



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE
LA CUENCA DEL RÍO CHIMBO BASADA EN LAS
COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS**

Trabajo de titulación

TIPO: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN ECOTURISMO

AUTORA: TIFANY CECIBEL PAREDES ORDÓÑEZ

DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO

Riobamba – Ecuador

2021

2021, Tifany Cecibel Paredes Ordóñez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **TIFANY CECIBEL PAREDES ORDÓÑEZ**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de Septiembre de 2021



Tiffany Cecibel Paredes Ordóñez

C.I. 060398603-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO CHIMBO BASADA EN LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**. Realizado por la señorita: TIFANY CECIBEL PAREDES ORDÓÑEZ, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Henry Herrera PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por HENRI WILLIAM HERRERA MORENO	2021-09-02
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado digitalmente por JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO Fecha: 2021.09.11 12:36:42 -0500	2021-09-02
Ing. Carlos Anibal Cajas Bermeo MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por CARLOS ANIBAL CAJAS BERMEO	2021-09-02

DEDICATORIA

A mi Padre, por indicarme el camino.

A mi Madre, por ser la luz que lo ilumina.

Tifany

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento, está dirigido a quien me ha indicado el camino correcto, a Dios, por ser mi guía y fortaleza para culminar este proceso.

A mis padres, quienes, con su apoyo, dedicación y esfuerzo, han logrado ser mi motivación e inspiración. A mis hermanos Daniela y Jimmy por apoyar cada una de mis decisiones.

Al director del trabajo de titulación, el ing. Juan Carlos Carrasco, por haber brindado su conocimiento y apoyo, además de reconocer su compromiso con esta investigación; así también a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Ecoturismo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser parte del proceso integral de formación, que impulsa el crecimiento profesional y personal.

A mis amigos, por los buenos momentos que hemos compartido, por cada experiencia, porque de ahí, he aprendido a ser mejor persona, amiga e hija, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, Tania Gómez, Katherine Dután, Freddy Ramos, Freddy García y Cristian Vega. Gracias por todo, sin ustedes esta etapa no hubiese sido igual de maravillosa. LO LOGRAMOS.

Tifany

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Problema	4
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4. Hipótesis	6
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	6
1.4.2. <i>Hipótesis alternante</i>	6
1.5. Marco Teórico.....	6
1.5.1. <i>Calidad de ecológica</i>	6
1.5.2. <i>Macroinvertebrados como bioindicadores</i>	7
1.5.3. <i>Índices biológicos</i>	7
1.5.4. <i>Índice de modo de nutrición - IMN</i>	8
1.5.5. <i>Índice BMWP/Col</i>	8
1.5.6. <i>Índice de hábitat fluvial (IHF)</i>	9
1.5.7. <i>Índice de calidad del bosque de ribera - QBR</i>	9
1.5.8. <i>Estrategias para la gestión, conservación y restauración de ecosistemas fluviales</i>	9
CAPÍTULO II	11
2. MARCO METODOLÓGICO	11
CAPITULO III.....	18

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. Inventario de macroinvertebrados recolectados en las estaciones de muestreo	18
3.1.1. <i>Inventario de la estación Guaranda</i>	18
3.1.2. <i>Inventario de la estación Chimbo</i>	19
3.1.3. <i>Inventario de la estación Cumandá</i>	20
3.1.4. <i>Inventario de la estación Cascajal</i>	21
3.1.5. <i>Inventario de la estación la Victoria</i>	22
3.1.6. <i>Inventario general de Macroinvertebrados de la cuenca del Río Chimbo</i>	24
3.1.7. <i>Diversidad biológica de macroinvertebrados existentes en el afluente Chimbo</i>	36
3.1.8 <i>Índice de diversidad beta</i>	39
3.2. Calidad ecológica de la Cuenca del Río Chimbo	40
3.2.1. <i>Índices biológicos</i>	40
3.2.2. <i>Índices ambientales</i>	73
3.2.3. <i>Relación entre variables ambientales y familias de macroinvertebrados</i>	76
3.3. Estrategias de gestión, conservación, y restauración de la cuenca hidrográfica	78
3.3.1. <i>Ubicación Geográfica</i>	78
3.3.2. <i>Límites</i>	78
3.3.3. <i>Características Climáticas</i>	78
3.3.4. <i>Clasificación Ecológica</i>	79
3.3.5. <i>Uso de suelo</i>	79
3.3.6. <i>Diagnóstico basado en los índices bilógicos</i>	80
3.3.7. <i>Valores de conservación</i>	81
3.3.8. <i>Análisis de amenazas y oportunidades del valor de conservación</i>	82
3.3.9. <i>Definición de objetivo, estrategias y resultados según el análisis de amenazas del valor de conservación</i>	85
3.3.10. <i>Definición de objetivo, estrategias y resultados según el análisis del recurso priorizado</i>	86
3.3.11. <i>Matriz de Estrategias de gestión, conservación, de la cuenca hidrográfica</i>	87
CONCLUSIONES	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Rangos de calidad trófica según IMN	14
Tabla 2-2:	Puntajes de familias de macroinvertebrados acuáticos en el índice BMWP/Col...15	
Tabla 3-2:	Categorías del Índice BMWP/Col.....16	
Tabla 4-2:	Rangos de calidad según el índice IHF	16
Tabla 5-2:	Rangos de calidad según el índice QBR	17
Tabla 1-3:	Inventario estación Guaranda.....18	
Tabla 2-3:	Inventario estación Chimbo	19
Tabla 3-3:	Inventario estación Cumandá.....20	
Tabla 4-3:	Inventario estación Cascajal.....21	
Tabla 5-3:	Inventario estación La Victoria	22
Tabla 6-3:	Inventario de familias de macroinvertebrados en la Cuenca del Río Chimbo	25
Tabla 7.3:	Índices de diversidad alfa.....36	
Tabla 8-3:	Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato arena.....36	
Tabla 9-3:	Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato rocas	37
Tabla 10-3:	Ficha de la familia Physidae	41
Tabla 11-3:	Ficha de la familia Hydridae	42
Tabla 12-3:	Ficha de la familia Glossiphoniidae	42
Tabla 13-3:	Ficha de la familia Elmidae	44
Tabla 14-3:	Ficha de la familia Psephenidae	45
Tabla 15-3:	Ficha de la familia Blephariceridae.....46	
Tabla 16-3:	Ficha de la familia Chironomidae	47
Tabla 17-3:	Ficha de la familia Dolichopodidae	48
Tabla 18-3:	Ficha de la familia Muscidae	49
Tabla 19-3:	Ficha de la familia Psychodidae.....50	
Tabla 20-3:	Ficha de la familia Simuliidae.....51	
Tabla 21-3:	Ficha de la familia Tipulidae	52
Tabla 22-3:	Ficha de la familia Baetidae	53
Tabla 23-3:	Ficha de la familia Leptophlebiidae	54
Tabla 24-3:	Ficha de la familia Trycorythidae	55
Tabla 25-3:	Ficha de la familia Naucoridae	56
Tabla 26-3:	Ficha de la familia Corydalidae	57
Tabla 27-3:	Ficha de la familia Glossosomatidae.....58	
Tabla 28-3:	Ficha de la familia Hydrobiosidae	59

Tabla 29-3:	Ficha de la familia Hydropsychidae.....	60
Tabla 30-3:	Ficha de la familia Hydroptilidae.....	61
Tabla 31-3:	Ficha de la familia Leptoceridae.....	62
Tabla 32-3:	Ficha de la familia Lumbricidae.....	63
Tabla 33-3:	Ficha de la familia Tubificidae.....	64
Tabla 34-3:	Ficha de la familia Hyalellidae.....	65
Tabla 35-3:	Ficha de la familia Dugesiidae.....	66
Tabla 36-3:	Modo de Nutrición por familia.....	67
Tabla 37-3:	Clase y Significado del Índice de Modo de Nutrición.....	69
Tabla 38-3:	BMWP/COL aplicado a las estaciones de muestreo y sustrato.....	70
Tabla 39-3:	IHF en las estaciones de muestreo.....	73
Tabla 40-3:	QBR en las estaciones de muestreo.....	74
Tabla 41-3:	Estaciones de muestreo en la Cuenca del Río Chimbo.....	78
Tabla 42-3:	Ecosistemas de la provincia de Bolívar.....	79
Tabla 43-3:	Usos de suelo en la provincia de Bolívar.....	79
Tabla 44-3:	Priorización del recurso agua.....	83
Tabla 45-3:	Estrategias de gestión, conservación, de la cuenca hidrográfica.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Estaciones de muestreo en la Cuenca del Río Chimbo	11
Figura 1-3: Dendrograma de similitud Bray-Curtis.....	39
Figura 2-3: Relación entre variables ambientales y familias de macroinvertebrados	76
Figura 3-3: Amenazas y Oportunidades del Río Chimbo.....	82
Figura 4-3: Problemas del recurso agua.....	84
Figura 5-3: Objetivo, estrategias y resultados esperados según el análisis de amenazas del valor de conservación.	85
Figura 6-3: Objetivo, estrategias y resultados esperados según el análisis del recurso priorizado.	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato arena.....	37
Gráfico 2-3:	Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato rocas	38
Gráfico 3-3:	Índice de Modo de Nutrición por estación de muestreo y sustrato	68
Gráfico 4-3:	BMWP/Col por estación y sustrato	72
Gráfico 5-3:	IHF en las estaciones de muestreo	73
Gráfico 6-3:	QBR en las estaciones de muestreo	75

