Forestal*, 16(1), 5-20. Retrieved February 20, 2024, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100001&lng=en&tlng=.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100001&lng=en&tlng=)
- ZHANG, M.; MUÑOZ-MAS, R.; MARTÍNEZ-CAPEL, F.; QU, X.; ZHANG, H.; PENG, W.; LIU, X. 2018. Determining the macroinvertebrate community indicators and relevant environmental predictors of the Hun-Tai River Basin (Northeast China): A study based on community patterning. *Sci. Total Environ* (Holanda). 634:749-759. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.021>.

11. Anexos

Anexo 1. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)

1. Grado de cubierta de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	Orilla Izq	Orilla Der
> 80 % de la cubierta vegetal de la zona de ribera	12.5	12.5
50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	5
10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	2.5	2.5
< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	0
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	5	5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50%	2.5	2.5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25 - 50%	-2.5	-2.5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es < 25%	-5	-5
SUBTOTAL		
TOTAL (Sumar ambas orillas)		
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Recubrimiento de árboles es > 75 %	12.5	12.5
Recubrimiento de árboles es entre 50 - 75 %	5	5
Recubrimiento de árboles es < 50 %	2.5	2.5
Sin árboles, arbustos por debajo del 10 % o sólo vegetación herbácea	0	0
Gradiente de estratificación evidente y conectado.	5	5
Concentración de arbustos es > 50 %	5	5
Concentración de arbustos es entre 25 - 50 %	2.5	2.5
Concentración de arbustos es < 25 %	1	1
Presencia de epifitas (p. ej. Bromelias)	2.5	2.5
Árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad	-2.5	-2.5
Existe una distribución regular (linealidad) en los árboles	-5	-5
SUBTOTAL		
TOTAL (Sumar ambas orillas)		
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	12.5	12.5
Como máximo un 25 % de la cobertura es de árboles introducidos (Pinus, Eucalyptus y Salix)	5	5
26 - 50 % de los árboles de ribera son especies introducidas	2.5	2.5
Más del 51 % de los árboles de la ribera son especies introducidas	0	0
Presencia de cultivos, pastizales o actividad ganadera	-5	-5
Presencia de construcciones (p. ej. casas, industrias)	-5	-5
Presencia de senderos o caminos	-2.5	-2.5
Presencia de vías asfaltadas	-5	-5
Presencia de otras actividades que modifiquen las riberas (p.ej. dragados, minería informal)	-5	-5
SUBTOTAL		

TOTAL (Sumar ambas orillas)	
4. Grado de naturalidad del canal fluvial	
El canal del río no ha sido modificado	25
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5
Presencia de alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río	-15
Presencia de alguna estructura sólida dentro del lecho del río (p. ej. columnas de puentes)	-10
Presencia de pequeños vertidos	-5
Presencia de grandes vertidos	-15
Presencia de pequeñas derivaciones del flujo normal del agua	-5
Presencia de grandes derivaciones del flujo normal del agua	-15
Presencia de basuras de forma puntual pero abundantes	-5
Presencia de un basurero permanente en el tramo estudiado	-10
Presencia de lavanderías informales de ropa	-5
TOTAL	
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones de cada apartado)	

Anexo 2. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona baja de la microcuenca Curitroje

1. Grado de cubierta de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	Orilla Izq	Orilla Der
50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	0
10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	2.5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50%	2.5	0
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25 - 50%	0	-2.5
SUBTOTAL	7.5	0
TOTAL (Sumar ambas orillas)	7.5	
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Recubrimiento de árboles es entre 50 - 75 %	5	0
Recubrimiento de árboles es < 50 %	0	2.5
Gradiente de estratificación evidente y conectado.	5	5
Concentración de arbustos es > 50 %	5	5
SUBTOTAL	15	12.5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	27.5	
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	12.5	12.5
Presencia de senderos o caminos	0	-2.5
Presencia de otras actividades que modifiquen las riberas (p.ej. dragados, minería informal)	0	-5
SUBTOTAL	12.5	10