ANEXOS

ANEXO A: Aplicación del IMN

ANEXO B: Ficha de aplicación del IHF

ANEXO C: Ficha de aplicación del QBR

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad ecológica de la Cuenca del Río Chimbo, basada en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Se elaboró el inventario de macroinvertebrados, la recolección de los individuos se realizó con red tipo D (Surber) y directamente de rocas con la ayuda de pinzas entomológicas, se los identificó en laboratorio con un estereoscopio con resolución 1080, mediante claves dicotómicas y guías de identificación, se determinó las familias presentes. Se realizaron índices de diversidad alfa y beta. Se comprobó la hipótesis mediante un Análisis Canónico de Correlaciones (CCA) entre las variables ambientales y las familias más abundantes de macroinvertebrados. Como resultado se obtuvo un total de 26 familias identificadas, siendo la familia Baetidae la más abundante. La cuenca del Río Chimbo presenta una diversidad media. La relación existente entre las variables ambientales y las familias de macroinvertebrados es significativa. Se concluye que las actividades antrópicas pueden alterar la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Se recomienda ejecutar las estrategias planteadas mediante los resultados de este trabajo, para la gestión, conservación y restauración de la cuenca hidrográfica.

Palabras clave: CUENCA HIDROGRÁFICA, RÍO CHIMBO, CALIDAD DE AGUA, MACROINVERTEBRADOS, ÍNDICES BIOLÓGICOS.

 Firmado digitalmente por LUIS ALBERTO CAMINOS VARGAS
Identificador de reconocimiento (IDN):
e-DC: I-ROBAMBA,
serialNumber=0812786
(DPA, cmi=LUIS ALBERTO CAMINOS VARGAS)
Fecha: 2021.10.14
12:40:44 -05'00'



1896-DBRA-UTP-2021

SUMMARY

The objective of this research was to determine the ecological quality of the Chimbo River basin, it was based on the aquatic macroinvertebrate communities. The inventory of macroinvertebrates was developed, but the collection of the individuals was performed with a net type D (SURBER) and directly from rocks with the help of entomological tweezers, they were identified in a laboratory with a stereoscope with 1080 resolution, through dichotomous keys and guides of identification, the present families were determined. In addition, indexes of alpha and beta diversity were performed. The hypothesis was checked through a canonical analysis of correlations (CCA) between the environmental variables and the most abundant families of macroinvertebrates. As a result, 26 families were identified, being the Baetidae family the most abundant. On the other hand, the Chimbo River basin presents a medium diversity. The relationship between environmental variables and macroinvertebrate families is significant. To sum, anthropic activities can alter the structure and composition of aquatic macroinvertebrate communities, so it is recommended to execute the strategies raised through the results of this work, for the management, conservation and restoration of the hydrographic basin.

Keywords: HYDROGRAPHIC BASIN, CHIMBO RIVER, WATER QUALITY, MACROINVERTEBRATES, BIOLOGICAL INDEXES.


CRISTINA
PAOLA
CHAMORRO
ORTEGA

Firmado digitalmente por CRISTINA
PAOLA CHAMORRO ORTEGA
DN: cn=CRISTINA PAOLA CHAMORRO
ORTEGA, o=CC SECURITY DATA S.A.,
1.1=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION
Molten Soy el autor de este documento
Ubicacion:
Fecha: 2021-10-19 06:57:05:00

INTRODUCCIÓN

El compuesto más abundante sobre el planeta es el agua, indispensable para el desarrollo de la vida (Jill, et al., 2003), por ello hay un interés creciente por conocer y proteger los ecosistemas acuáticos, (Álvarez y Pérez, 2007), sin embargo el agua se encuentra limitada pues solo el 1% de ésta es útil para los seres vivos, mediante la formación de ecosistemas acuáticos continentales (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

Los ecosistemas acuáticos, son zonas del planeta cubiertas por agua, espacios donde diferentes organismos interactúan con el ambiente, los mismos son influenciados por factores bióticos y abióticos (Allan y Castillo, 2007), estos cuerpos de agua mantienen comunicación permanente o temporal entre sí, los ecosistemas dulceacuícolas pertenecen principalmente a aguas continentales, lagos, arroyos o ríos (Cervantes, 2007).

Los ambientes lóticos o ríos, son dinámicos con corrientes naturales que drenan el agua desde el continente hacia los océanos, estos sufren variaciones morfológicas en los canales, así como en los caudales de acuerdo a las condiciones climáticas y eventos tectónicos (Ministerio de Educación, 2012). Cumplen diversas funciones ecosistémicas como son la autopurificación, el control de inundaciones y sequías, la recarga de flujos de sedimento, nutrientes y el mantenimiento de hábitats para peces, aves y otras formas de vida silvestre (Hanson, et al., 2010).

Entre dichas formas de vida silvestre, se encuentran los macroinvertebrados que son invertebrados lo bastante grandes, para ser vistos a simple vista, además se los considera como acuáticos debido a que viven en flujos de agua en determinado momento de su ciclo vital (Castellón, 2013). Los macroinvertebrados tienen un tamaño superior a 500 μm y; estos se distribuyen en agua dulce (Ladrera, 2012).

Estos organismos, incluyen a diferentes especies pertenecientes a distintos grupos taxonómicos como los anélidos, moluscos, platelmintos, nemátodos y artrópodos (principalmente insectos) entre otros (Castellón, 2013). Todos ellos desempeñan un papel primordial en los ecosistemas. En este sentido los macroinvertebrados, tienen especial importancia en los ecosistemas acuáticos, al constituir el componente de biomasa animal más importante en algunos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas (Ladrera, et al., 2013).

Es decir, a nivel de grupo, los macroinvertebrados acuáticos, van a consumir la materia orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, y la van a transferir a los grandes vertebrados del ecosistema, de manera que la alteración de la comunidad de macroinvertebrados va a afectar directamente a animales como peces, aves acuáticas o mamíferos semiacuáticos (Ladrera, et al., 2013).

Un aspecto relevante del estudio de macroinvertebrados acuáticos, resulta en la utilización de estos como bioindicadores, es decir estos organismos han sido reconocidos como indicadores potenciales de la calidad biológica y ecológica de los ecosistemas acuáticos fluviales (Hellowell, 1986), pues, por su simple presencia o ausencia, mayor o menor abundancia indican alguna condición de alteración del ecosistema acuático, debido a que los taxones de macroinvertebrados presentan niveles diferentes de tolerancia frente a distintos tipos de perturbaciones de los ecosistemas (Acosta, et al., 2009).

Los estudios realizados, para detener el deterioro ecológico de los ecosistemas fluviales y conservarlos han presentado deficiencias, pues la mayoría de estos estudios se ha centrado únicamente en el aspecto fisicoquímico del agua (Acosta, et al. 2009) que llega a ser rutinario, costoso y además proporcionan información puntual e indirecta (Paredes, et al., 2004), es decir solo representan una variable métrica influenciada por las condiciones del momento en el cual se tomó la muestra (Barba-Álvarez et al. 2013).

Por ello, es necesario utilizar herramientas que integren diferentes y distintas variables, que demuestren el efecto global en los principales componentes del ecosistema acuático (Chapman, 1992; Boon y Howell, 1997), una de estas herramientas es la utilización de indicadores biológicos que permiten establecer el estado ecológico de los ecosistemas de manera precisa, estos análisis se basan en la evaluación de las comunidades que habitan estos ecosistemas (Ladrera, 2012) , es por ello que desde hace tiempo se han utilizado índices biológicos para el estudio de la calidad de agua en los ríos.

Además, el desarrollo de la sociedad depende de los sistemas productivos los mismos que se basan en la apropiación de los recursos y servicios que ofrecen los ecosistemas naturales. Los ecosistemas dulceacuícolas como los ríos abastecen de agua para el consumo humano (Carvajal, 2016) y son empleados para el desarrollo de actividades como la agricultura, la industria y el turismo (Rueda, et al., 2005).

La actividad turística, debe permitir acceder a servicios y productos de calidad tanto a la población local como a los turistas (Larrea, et al., 2009), se debe tomar en cuenta que el agua no es un bien comercial

como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger y defender; este recurso debe afrontar el continuo crecimiento de la demanda y que sea de buena calidad en cantidades suficientes para todos los usos como la energía, el transporte, la agricultura, pesca, política regional, etc., teniendo en cuenta la relación constante que existe entre dichos usos y el desarrollo de todas las actividades turísticas (Vera, 1997), (Pujadas y Font, 1998).

En este mismo sentido, la cuenca del río Chimbo, es el sistema hidrográfico de mayor relevancia en la provincia de Bolívar, es por ello que las principales actividades productivas de la provincia se desarrollan alrededor de este recurso, tales como la agricultura, producción ganadera, actividades agroindustriales y turismo (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, 2015). Por tal motivo, se realizó la presente investigación para determinar la calidad el agua en la Cuenca del Río Chimbo, con el propósito de desarrollar y obtener una línea base con estrategias integrales de gestión y conservación que permitan un aprovechamiento sostenible del agua, en beneficio de los habitantes y la actividad turística.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Problema

La calidad de agua superficial o subterránea se ha visto afectada ya sea por acción humana o por efecto de la naturaleza. Según la Organización Mundial de la Salud (2019): “A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes y afecta sustancialmente a los usos del agua”.

En el Ecuador, las fuentes de agua superficiales, están contaminadas principalmente por vertidos domésticos, productos agrícolas, uso para abrevadero, la producción de petróleo y la actividad minera, entre otros desperdicios provenientes de la zona urbana, casi todos los ríos del Ecuador están contaminados debido a plaguicidas, fertilizantes y biocidas (Secretaría Nacional del Agua, 2016).

La provincia de Bolívar, desarrolla actividades socioeconómicas como, agricultura, ganadería, minería. En consecuencia, la cuenca del Río Chimbo, que es la principal fuente de agua, para el desarrollo de las actividades socioeconómicas presenta varios problemas de contaminación como, la disminución del caudal, pérdida de biodiversidad reflejada a través de la reducción de las poblaciones de especies de flora y fauna, estos problemas se deben al inadecuado manejo de la cuenca, y esto genera alteraciones en el estado ecológico de la cuenca, teniendo particularmente impacto sobre la calidad del agua lo que genera repercusiones en la salud humana (Barrera, et al., 2008).

1.2. Justificación

Las cuencas hidrográficas en el Ecuador, son trascendentales para: el agua consignada al consumo, producir alimentos y el uso recreacional (Villegas, 2019). Por ello, en la Constitución de la República del Ecuador, en el capítulo siete, artículo 71 y 72, establecen los derechos de la naturaleza como primordiales para garantizar el Buen Vivir de las personas en un entorno natural, sano y libre de contaminación; además los derechos que tiene la naturaleza a ser restaurada en casos de intervención, y establece que los causantes están obligados a tomar medidas mitigatorias y restauradoras para devolver el estado natural original al ambiente perturbado (Asamblea Constituyente, 2008).

Sin embargo, la disponibilidad de agua en el Ecuador se ve limitada, por el acelerado crecimiento demográfico, lo cual ejerce presión en los páramos que son las principales fuentes de agua, además

de la contaminación, que estas sufren por actividades antrópicas (Terneus y Yáñez, 2018). El problema de la contaminación en los ríos, incide directamente con el deterioro de la calidad de vida, y salud humana, así como en animales y vegetales. La provincia de Bolívar, no es la excepción, su principal sistema hídrico es la Cuenca del Río Chimbo, por lo cual sufre una fuerte presión por todas las actividades socioeconómicas, desarrolladas alrededor de este sistema hídrico (Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Bolívar, 2015).

Además, la provincia de Bolívar en base a su modelo territorial apunta a la actividad turística para el desarrollo provincial, planteando diferentes tipos de turismo como el ecoturismo, agroturismo, turismo gastronómico entre otros, para poder desarrollar este tipo de turismo se debe contar con servicios de calidad, debido a esto la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, trabaja en la determinación de la calidad ecológica de la Cuenca del Río Chimbo basado en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como parte del convenio específico de cooperación científica con la Universidad Santiago de Compostela de España, para la ejecución del proyecto titulado “Sistemas basados en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos para la evaluación del estado ecológico de los bofedales de la meseta andina de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo” aprobado mediante resolución de consejo politécnico No 094. CP.2019. Este proyecto responde a la línea de investigación: gestión del turismo sustentable, sub línea: ambiente, biodiversidad y recursos naturales para el turismo sustentable de la carrera de ecoturismo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la calidad ecológica de la cuenca del río chimbo basado en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos

1.3.2. Objetivos específicos

1. Elaborar el inventario de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo y analizar la diversidad existente.
2. Aplicar índices de medición de la calidad ecológica de la cuenca del río Chimbo para evaluar el nivel de sensibilidad de los organismos en los sitios de estudio.
3. Proponer estrategias para la gestión, conservación y restauración de la cuenca del río Chimbo, en base a la información biótica generada.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Las actividades antrópicas realizadas a lo largo de la cuenca del río Chimbo provocan alteraciones en sus características biológicas e hidromorfológicas, evidenciados a través de los cambios en la composición, estructura y distribución de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos existentes en el sistema fluvial en estudio.

1.4.2. Hipótesis alternante

Las actividades antrópicas realizadas a lo largo de la cuenca del río Chimbo no provocan alteraciones en sus características biológicas e hidromorfológicas, evidenciados a través de los cambios en la composición, estructura y distribución de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos existentes en el sistema fluvial en estudio.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Calidad de ecológica

La calidad ecológica va más allá de la calidad agua, más bien se entiende como el estado general de la estructura y la función de todos los componentes del ecosistema que son factores físicos, químicos y biológicos y que presenten un nivel óptimo de salud ambiental. Por ello la calidad ecológica se determina mediante un número de elementos o variables. (Torralba-Burrial, 2009; Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación [FAO], 2009; OMS 2016).

Los estudios para determinar la calidad ecológica se realizan primordialmente por el creciente interés del ser humano en conocer, proteger y preservar los ecosistemas fluviales, además de la preocupación en conocer la calidad del agua en los ríos, debido a que todas las actividades humanas necesitan en mayor o menor medida de este recurso para desarrollarlas (García, et al., 2014).

Para determinar la calidad ecológica de un ambiente acuático existen diferentes métodos por un lado se encuentran los estudios físicos químicos que son los más empleados sin embargo estos son subjetivos al momento en el cual se recolecto la muestra, también se cuenta índices biológicos los

cuales evalúan las condiciones bióticas de un ecosistema (Chapman, 1992; Acosta, et al., 2009), para ello, en primer lugar se debe elegir la comunidad biótica que se va a estudiar para la evaluación, estas comunidades pueden ser de flora o fauna, existen diferentes estudios para determinar el estado ecológico de sistemas fluviales elaborados en base a las comunidades macroinvertebrados, su abundancia y distribución (Hanson, et al., 2010; Alonso 2006).

1.5.2. Macroinvertebrados como bioindicadores

Los Macroinvertebrados acuáticos por sus características adaptativas son de gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya sea por su papel en el procesamiento de materia orgánica o como alimento para depredadores superiores, estos organismos son sumamente sensibles a condiciones muy concretas por ello son utilizados en estudios para determinar la calidad del agua (González, et al., 2017).

Por su susceptibilidad a los cambios ambientales se los conoce como bioindicadores o indicadores biológicos que son organismos que poseen la capacidad de bioindicación, es decir que por su simple presencia o ausencia se determina el estado de un ecosistema (Pinilla, [sin fecha]).

Estos organismos para poder ser manejados como bioindicadores en estudios multidisciplinarios deben pasar por un proceso de reconocimiento, clasificación, catalogación, cuantificación y mapeo, para con ello obtener la información que se necesita en el estudio como: comunidades, poblaciones, familias, géneros y especies que habitan en un determinado ecosistema, realizar la síntesis de esta información y la elaboración de una base datos con los resultados obtenidos se conoce como inventario, esta base de datos permite que los mismos sean procesados, contextualizados y analizados (Camilo, et al., [sin fecha]; Llorente-Bousquets y Aguirre 2000; Villareal, et al., 2004).

1.5.3. Índices biológicos

Según Bueñaño et. al. (2018) los índices biológicos son un método sencillo para la evaluación de la calidad de un ecosistema acuático utilizando organismos como los macroinvertebrados. En donde los indicadores se utilizan mediante datos cualitativos: presencia o ausencia reflejan atributos que miden el estado en el que se encuentra el ecosistema (Araújo y Monteiro 2007). De esto han surgido dos tendencias en el desarrollo de los índices biológicos que son los índices de diversidad y los índices bióticos (González Del Tanago y García Jalón 1984).

Los índices bióticos se han utilizado desde principios del siglo XX con diferentes fines. El primer intento de aplicación de un índice lo hicieron (Kolkwitz y Marsson, 1902) que definieron los distintos grados o etapas de recuperación de un río después de haber sufrido una contaminación orgánica y establecer el conocido sistema de las saprobias.

En general, lo que expresan los índices bióticos es la presencia y abundancia de ciertas "especies indicadoras" de la calidad de las aguas, según su tolerancia a la contaminación orgánica. (González Del Tanago y García Jalón 1984), existen un gran número de índices biológicos desarrollados y aceptados en la actualidad por la Asociación Ibérica de Limnología [AIL] (2019) que *“reúne a todos aquellos interesados en el avance del conocimiento de los procesos fundamentales y las interrelaciones entre los diferentes componentes de los ecosistemas acuáticos continentales”*.

1.5.4. Índice de modo de nutrición - IMN

La existencia de cadenas y redes tróficas está estrechamente relacionada a la alimentación en la naturaleza, los macroinvertebrados no son la excepción, pues la presencia de organismos con diferente nutrición es decir suele estar relacionado con medios heterogéneos y sin alteraciones que reflejarán un ambiente saludable. Cuando existen cambios en el agua a causa de aportes orgánicos o de una homogeneización del medio, dichos cambios incidirán directamente sobre la diversidad biológica y sobre los grupos tróficos implicados, simplificando las cadenas y redes mencionadas, por ello este índice permite categorizar la salud trófica de los sistemas acuáticos (Rueda, et al., 2000a; Rueda, et al., 2000b; Rueda, et al., 2005; Hernández, et al., 2000).