TOTAL (Sumar ambas orillas)	22.5
4. Grado de naturalidad del canal fluvial	
El canal del río no ha sido modificado	25
Presencia de pequeños vertidos	-5
Presencia de basuras de forma puntual pero abundantes	-5
TOTAL	15
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones de cada apartado)	
	72.50

Anexo 3. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona media de la microcuenca Curitroje

1. Grado de cubierta de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	Orilla Izq	Orilla Der
> 80 % de la cubierta vegetal de la zona de ribera	12.5	0
50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	5	0
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50%	0	2.5
SUBTOTAL	17.5	7.5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	25	
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Recubrimiento de árboles es > 75 %	12.5	0
Recubrimiento de árboles es entre 50 - 75 %	0	5
Gradiente de estratificación evidente y conectado.	5	5
Concentración de arbustos es entre 25 - 50 %	0	2.5
Concentración de arbustos es < 25 %	1	1
SUBTOTAL	18.5	13.5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	32	
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	12.5	12.5
Presencia de cultivos, pastizales o actividad ganadera	-5	-5
Presencia de senderos o caminos	0	-2.5
SUBTOTAL	7.5	5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	12.5	
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha sido modificado	25	
Presencia de alguna estructura sólida dentro del lecho del río (p. ej. columnas de puentes)	-10	
Presencia de pequeños vertidos	-5	
TOTAL	10	
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones de cada apartado)		
	79.5	

Anexo 4. Cálculo del Índice de Calidad de Bosque de Ribera de la zona alta de la microcuenca Curitroje

1. Grado de cubierta de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	Orilla Izq	Orilla Der
> 80 % de la cubierta vegetal de la zona de ribera	12.5	0
50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	5
La conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50%	2.5	2.5
SUBTOTAL	15	7.5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	22.5	
2. Estructura de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Recubrimiento de árboles es > 75 %	12.5	0
Recubrimiento de árboles es entre 50 - 75 %	0	5
Gradiente de estratificación evidente y conectado.	5	0
Concentración de arbustos es > 50 %	0	5
SUBTOTAL	17.5	10
TOTAL (Sumar ambas orillas)	27.5	
3. Calidad de la cubierta de la zona de ribera	Orilla Izq	Orilla Der
Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	12.5	12.5
SUBTOTAL	12.5	12.5
TOTAL (Sumar ambas orillas)	25	
4. Grado de naturalidad del canal fluvial		
El canal del río no ha sido modificado		25
TOTAL		25
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones de cada apartado)		100

Anexo 5. Aplicación del índice QBR en cada una de las zonas de la microcuenca de estudio.

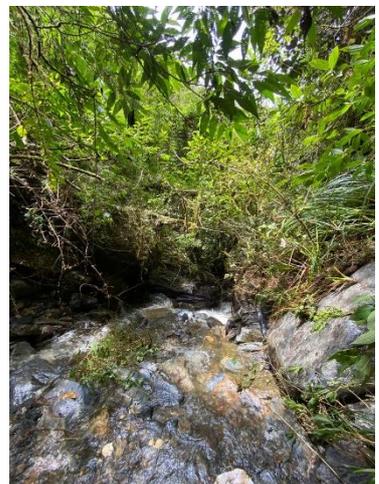
Zona baja



Zona media



Zona alta

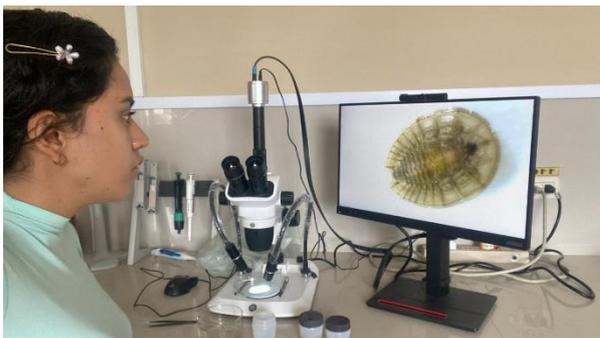


Anexo 6. Colecta e identificación de macroinvertebrados acuáticos

Colecta



Identificación



Anexo 7. Autorización otorgada por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) para la recolección de especímenes de la Diversidad Biológica No. 368



Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 368

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2023-0368

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2024-01-13	2024-07-13

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1103570501	GARCIA MATAILO SANTIAGO RAFAEL	Ecuatoriana	7288R-14-12371	8 años	Arachnida;Bivalvia;Copepoda;Gastropoda;Insecta;Os
1106087875	LOAIZA REYES CAMILA FERNANDA	Ecuatoriana	No aplica	1 año en prácticas	Arachnida;Bivalvia;Copepoda;Gastropoda;Insecta

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona

riparia y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje cantón Loja.

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Evaluar la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua, medida a través del uso de macroinvertebrados acuáticos, en un gradiente de intervención humana de la microcuenca Curitroje, abastecedora de agua para la ciudad de Loja.

- Explorar las relaciones entre la calidad biológica del agua, evaluada en función de la diversidad de macroinvertebrados, y el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

- Establecer el estado de conservación de la zona riparia a lo largo de un gradiente de intervención humana en la microcuenca Curitroje.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
LOJA	PARQUE NACIONAL PODOCARPUS	CUENCA DEL RIO MALACATOS EN LOJA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Insecta	Diptera	NA	NA	NA	Contenido en agua	90	
Insecta	Coleoptera	NA	NA	NA	Contenido en agua	90	
Insecta	Ephemeroptera	NA	NA	NA	Contenido en agua	90	
Insecta	Hemiptera	NA	NA	NA	Contenido en agua	90	
Insecta	Plecoptera	NA	NA	NA	contenido en agua	90	
Insecta	Odonata	NA	NA	NA	contenido en agua	90	
Insecta	Trichoptera	NA	NA	NA	contenido en agua	90	
Insecta	Orthoptera	NA	NA	NA	contenido en agua	90	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Para la colecta de los macroinvertebrados, se tomaron como referencia las metodologías de Itiguez et al. (2014), Esparza (2017), Capa (2019) y Pullaguari (2019). Para ello, cada franja se dividirá en 8 transectos perpendiculares, separados entre sí por 25 m, y en cada transecto se tomará una muestra, buscando incluir, para cada franja, muestras de diversos hábitats (corrientes, rápidos y pozas). Cada muestra consistirá en colocar un
-----------------------------	--

	recuadro de 50 x 50 cm sobre el sustrato y remover el sustrato y las piedras incluidas en ese recuadro durante un período de 40 segundos, mientras, en sentido contrario a la corriente, se colocará una red del tipo D-net con luz de malla de 500 m para muestreo de patada. La muestra se vuelca sobre una bandeja blanca, se eliminan las hojas y otros sustratos que puedan haber caído y se pasan por tres mallas con diferente luz (500, 335 y 250 m) para lograr que los macroinvertebrados (más livianos) sean removidos y transportados al tamiz de menor tamaño, y el filtrado resultante se pasa a un frasco
FASE DE PRESERVACIÓN:	frasco, previamente etiquetado con el nombre, punto y número de muestreo, con alcohol al 95% para su conservación.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Identificación en estereoscopio
---	---------------------------------

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCIÓN.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Bivalvia	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Arachnida	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Bivalvia	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Material en Laboratorio
Arachnida	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Material en Laboratorio
Copepoda	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Copepoda	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Material en Laboratorio
Gastropoda	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Material en Laboratorio
Gastropoda	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Insecta	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Insecta	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ	Material en

	ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Laboratorio
Ostracoda	MALLA ENTOMOLÓGICA TIPO KICKING-NET ADAPTADA, RECUADRO DE 30X30 CM2, BALDES PLÁSTICOS, VIALES DE VIDRIO, PINZAS ENTOMOLÓGICAS, ALCOHOL 95%	Equipo en Campo
Ostracoda	PARA LA IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS Y ARÁCNIDOS SE UTILIZARÁ ESTEREOSCOPIO, PINZAS, LUPAS, CAJA PETRI, REGLA PLÁSTICA, PINCELES, Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.	Material en Laboratorio

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Ostracoda	Museo de la Universidad Nacional de Loja
Arachnida	Museo de la Universidad Nacional de Loja
Bivalvia	Museo de la Universidad Nacional de Loja
Copepoda	Museo de la Universidad Nacional de Loja
Gastropoda	Museo de la Universidad Nacional de Loja
Insecta	Museo de la Universidad Nacional de Loja

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados permitirán reforzar la teoría expuesta por Nieto et al., (2017) los cuales afirman que las partes altas de la cuenca deberían tener mayor conservación mientras que las partes bajas se presentarían como menos conservadas, y por ende la microcuenca a tratar Curitroje tendría menor biodiversidad de especímenes acuáticos en el área de no conservada estricta, ya que dichas comunidades bénticas están formadas de hecho por una combinación sinérgica de efectos urbanos y tipo de uso de la tierra (Strungaru et al., 2021)

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta04.19.01 Para el 2021, el Ecuador implementa a agenda nacional de investigaciones, con el involucramiento de la academia, sector público, privado, pueblos y nacionalidades.	Conservación de fuente hídrica abastecedora de agua potable para la ciudad de Loja

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **LOAIZA REYES CAMILA FERNANDA**

2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2024/06/28**
4. Valoración técnica del proyecto: **CHOCHO SANCHEZ VICTOR EDUARDO**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **LOAIZA REYES CAMILA FERNANDA**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
CARVAJAL PARRA EDISON XAVIER
2023-12-20

Anexo 8. Métricas calculadas en el programa CABIRA (Calidad Biológica de Ríos Altoandinos) en el primer muestreo

Primer muestreo			
CABIRA	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
IMEERA B	125	112	118
Abundancia	756	518	515
Riqueza (S)	19	14	20
Colectores (% ind.)	50,13	34,56	35,92
Depredadores (% ind.)	16,53	37,45	25,05
Trituradores (% ind.)	3,84	0	2,91
Filtradores (% ind.)	16,4	12,36	22,52
Raspadores (% ind.)	5,95	0	1,36
(*)Trepadores (% ind.)	19,84	16,02	21,75
(*)Fijadores (% ind.)	73,02	63,71	65,05
(*)Taxa Tolerantes (%S)	0	14,29	5
(*)Taxa Intolerante	7	7	6
(*)Taxa EPT	8	7	8
(*)ABI	108	95	117
Divers. Shannon-Wiener (H')	2,36	1,88	2,11
Diversidad de Margalef	2,72	2,08	3,04
Equitatividad (J)	0,77	0,76	0,7
Estado de Conservación	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Color			

Anexo 9. Métricas calculadas en el programa CABIRA (Calidad Biológica de Ríos Altoandinos) en el segundo muestreo

Segundo muestreo			
CABIRA	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
IMEERA B	99	113	112
Abundancia	799	983	1.200,00
Riqueza (S)	16	17	17
Colectores (% ind.)	36,3	37,03	58,25
Depredadores (% ind.)	17,02	27,47	15,25
Trituradores (% ind.)	7,01	5,9	1,25
Filtradores (% ind.)	11,01	7,32	10,42
Raspadores (% ind.)	8,76	2,85	0,58
(*)Trepadores (% ind.)	15,89	18,01	29,42
(*)Fijadores (% ind.)	37,42	59,92	36,5
(*)Taxa Tolerantes (%S)	0	5,88	0
(*)Taxa Intolerante	6	6	6
(*)Taxa EPT	7	8	10