1.5.5. Índice BMWP/Col

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) fue desarrollado en Europa en el siglo XX, pero ha sido adaptado para diferentes regiones del continente americano en este caso para Colombia (Roldán, 2016). Este índice se basa valorar los diferentes grupos de invertebrados a nivel de familia que se encuentran en una muestra. Cada familia posee un grado de sensibilidad de 1 a 10. Donde 1 es dado a las familias más tolerantes y 10 a las más intolerantes (Roldán 2012). La abundancia de varios organismos con valor 10 indican aguas limpias y si los valores son bajos indican aguas contaminadas (López et al. 2005).

1.5.6. Índice de hábitat fluvial (IHF)

Este índice está basado en la heterogeneidad que puede existir en el hábitat físico para hospedar determinada fauna, es decir, a mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde mayor diversidad de las comunidades biológicas en este particular macroinvertebrados acuáticos (Smith y Smith, 2000).

El aplicar este índice es importante debido a que el hábitat suministra espacio físico y fuente de alimento para las especies como los macroinvertebrados (Pardo, et al., 2002), este índice nace de la necesidad de caracterizar los cauces de los ríos y así evaluar la calidad ecológica de los mismos con sus características hidromorfológicas (Suárez, et al., 2002).

1.5.7. Índice de calidad del bosque de ribera - QBR

Ceccon (2003) menciona que los bosques de ribera, riparios o también conocidos como bosques de galería, están constituidos por vegetación arbórea que se encuentran a lo largo de las corrientes de agua.

El QBR es una manera sencilla y eficiente de evaluar el estado del hábitat ribereño. Además, los bosques ribereños son de vital importancia en cuencas y microcuencas debido a sus interrelaciones es por esto que, si los bosques riparios presentan fragmentación las condiciones de los cuerpos agua también se afectadas o viceversa, estas relaciones se pueden evidenciar con cálculos estadísticos de correlación.

1.5.8. Estrategias para la gestión, conservación y restauración de ecosistemas fluviales

La contaminación del agua se ha convertido en una amenaza para la existencia de todas las formas de vida, los ecosistemas dulceacuícolas tienen contaminación de diferente origen, las descargas directas de residuos sólidos domésticos o industriales, sin previo tratamiento, o descargas difusas derivadas de actividades agrícolas o forestales que llegan a las corrientes de agua superficiales o subterráneas (García, Torres y Vergara 2014).

Debido a esto es importante estudio de las cuencas hidrográficas y su estado ecológico, luego de saber su calidad ecológica se procede a identificar las principales fuentes de contaminación y cuáles son

sus causas, por último establecer estrategias que permitan su mejoramiento (Taípe y Carranza 2006). Una de las metodologías más empleada para realizar este tipo de estudios es la “ Planificación para la conservación de Áreas – PCA propuesto por The Nature Conservancy en el año 1992 (Granizo, et al., 2006) que propone estrategias para conservar los objetos prioritarios de un área, además de, ofrecer una herramienta de planificación que permite establecer objetivos, metas, actores claves y las estrategias para lograr estos objetivos y a través de esto tomar decisiones y actuar sobre el área (Riera, et al., 2010).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo de investigación, principalmente aplicado, se llevó a cabo mediante, técnicas de trabajo de campo y revisión bibliográfica a nivel exploratorio, descriptivo y analítico. El estudio, se realizó en la Cuenca del Río Chimbo en cinco estaciones de muestreo, las cuales fueron seleccionadas mediante el criterio de distanciamiento, presencia de perturbaciones y accesibilidad.

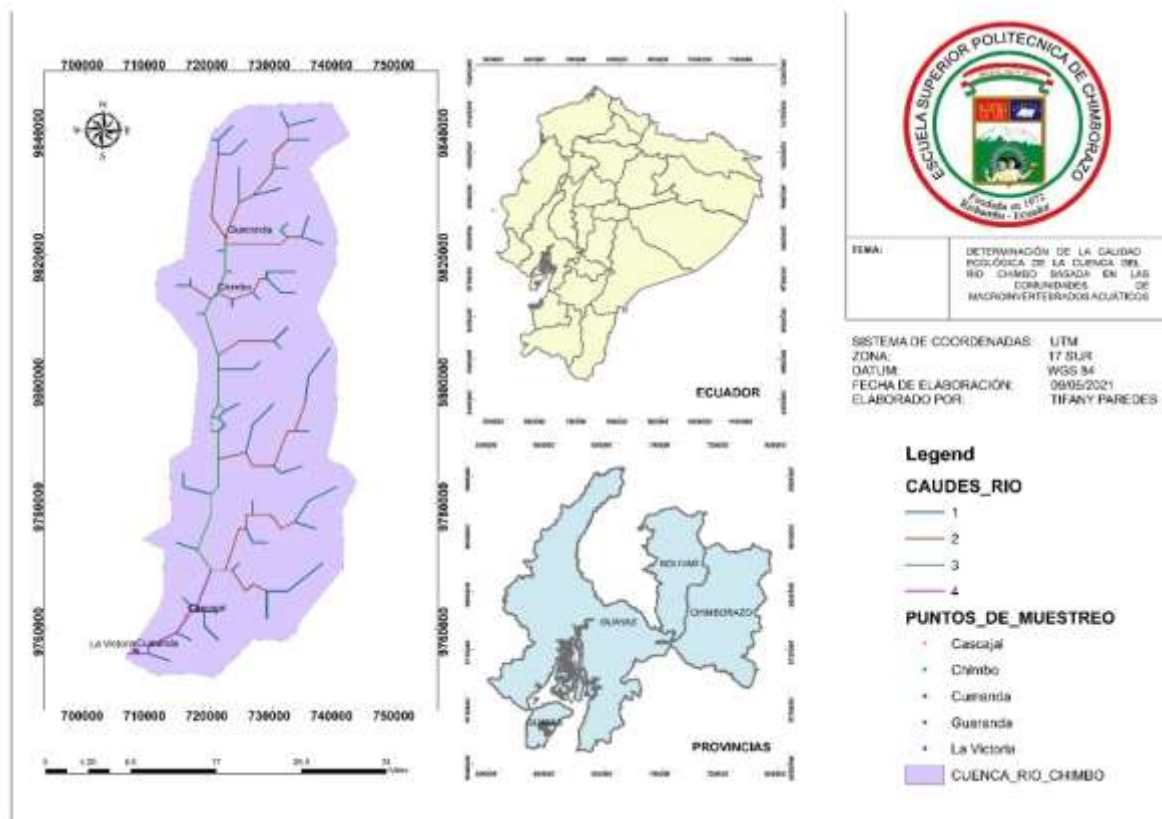


Figura 1-2 Estaciones de muestreo en la Cuenca del Río Chimbo

Realizado por: Paredes, T. 2021

Este proyecto de investigación, se basó en el cumplimiento de tres objetivos, para elaborar el inventario y analizar la diversidad existente de macroinvertebrados de la Cuenca del Río Chimbo; se realizó una salida de campo a cada estación de muestreo, en donde se utilizó un GPS (Oregon 360S) para su respectiva georreferenciación, cada estación de muestreo tiene tres puntos de muestreo (denominados; alto, medio y bajo), cada uno a una distancia de 100 metros entre ellos, cada punto

de muestreo se recolectó macroinvertebrados en dos diferentes sustratos. Para la recolección en arena se utilizó una red tipo D (Surber) con malla de luz de 500 μm , se colocó la red contra corriente y se removió el sustrato para que los macroinvertebrados queden dentro de la red, con ayuda de la corriente, esto en un lapso de 20 minutos, con 2 investigadores. Mientras que en la recolección de rocas fue de forma directa, se trazó un cuadrante de un metro cuadrado y se revisó cada roca se colectaron los individuos con una pinza entomológica, las muestras recolectadas en campo fueron transportadas al laboratorio de entomología de la Facultad de Recursos Naturales en frascos herméticos con alcohol al 70% y previamente etiquetados. Cada individuo fue identificado con ayuda de un estereoscopio LEICA M500 con una resolución 1080 y aumento 8x, lo que hizo más fácil observar a detalle sus estructuras y con la utilización de claves y guías de identificación se determinó las familias existentes, posterior a ello se contabilizó la abundancia y riqueza de cada punto de muestreo en una hoja de cálculo de Excel.

Luego, se aplicó los índices de diversidad alfa (α): índice de Margalef, índices de dominancia de Simpson y Berger-Parker e índice de equidad de Shannon-Wiener, así como los índices de diversidad beta (β), el índice de disimilitud mediante la prueba de Bray- Curtis (Moreno, 2000).

Los índices de diversidad Alfa, miden la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Whittaker, 1972).

El Índice de Margalef (1958) se calcula en base a:

$$DMg = (S-1)/\ln N$$

S= número de especies

N= número total de individuos

El Índice de dominancia de Simpson

$$\Lambda = \sum p_i^2$$

P_i = Es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$, si el valor da 1, significa la diversidad será infinita y si el valor de 0, significa que no hay diversidad (Lande 1996).