(*)ABI	102	108	109
Divers. Shannon-Wiener (H')	2,78	2,98	2,68
Diversidad de Margalef	2,24	2,32	2,26
Equitatividad (J)	0,9	0,91	0,78
Estado de Conservación	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Color			

Anexo 10. Índices ecológicos aplicados a los datos del primer y segundo muestreo en la zonas baja media y alta de la microcuenca Curitroje

Muestreo	Punto	Localidad	Abundancia	Diversidad Shannon Weaver (H')	Dominancia Simpson (1-D)	Riqueza	Equitatividad Pielou (J')
M1	Punto 1	Zona baja	129	2.139	0,1789	15	0,7898
M1	Punto 2	Zona baja	83	2.367	0,1325	17	0,8353
M1	Punto 3	Zona baja	59	2.623	0,08934	18	0,9074
M1	Punto 4	Zona baja	26	2.378	0,1006	12	0,9569
M1	Punto 5	Zona baja	34	2.132	0,1471	11	0,889
M1	Punto 6	Zona baja	90	2.651	0,08716	19	0,9003
M1	Punto 7	Zona baja	64	2.067	0,1479	10	0,8977
M1	Punto 8	Zona baja	70	2.443	0,1151	17	0,8623
M1	Punto 9	Zona baja	75	2.473	0,1296	21	0,8123
M1	Punto 10	Zona baja	114	2.305	0,1444	19	0,7827
M2	Punto 1	Zona baja	139	2.771	0.9195	24	0.872
M2	Punto 2	Zona baja	94	2.858	0.9314	23	0.9116
M2	Punto 3	Zona baja	64	2.925	0.939	22	0.9464
M2	Punto 4	Zona baja	60	2.713	0.9133	20	0.9057
M2	Punto 5	Zona baja	46	2.721	0.9187	19	0.9242
M2	Punto 6	Zona baja	98	3.023	0.9427	26	0.9277
M2	Punto 7	Zona baja	68	2.717	0.9256	18	0.9399
M2	Punto 8	Zona baja	68	2.797	0.9217	23	0.8919
M2	Punto 9	Zona baja	74	2.855	0.9255	24	0.8983
M2	Punto 10	Zona baja	92	2.701	0.9123	22	0.8738
M1	Punto 1	Zona media	48	1.918	0,1693	9	0,8729
M1	Punto 2	Zona media	38	2.167	0,1233	10	0,9413
M1	Punto 3	Zona media	46	1.986	0,1654	10	0,8627
M1	Punto 4	Zona media	41	1.593	0,2243	6	0,8891
M1	Punto 5	Zona media	66	1.968	0,1575	9	0,8956