Índice de dominancia Berger Parker (1970). Mide la abundancia de la especie más dominante

$$d = N_{\max}/N$$

N_{\max} = es el número total de individuos de la especie más dominante.

N = el número total de individuos de todas las especies.

Índice de equidad de Shannon – Wiener. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Fernández y Domínguez 2001).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

P_i = Es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

n = Logaritmo natural

Los índices de diversidad Beta comparan la diversidad en dos comunidades diferentes

El Índice de Bray – Curtis (1957). Está en función de 0 y 1, donde 0 significa que los dos sitios tienen la misma composición (es decir, comparten todas las especies), y 1 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie.

$$BC_{ij} = 1 - 2C_{ij}/(S_i + S_j)$$

C_{ij} = especies en común en ambos sitios

S_i y S_j = son el número total de especímenes contados en ambos sitios

Se utilizaron cuatro índices, para medir la calidad ecológica; el índice de modo de nutrición (IMN), el BMWP/ Col, otro para evaluar la diversidad de hábitats (IHF), y uno para valorar la calidad de Bosque de ribera (QBR).

Para desarrollar el IMN primero se realizó investigación bibliográfica de los grupos tróficos de los macroinvertebrados recolectando información de cada taxón registrado con la cual se elaboró fichas técnicas, en las cuales consta la siguiente información:

- Clase
- Orden
- Nombre científico de la familia

- Registro Fotográfico.
- Breve descripción de familia, resultado de una revisión bibliográfica.
- Caracterización ecológica.
- Modo de nutrición por familia.

En la aplicación del índice IMN (Rueda, et al., 2005), se elaboró una tabla donde la primera columna registra el modo de nutrición, las siguientes columnas corresponden cada una de las estaciones de muestreo y en cada celda va la frecuencia de aparición en los diferentes grupos. Después de esta tabla las filas siguientes muestran cuantos grupos nutricionales superan 15% y así sucesivamente, hasta el 0% estos son los positivos, los negativos son los grupos nutricionales que superan el 40%, 45%, 50%, 60% 70% y 80% , (Anexo A). El IMN es la resta entre el total de positivos (>0% a >15%) y el total de negativos (0%, >40 %- >80%). Este valor puede ir entre 0 y 100, y se dividen en cinco rangos de calidad (Tabla 1-2).

Tabla 1-2: Rangos de calidad trófica según IMN

IMN	Clase	Significado	Nivel de calidad	Color representativo
≥ 70	I	Red trófica muy diversificada	Medio saludable	Azul
55 – 69	II	Red trófica diversificada	Medio con tendencia al estrés	Verde
40 – 54	III	Red trófica poco diversificada	Medio estresado	Amarillo
20 – 39	IV	Red trófica simplificada	Medio muy estresado	Naranja
0 – 19	V	Red trófica muy simplificada	Medio fuertemente estresado	Rojo

Fuente: Rueda *et al.*, 2005

Para aplicar el BMWP/Col (Roldán, 2003), que establece, el nivel de tolerancia de las familias de macroinvertebrados recolectados e identificados, se analizaron los datos obtenidos según la presencia y ausencia de las familias de macroinvertebrados. Los puntajes asignados, para cada familia, están de acuerdo con el nivel de tolerancia a la contaminación hídrica, los valores asignados van de 1 a 10

(Tabla 2-2). La suma de la puntuación de cada familia encontrada, mostrará un puntaje total de BMWP/Col (Tabla 3-2) (Roldán, 2012).

Tabla 2-2: Puntajes de familias de macroinvertebrados acuáticos en el índice BMWP/Col

Familias	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiarida.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae,	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2012

Tabla 3-2: Categorías del Índice BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán, 2012

El IHF, establece la calidad y diversidad de los hábitats presentes en las estaciones de muestreo y su capacidad para albergar una fauna específica (Pardo, et al., 2002; Acosta, et al., 2009). Está formado por siete ámbitos, que se valoran de manera independiente: Frecuencia de rápidos, composición del sustrato, régimen velocidad/ profundidad, Porcentaje de sombra del cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática. Para desarrollar este índice, primero se selecciona el área de observación que, en esta investigación son las estaciones de muestreo, cada bloque tiene una calificación independiente, que se otorga siguiendo las consideraciones y observaciones de los mismos, esta información se colecta en una ficha de campo (Anexo B). La puntuación al final es el resultado de la suma de cada ámbito teniendo valor máximo de 100 que señala elevada heterogeneidad y alto potencial de colonización de las comunidades biológicas (Tabla 4-2).

Tabla 4-2: Rangos de calidad según el índice IHF

IHF	Nivel de Calidad	Color Representativo
>90	Muy alta diversidad de hábitats	Azul
71 – 90	Alta diversidad de hábitats	Verde
50 – 70	Diversidad de hábitats media	Amarillo
31 – 49	Baja diversidad de hábitats	Naranja
< 30	Muy baja diversidad de hábitats	Rojo

Fuente: Pardo, et al., 2002

El QBR (Munné, et al., 2003), evalúa distintos elementos y atributos en cuatro ámbitos: Grado de cubierta de la zona de ribera, Estructura de la cubierta, Calidad de la Cubierta y Grado de naturalidad del canal fluvial. La aplicación de este índice se basa en una ficha de observación (Anexo C), dividida en los bloques mencionados anteriormente, cada bloque tiene una calificación independiente. El valor final va de 0 a 100 que es la sumatoria de los ámbitos, este se clasifica en cinco rangos (Tabla 5).

Tabla 5-2: Rangos de calidad según el índice QBR

QBR	Nivel de calidad	Color representativo
≥ 95	Muy buena calidad es un bosque de ribera en natural sin alteraciones	Azul
75 – 90	Calidad buena con un bosque ligeramente perturbado	Verde
55 – 70	Calidad aceptable señala el inicio de una alteración importante	Amarillo
30 – 55	Mala calidad indica fuerte alteración	Naranja
≤ 25	Pésima calidad que señala degradación extrema de la ribera	Rojo

Fuente: Munné, et al., 2003

La hipótesis se comprobó, mediante la relación entre las variables ambientales (Temperatura, Oxígeno disuelto, IHF, QBR) y las comunidades de macroinvertebrados de la Cuenca del Río Chimbo, para lo cual se realizó un análisis canónico de correspondencias (CCA), utilizando el software PAST (Hammer, et al., 2001). Para este análisis, fueron seleccionadas aquellas familias que presentan una abundancia relativa significativa ≥ 5 a nivel de cuenca, para luego transformar su abundancia absoluta a $\log(x+1)$ (Carvacho, 2011).

Por último, se utilizó como guía el Protocolo para la planificación de áreas PCA, tomando como objeto de conservación la cuenca del Río Chimbo identificando sus amenazas (The Nature Conservancy, 2005); también, se registró las presiones, fuentes de presión y su respectiva valoración, y con base a esta información se establecieron las estrategias que apuntan a reducir las fuentes de presión para así mejorar la viabilidad ecológica o la salud de la biodiversidad.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Inventario de macroinvertebrados recolectados en las estaciones de muestreo

Los resultados obtenidos, en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, se encontraron, en base al muestreo en las estaciones de Guaranda, Chimbo, Cumandá, Cascajal y la Victoria, a lo largo de la cuenca del río Chimbo.

3.1.1. Inventario de la estación Guaranda

En la estación Guaranda, el agua presenta, una temperatura de 10°C y oxígeno disuelto al 90,2%. En este sitio de muestreo, se observó minería extractivista en el lecho del río; por lo cual, el caudal es desviado a ciertas horas del día; además se evidenció ganadería en las orillas del afluente. Siendo estos factores antrópicos, los que inciden en la presencia de macroinvertebrados acuáticos en este tramo del afluente.

La recolección cuantitativa, en arena a través del método red tipo D (Surber), reflejó que los macroinvertebrados, presentaron una abundancia total de 701 individuos, con una riqueza de 12 familias. En el muestreo cualitativo, en rocas mediante el método de recolección directa, se obtuvo una abundancia de 124 individuos, con una riqueza de 5 familias.

Tabla 1-3: Inventario estación Guaranda

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GUARANDA					
			ARENA			ROCA		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	17	4	17	49	27	23
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	0	0	2	2	3	1
Insecta	Diptera	Chironomidae	11	30	16	4	2	1
		Dolichopodidae	0	1	1	0	0	0
		Muscidae	0	0	1	0	0	0
		Simuliidae	1	5	0	0	0	0
		Tipulidae	1	0	1	0	0	0

		Baetidae	164	214	94	1	0	2
	Ephemeroptera	Hydrobiosidae	1	0	0	0	0	0
	Trichoptera	Hydropsychidae	3	5	1	0	0	0
Oligochaeta	Crassiclitellata	Lumbriculidae	2	0	5	0	0	0
	Haplotaenidae	Tubificidae	17	26	61	5	1	3

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.1.2. Inventario de la estación Chimbo

En este sitio de muestreo, el agua asume una temperatura de 13°C, y oxígeno disuelto al 92,1%; entre las actividades antrópicas, se pudo observar ganadería y agricultura, cercanas al afluente, las mismas que inciden en la presencia o ausencia de macroinvertebrados.

Las muestras recolectadas de macroinvertebrados en esta estación (Tabla 2-3), mostraron que la recolección cuantitativa, en arena a través del método red tipo D (Surber), presentaron una abundancia total de 515 individuos, con una riqueza de 12 familias, mientras que la recolección cualitativa, en rocas mediante el método de recolección directa, obtuvo una abundancia de 112 individuos con una riqueza de 12 familias.

Tabla 2-3: Inventario estación Chimbo

CLASE	ORDEN	FAMILIA	CHIMBO					
			Arena			Roca		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	5	7	21	8	13	0
Hydrozoa	Hydroida	Hydridae	0	1	0	3	3	0
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	0	2	3	3	0	0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	1	0	0	0	0
		Psephenidae	1	0	0	0	1	0
	Diptera	Chironomidae	11	2	15	4	12	30
		Simuliidae	11	4	3	1	3	2
	Ephemeroptera	Baetidae	2	1	1	0	0	1
	Trichoptera	Hydropsychidae	1	1	0	3	0	0
		Leptoceridae	0	0	0	0	5	1

Oligochaeta	Haplotaxidae	Tubificidae	70	145	31	0	3	1
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	49	114	9	3	2	0
Rhabditophora	Tricladida	DugesIIDae	2	0	0	9	1	0

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.1.3. Inventario de la estación Cumandá

En la estación de muestreo Cumandá, el agua registra una temperatura de 23°C, y oxígeno disuelto al 87,4%. En este sitio de muestreo los habitantes arrojan residuos de sus casas situadas en las orillas del río. Lo cual, contamina el afluente y esto a su vez incide en la presencia de macroinvertebrados acuáticos.

Las muestras de macroinvertebrados (Tabla 3-3), reflejaron que, la recolección cualitativa en el estrato arena, a través del método red tipo D (Surber), registraron una abundancia total de 56 individuos, con una riqueza de 10 familias, a su vez la recolección cualitativa en rocas, mediante el método de recolección directa, registró una abundancia de 366 individuos, con una riqueza de 15 familias.

Tabla 3-3: Inventario estación Cumandá

CLASE	ORDEN	FAMILIA	CUMANDA					
			Arena			ROCA		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	0	0	0	4	1	5
		Glossiphoniidae	0	0	0	1	0	3
		Elmidae	0	0	1	0	2	7
Hydrozoa	Hydroida	Psephenidae	0	0	0	0	0	9
Hirudinea	Rhynchobdellida	Blephariceridae	1	1	0	1	2	0
Insecta	Diptera	Chironomidae	0	0	0	2	4	0
		Psychodidae	10	0	0	0	1	0
		Simuliidae	0	1	0	0	0	0
		Tipulidae	1	0	0	0	0	0
	Efemeroptera	Baetidae	2	5	1	28	3	2
		Leptophlebiidae	6	18	2	58	19	90

	Hemiptera	Naucoridae	0	1	0	0	0	0
	Megaloptera	Corydalidae	0	0	0	0	0	1
		Glossosomatidae	0	0	0	0	4	0
		Hydrobiosidae	0	0	0	0	2	0
		Hydropsychidae	1	3	1	25	42	44
	Trichoptera	Leptoceridae	0	0	0	1	0	3
Oligochaeta	Haplotaxidae	Tubificidae	0	0	1	0	0	0
Rhabditophora	Tricladida	Dugesiiidae	0	0	0	0	0	2

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.1.4. *Inventario de la estación Cascajal*

La estación Cascajal, registra una temperatura de 23.7°C, y oxígeno disuelto al 85.3%; en el agua. En las riberas del afluente, se pudo observar, una avícola como la principal actividad antrópica, del sitio. Lo cual, contamina el río, con los desechos que esta actividad genera y esto tiene relación a su vez en la presencia o ausencia de macroinvertebrados acuáticos.

Las muestras de macroinvertebrados recolectados, en la estación Cascajal; mostraron que la recolección cualitativa, en el estrato arena a través del método red tipo D (Surber), tiene una abundancia total de 103 individuos, con una riqueza de 7 familias, a su vez la recolección cualitativa, en rocas mediante el método de recolección directa, registró una abundancia de 236 individuos con una riqueza de 14 familias.

Tabla 4-3: Inventario estación Cascajal

CLASE	ORDEN	FAMILIA	CASCAJAL					
			Sustrato			Roca		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	0	0	0	1	0	0
Insecta	Coleoptera	Elmidae	2	0	2	5	1	4
		Psephenidae	0	0	0	0	11	12
	Diptera	Blephariceridae	0	1	0	0	1	7
		Chironomidae	0	0	0	3	4	5
		Psychodidae	0	0	0	0	1	7

		Simuliidae	0	3	12	0	3	40
	Ephemeroptera	Baetidae	16	27	13	19	2	11
		Leptophlebiidae	9	0	7	14	11	21
		Tricorythidae	0	0	0	0	5	13
	Megaloptera	Corydalidae	0	0	0	0	0	1
	Trichoptero	Hydropsychidae	3	4	3	2	6	20
		Hydroptilidae	0	0	0	0	4	0
		Leptoceridae	1	0	0	2	0	0

Realizado por: Paredes, 2021

3.1.5. Inventario de la estación la Victoria

El agua registra una temperatura de 21.3°C, y una oxigenación de 79.8%, en la estación La Victoria. La principal fuente de contaminación en el lugar, son las viviendas asentadas en las riberas del río, debido a que los sistemas de desfogue de agua, dan directamente al río. Provocando así una relación directa con la presencia o ausencia de organismos en el afluente.

En la estación La Victoria, las muestras recolectadas de macroinvertebrados, demostraron que en recolección cualitativa, en el estrato arena a través del método red tipo D (Surber), tiene una abundancia total de 121 individuos, con una riqueza de 9 familias, a su vez la recolección cualitativa, en rocas mediante el método de recolección directa, registró una abundancia de 647 individuos, con una riqueza de 12 familias.

Tabla 5-3: Inventario estación La Victoria

CLASE	ORDEN	FAMILIA	LA VICTORIA					
			Arena			Roca		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	0	3	12	5	40	68
Insecta	Coleoptera	Elmidae	1	1	2	2	26	18
		Psephenidae	0	0	0	3	4	1
	Diptera	Chironomidae	2	0	77	2	11	1
		Psychodidae	0	0	0	0	4	1
		Simuliidae	0	4	0	0	0	1
	Ephemeroptera	Baetidae	5	3	0	0	1	0




		Leptophlebiidae	1	0	0	4	9	17
		Tricorythidae	0	0	2	41	26	4
	Hemiptera	Naucoridae	2	2	0	0	3	0
	Trichoptero	Hydropsychidae	0	0	4	14	10	202
		Hydroptilidae	0	0	0	14	87	28

Realizado por: Paredes, T. 2021




3.1.6. Inventario general de Macroinvertebrados de la cuenca del Río Chimbo

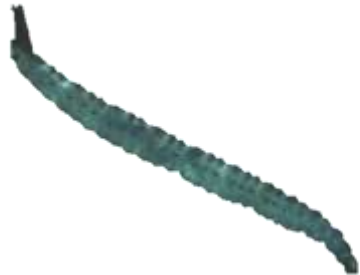


La comunidad de macroinvertebrados acuáticos que se recolectaron e identificaron, en la Cuenca del Río Chimbo, fue un total de 2981 especímenes, divididos en 7 Clases, 13 órdenes y 26 familias; siendo la familia *Baetidae* la más abundante con el 20.73% del total, de individuos recolectados. La abundancia de la entomofauna varía según la época del año, en la estación lluviosa disminuye la cantidad de individuos y viceversa (Araúz, et al., 2000). Desde el punto de vista de Arroyo y Encalada (2009); los resultados conseguidos según la cantidad y diversidad de taxones recolectados en la Cuenca del Río Chimbo se compara y ajusta con los encontrados en otros estudios en países andinos como Bolivia (Cammaerts, et al., 2008), Colombia (Rodríguez-Barrios, et al., 2011) y Perú (Maicelo Quintana, et al., 2014). Tal es el caso, que cada uno de los estudios mencionados previamente cuentan con la presencia de entre 12 a 22 órdenes, de macroinvertebrados en las áreas de estudio. Por otro lado, el número de individuos recolectados en dichos estudios es superior a los recolectados en la cuenca del Río Chimbo, porque el tiempo de muestreo empleado fue de un año promedio y también poseen más de 10 estaciones de recolección de muestras (Arroyo y Encalada 2009; Cammaerts, et al., 2008; Rodríguez-Barrios, et al., 2011; Maicelo Quintana, et al., 2014).