M1	Punto 6	Zona media	52	1.474	0,3092	7	0,7574
M1	Punto 7	Zona media	40	2.088	0,1387	10	0,9068
M1	Punto 8	Zona media	68	1,69	0,2167	7	0,8684
M1	Punto 9	Zona media	40	2.085	0,1575	11	0,8697
M1	Punto 10	Zona media	77	1,82	0,1803	8	0,8752
M2	Punto 1	Zona media	180	3.071	0.9485	26	0.9426
M2	Punto 2	Zona media	138	3.091	0.9502	25	0.9602
M2	Punto 3	Zona media	110	3.07	0.9463	26	0.9422
M2	Punto 4	Zona media	115	2.988	0.9446	22	0.9665
M2	Punto 5	Zona media	102	2.963	0.9366	25	0.9204
M2	Punto 6	Zona media	106	2.7	0.901	22	0.8736
M2	Punto 7	Zona media	97	3.049	0.9478	24	0.9594
M2	Punto 8	Zona media	126	2.646	0.9054	21	0.869
M2	Punto 9	Zona media	88	2.94	0.9396	23	0.9378
M2	Punto 10	Zona media	110	2.602	0.9028	21	0.8545
M1	Punto 1	Zona alta	45	2.154	0,1477	13	0,8397
M1	Punto 2	Zona alta	55	1.864	0,2086	11	0,7774
M1	Punto 3	Zona alta	51	2,09	0,1519	12	0,8409
M1	Punto 4	Zona alta	64	2.353	0,1133	14	0,8915
M1	Punto 5	Zona alta	47	2.095	0,1897	13	0,8167
M1	Punto 6	Zona alta	45	2.411	0,118	15	0,8905
M1	Punto 7	Zona alta	60	2.354	0,13	17	0,8307
M1	Punto 8	Zona alta	56	1.807	0,2283	11	0,7536
M1	Punto 9	Zona alta	43	1.994	0,1628	10	0,8662
M1	Punto 10	Zona alta	45	1.993	0,1714	11	0,8311
M2	Punto 1	Zona alta	124	2.672	0.9143	21	0.8775
M2	Punto 2	Zona alta	124	2.684	0.9144	20	0.896
M2	Punto 3	Zona alta	129	2.581	0.907	19	0.8765

M2	Punto 4	Zona alta	159	2.881	0.9345	22	0.932
M2	Punto 5	Zona alta	120	2.721	0.9211	20	0.9082
M2	Punto 6	Zona alta	118	2.71	0.9109	22	0.8767
M2	Punto 7	Zona alta	121	2.663	0.9106	22	0.8614
M2	Punto 8	Zona alta	141	2.672	0.9171	20	0.8921
M2	Punto 9	Zona alta	122	2.721	0.9179	22	0.8804
M2	Punto 10	Zona alta	140	2.645	0.9146	20	0.8829

Anexo 11. Familias del primer muestreo con su respectivo puntaje que refleja su tolerancia ABI en las zonas baja, media y alta.

Primer muestreo								
Localidad	Familia	Puntuación ABI	Localidad	Familia	Puntuación ABI	Localidad	Familia	Puntuación ABI
Zona baja	Leptophlebiae	10	Zona media	Helicopsychidae	10	Zonal alta	Perlidae	10
Zona baja	Hydropsychidae	5	Zona media	Leptophlebiae	10	Zonal alta	Hydropsychidae	5
Zona baja	Perlidae	10	Zona media	Psephenidae	5	Zonal alta	Baetidae	4
Zona baja	Baetidae	4	Zona media	Leptoceridae	8	Zonal alta	Psephenidae	5
Zona baja	Elmidae	5	Zona media	Hydropsychidae	5	Zonal alta	Elmidae	5
Zona baja	Scirtidae	5	Zona media	Perlidae	10	Zonal alta	Leptophlebiae	10
Zona baja	Limoniidae	4	Zona media	Athericidae	2	Zonal alta	Leptoceridae	8
Zona baja	Philopotamidae	8	Zona media	Elmidae	5	Zonal alta	Tipulidae	5
Zona baja	Ptilodactylidae	5	Zona media	Dugesidae	5	Zonal alta	Anomalopsyche	10
Zona baja	Trycorithidae	1	Zona media	Anomalopsyche	10	Zonal alta	Scirtidae	5
Zona baja	Leptoceridae	8	Zona media	Aeshnidae	6	Zonal alta	Ptilodactylidae	5
Zona baja	Psephenidae	5	Zona media	Baetidae	4	Zonal alta	Tabanidae	4
Zona baja	Helicopsychidae	8	Zona media	Chironomidae	2	Zonal alta	Hydracarina	5
Zona baja	Hydrobiosidae	8	Zona media	Leptohiphidae	7	Zonal alta	Limoniidae	4
Zona baja	Dugesidae	5	Zona media	Glossiphonidae	1	Zonal alta	Stratiomyidae	4
Zona baja	Tipulidae	5	Total		95	Zonal alta	Philopotamidae	8