Tabla 6-3: Inventario de familias de macroinvertebrados en la Cuenca del Río Chimbo



CLASE	ORDEN	FAMILIA(Riqueza)	Abundancia (N)	Abundancia Relativa (%)	Registro Fotográfico
Gastropoda	Pulmonata	Physidae	330	11.07	
Hydrozoa	Hydroida	Hydridae	7	0.23	
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	20	0.67	



Insecta	Coleoptera	Elmidae	77	2.58	
		Psephenidae	42	1.41	
	Diptera	Blephariceridae	14	0.47	



		Chironomidae	249	8.35	
		Dolichopodidae	2	0.07	
		Muscidae	1	0.03	
		Psychodidae	24	0.81	



					
		Simuliidae	94	3.15	
		Tipulidae	3	0.10	




	Ephemeroptera	Baetidae	618	20.73	
		Leptophlebiidae	286	9.59	


		Tricorythidae	91	3.05	
	Hemiptera	Naucoridae	8	0.27	

	Megaloptera	Corydalidae	2	0.07	
	Trichoptera	Glossosomatidae	4	0.13	

		Hydrobiosidae	3	0.10	
		Hydropsychidae	398	13.35	

		Hydroptilidae	133	4.46	
		Leptoceridae	13	0.44	

Oligochaeta	Crassicolitellata	Lumbricidae	7	0.23	
	Haplotaxidae	Tubificidae	364	12.21	
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	177	5.94	

Rhabditophora a	Tricladida	Dugesiiidae	14	0.47	
--------------------	------------	-------------	----	------	---

Realizado por : Paredes, T, 2021

3.1.7. Diversidad biológica de macroinvertebrados existentes en el afluente Chimbo

3.1.7.1. Análisis general de diversidad alfa en la cuenca del río Chimbo

La riqueza reflejada en el área de estudio es de 26 familias; la cuenca del río Chimbo presenta una diversidad media de macroinvertebrados acuáticos la cual se evidencia con el índice de Margalef (3.125). Los índices de dominancia de Simpson y Berger-Parker (0.887 y 0.207) reflejan que existe una dominancia considerable en el área de estudio. Por otro lado, el índice de Shanon-Wiener (2.43) refleja que existe equidad en proporción individuo y familia.

Tabla 7.3: Índices de diversidad alfa

Índice	Cuenca del río Chimbo
Riqueza	26
Individuos	2981
Simpson_1-D	0.8877
Shannon_H	2.438
Margalef	3.125
Berger-Parker	0.2073

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.1.7.2. Índices de diversidad alfa en arena

La recolección cualitativa en arena, reflejo que las estaciones de muestreo tienen una diversidad media de macroinvertebrados acuáticos, lo cual se evidencia con el índice de Margalef, siendo la estación más diversa Cumandá con (2.23). Por otro lado, los índices de Simpson y Berger-Parker demostraron que las dominancias en las estaciones de muestreo no fueron significativas diferentes. En ese sentido el índice de Shannon-Wiener indica que las estaciones tienen baja equidad en relación al número de individuos por familia.

Tabla 8-3: Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato arena

Índices Alfa	Guaranda	Chimbo	Cumandá	Cascajal	La Victoria
Simpson_1-D	0.5147	0.6518	0.7213	0.6496	0.5493

Shannon_H	1.123	1.351	1.636	1.344	1.275
Margalef	1.679	1.762	2.236	1.295	1.668
Berger-Parker	0.6733	0.4777	0.4643	0.5437	0.6529

Realizado por: Paredes, T. 2021

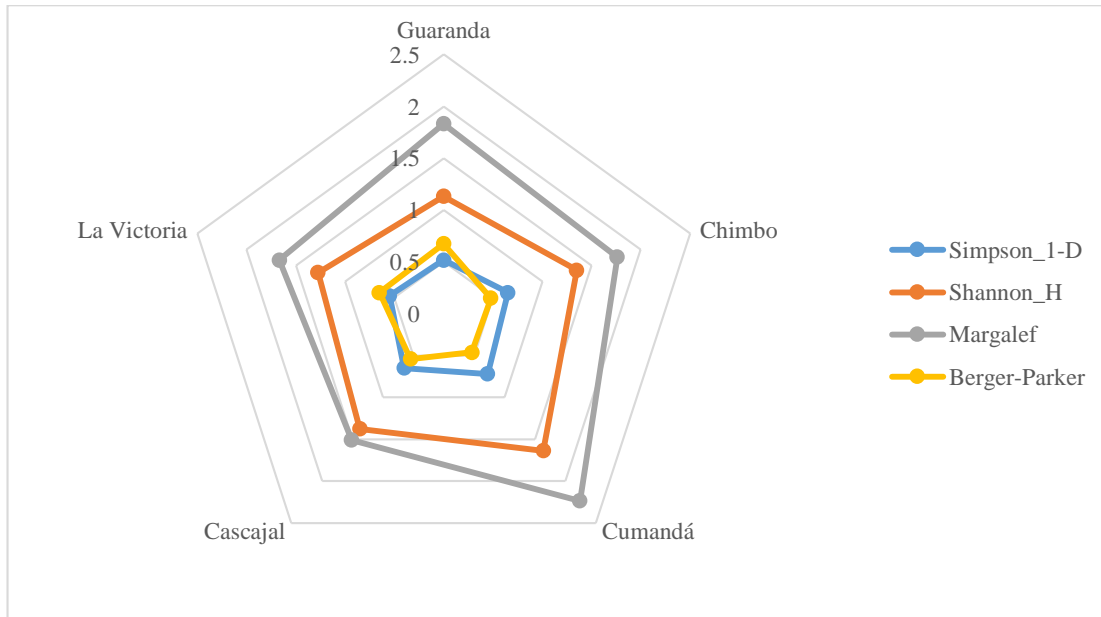


Gráfico 1-3: Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato arena

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.1.7.3. Índices de diversidad alfa en rocas

Por otro lado, la recolección cuantitativa en rocas (Tabla 9-3), demostró que la Cuenca del Río Chimbo presenta una diversidad media de macroinvertebrados acuáticos lo cual se evidencia con el índice de Margalef, siendo las estaciones más diversas Cumandá y Cascajal con (2.37). Por otro lado, los índices de Simpson Y Berger-Parker demostraron que la dominancia en las estaciones de muestreo no es significativamente diferente. En ese mismo sentido el índice de Shannon-Wiener indicó que las estaciones tienen baja equidad en relación individuos por familia.

Tabla 9-3: Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato rocas

Índices Alfa	Guaranda	Chimbo	Cumandá	Cascajal	La Victoria
Simpson_1-D	0.3512	0.7747	0.689	0.8767	0.7878
Shannon_H	0.769	1.901	1.561	2.247	1.786

Margalef	0.8298	2.331	2.37	2.37	1.7
Berger-Parker	0.7984	0.4107	0.4563	0.1949	0.3493

Realizado por: Paredes, T. 2021

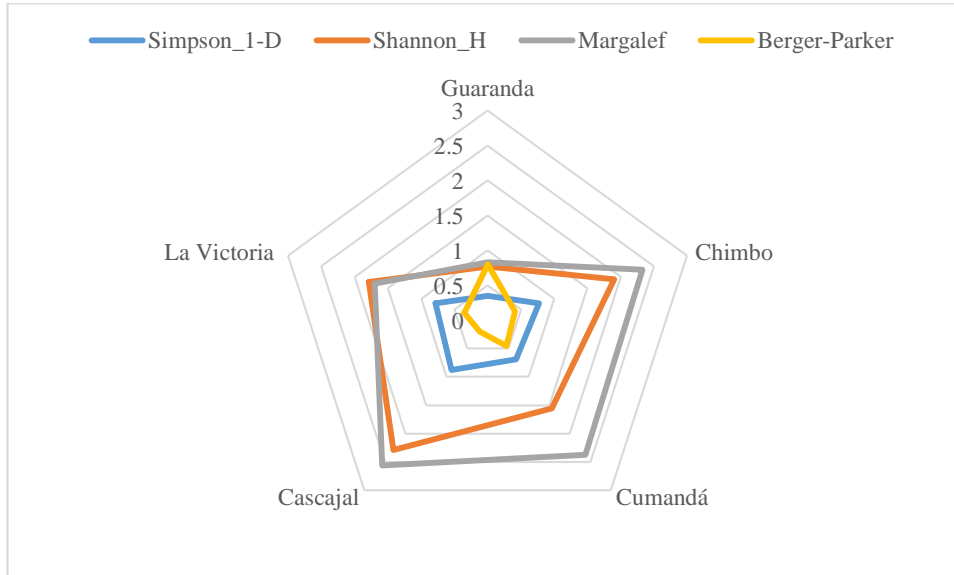


Gráfico 2-3: Índices de diversidad alfa en las estaciones de muestreo, sustrato rocas

Realizado por: Paredes, T. 2021

Las estaciones de muestreo ubicadas a lo largo de la cuenca del Río Chimbo mostraron una riqueza media de macroinvertebrados con respecto a Margalef, además no presentan dominancia significativa y poseen baja equidad, por otro lado; en el estudio realizado en la microcuenca del Río Nagsiche por Recalde Moreno y Carrión (2017); presentan riqueza baja, de la misma manera no presenta dominancia significativa, en cambio, su equidad es alta, en los resultados de Vega Chugchilán (2018) en el río Pilalo presenta riqueza moderada, además una alta dominancia de especies de macroinvertebrados y una equidad moderada de los mismos. Se compara estos resultados porque el área de estudio presenta características similares (temperatura, altitud, clima). Los resultados de los índices de diversidad alfa se relacionan con la calidad de agua debido a la tolerancia de forma que su variación y diversidad en tiempo y espacio es directamente proporcional a la calidad del ecosistema (Carrillo Florán, et al., 2017).