Zona baja	Corydalidae	1	Zonal alta	Ecnomidae	3
Zona baja	Ecnomidae	3	Zonal alta	Hydraenidae	6
Zona baja	Tabanidae	4	Zonal alta	Staphylinidae	3
Zona baja	Corixidae	9	Zonal alta	Corixidae	9
Zona baja	Gyrinidae	3	Zonal alta	Gomphidae	1
Zona baja	Blephariceridae	10	Total		117
Zona baja	Limnesidae	1			
Total		108			

Anexo 12. Familias del segundo muestreo con su respectivo puntaje que refleja su tolerancia ABI en las zonas baja, media y alta.

Segundo muestreo								
Localidad	Familia	Puntuación ABI	Localidad	Familia	Puntuación ABI	Localidad	Familia	Puntuación ABI
Zona baja	Leptophlebiae	10	Zona media	Elmidae	5	Zonal alta	Leptophlebiae	10
Zona baja	Limoniidae	4	Zona media	Helicopsychidae	8	Zonal alta	Baetidae	4
Zona baja	Hydropsychidae	5	Zona media	Psephenidae	5	Zonal alta	Perlidae	10
Zona baja	Perlidae	10	Zona media	Limoniidae	4	Zonal alta	Hydropsychidae	5
Zona baja	Baetidae	4	Zona media	Hydropsychidae	5	Zonal alta	Leptoceridae	8
Zona baja	Elmidae	5	Zona media	Leptoceridae	8	Zonal alta	Anomalopsyche	10
Zona baja	Tabanidae	4	Zona media	Leptophlebiae	10	Zonal alta	Psephenidae	5
Zona baja	Scirtidae	5	Zona media	Perlidae	10	Zonal alta	Hydrobiosidae	8
Zona baja	Tipulidae	5	Zona media	Leptohiphidae	7	Zonal alta	Elmidae	5
Zona baja	Blephariceridae	10	Zona media	Tabanidae	4	Zonal alta	Leptohiphidae	7
Zona baja	Psephenidae	5	Zona media	Aeshnidae	6	Zonal alta	Ecnomidae	3
Zona baja	Leptoceridae	8	Zona media	Tipulidae	5	Zonal alta	Hydraenidae	6
Zona baja	Ptilodactylidae	5	Zona media	Baetidae	4	Zonal alta	Tipulidae	5
Zona baja	Hydrobiosidae	8	Zona media	Scirtidae	5	Zonal alta	Scirtidae	5
Zona baja	Gyrinidae	3	Zona media	Ptilodactylidae	5	Zonal alta	Ptilodactylidae	5

Zona baja	Helicopsychidae	8	Zona media	Dugesiidae	5	Zonal alta	Tabanidae	4
Zona baja	Ecnomidae	3	Zona media	Anomalopsyche	10	Zonal alta	Hydracarina	5
			Zona media	Chironomidae	2	Zonal alta	Limoniidae	4
Total		102	Total		108	Total		109



CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN DEL RESUMEN (ABSTRACT)

Loja, 18 de septiembre de 2024

Yo, Josselyn Nicole Gualán Sarango, Licenciada en Pedagogía del Idioma Inglés, (Registro Senescyt 1008-2024-2841618) a petición de la parte interesada.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al inglés, del resumen de la tesis bajo el nombre: **Estimación de la relación entre el estado de conservación de la zona riparia y la calidad biológica del agua en un gradiente de intervención en la microcuenca Curitroje, cantón Loja.**, de autoría de **Camila Fernanda Loaiza Reyes**, con cédula de identidad: **1106087875**; egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja, previa a la obtención del título de Ingeniera Ambiental.

Particular que certifico en honor a la verdad, autorizando a la interesada hacer uso del presente para los fines académicos pertinentes.



Lic. Josselyn Nicole Gualán Sarango

C.I: 1150214037