3.1.8 Índice de diversidad beta

3.1.8.1 Análisis de diversidad beta en la Cuenca del Río Chimbo

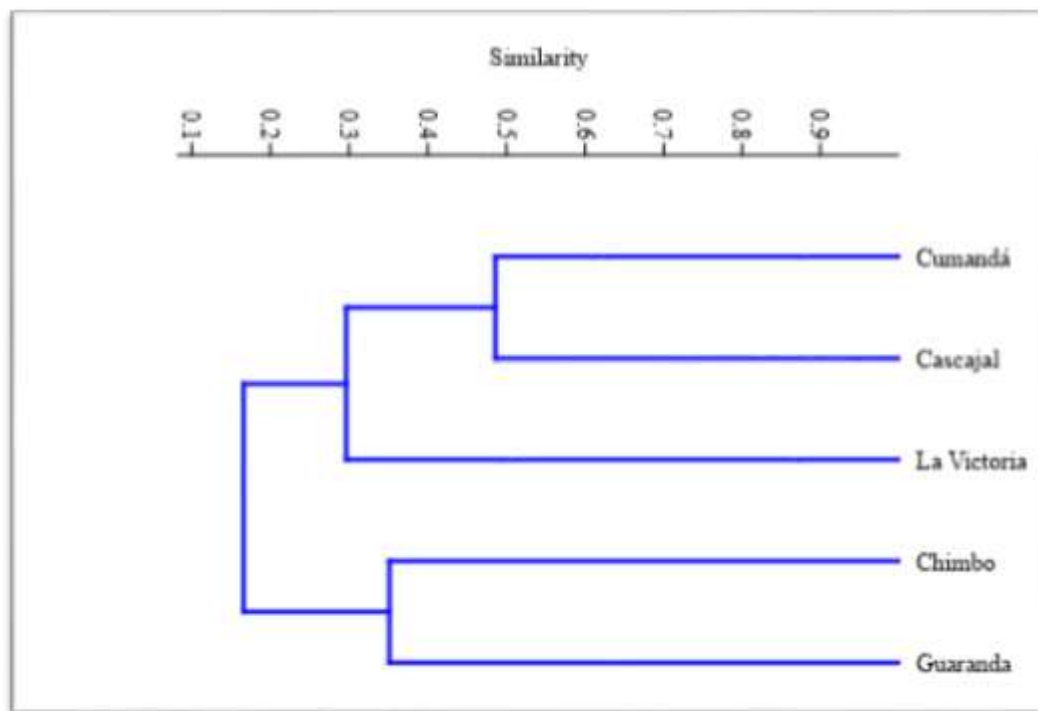


Figura 1-3: Dendrograma de similitud Bray-Curtis

Realizado por: Paredes, T. 2021

Considerando que el Índice de Bray-Curtis mide la similitud en la composición de la diversidad en diferentes sitios de estudio, se aprecian dos grupos (figura 1-3); el primer grupo lo conforman 3 estaciones, Cumandá, Cascajal y La Victoria, además de que entre las estaciones Cumandá y Cascajal forman un subgrupo; mientras que el segundo grupo lo conforman las estaciones Chimbo y Guaranda. Los dos grupos tienen una similitud parecida, es así que, el primer grupo tiene una similitud de 0.3 mientras que en el segundo grupo es de 0.35, es decir todas las estaciones tienen varias especies en común entre sí.

3.2. Calidad ecológica de la Cuenca del Río Chimbo

3.2.1. *Índices biológicos*

3.2.1.1. *Índice de modo de nutrición*

A continuación, se presenta las fichas que caracterizan las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en la cuenca del Río Chimbo.

Tabla 10-3: Ficha de la familia Physidae



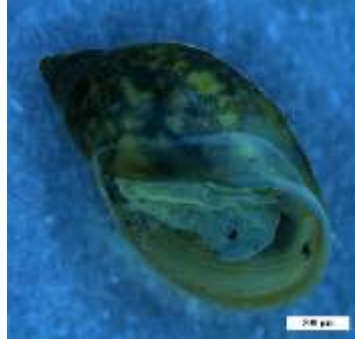
FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°1	
Clase: Gastropoda	Orden: Pulmonata	
Familia: Physidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Estos individuos poseen una concha alargada sin opérculo (González, et al., 2017) y sinistrógira; es decir, las curvas van en sentido antihorario y su apertura va en el lado izquierdo (Paiz & Reyes, 2012). Las conchas de estas especies son globosas y cónicas de tamaño menor a 20 mm de diámetro, delicadas y translúcidas, de colores claros o córneos. Algunas especies de Physidae tienen un borde extendido del manto que puede cubrir en parte la concha (Linares, et al., 2018).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan en todo tipo de agua y son muy resistentes a la contaminación (Paiz & Reyes 2012; Linares et al. 2018)</p> <p>Modo de nutrición: Ramoneador (Tachet et al., 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 3</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
	Vista Lateral	
		

Tabla 11-3: Ficha de la familia Hydridae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°2
Clase: Hidrozoa	Orden: Hidroida
Familia: Hydridae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Estos organismos conocidos como hidras son muy pequeños y pertenecen al mismo filo que los corales (Brusca y Brusca, 2005), su cuerpo es cilíndrico (Salas & Salas, 2017), el tamaño varía entre 2 y 25 mm de longitud, poseen entre 5 y 8 tentáculos. su color frecuentemente es verde, pero este varía dependiendo de su alimentación. Presentan reproducción sexual y asexual (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan en aguas con corrientes poco profundas; están adheridas a la vegetación, rocas y troncos, se desarrollan a temperaturas de 20°C, aguas ligeramente duras y bien oxigenadas; características propias de aguas limpias (Roldán, 1996).</p> <p>Modo de nutrición: Predador (Novelo Gutierrez, 2007).</p> <p>Valor BMWP/Col: 10</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 11-3: Ficha de la familia Glossiphoniidae

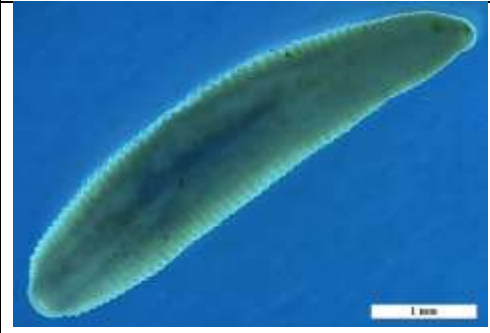


FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°3
Clase: Hirudinea	Orden: Rhynchobdellida
Familia: Glossiphoniidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Estos organismos se conocen comúnmente como sanguijuelas (González et al., 2017), se caracteriza por la presencia de dos ventosas, una anterior que rodea la boca y otra caudal, que son utilizadas para adherirse fuertemente al sustrato, su cuerpo está formado por 34 segmentos, cada segmento posee un ganglio y un par de nervios (Gullo, 2014). Presentan cuerpo aplanado dorsal y ventralmente; es más ancho en la cabeza; poseen de 1-4 pares de ojos (Thorp, Rogers & Dimmick, 2014). Su coloración varía desde blanco o casi transparente hasta oscuro, a veces moteado o con rayas (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Los hirudíneos tienen gran concentración en la vegetación sumergida y son escasos a grandes profundidades debido a la falta de vegetación, sustratos adecuados y nutrientes (Gullo, 2014). Se alimentan de otros macroinvertebrados como oligoquetos y caracoles (González, et al., 2017).</p> <p>Modo de nutrición: Chupador predador (Tachet, et al., 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 3</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 12-3:Ficha de la familia Elmidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 4	
Clase: Insecta	Orden: Coleoptera	
Familia: Elmidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas de esta familia presentan formas de cuerpo variables cilíndrica, subcilíndrica o aplanada con branquias caudales (González, et al., 2017). Su cuerpo es duro con diversas hendiduras, patas en cinco segmentos y agallas retráctiles en el último segmento del abdomen, las cuales son protegidas por un opérculo (Paiz y Reyes, 2012), el abdomen presenta líneas suturales en los segmentos 1 a 6 ó 1 a 8; habitualmente tienen una protuberancia en la base de la mandíbula que tiene pubescencias similares a un cepillo (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>La mayoría de los élmidos viven en aguas torrentosas, todas las especies son acuáticas y viven bajo las rocas, dentro de raíces. Esta familia es sensible a condiciones de turbidez del agua asociado al transporte de sedimentos (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Ramoneador (Cummins, et al., 2005)</p> <p>Valor BMWP/Col: 6</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 13-3: Ficha de la familia Psephenidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 5
Clase: Insecta	Orden: Coleoptera
Familia: Psephenidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas son completamente acuáticas; su cuerpo es de forma ovalada o circular y son muy aplanados dorsal y ventralmente (González, et al., 2017), la cabeza, patas y branquias están ocultas debajo de los amplios escleritos pleurales, esta característica los distingue de otros insectos acuáticos (Arce-Pérez y Shepard 2001); presentan antenas largas y procoxas salientes (Shepard y Megna, 2015).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan sobre rocas o troncos, en lugares húmedos, cerca de orillas, en ríos y arroyos. Se alimentan de algas que están adheridas al sustrato y son muy importantes como indicadores de la calidad del agua (González. et al., 2017).</p> <p>Modo de nutrición: Raspador (Arroyo Jaramillo, 2007; Cummins, et al., 2005)</p> <p>Valor BMWP/Col: 10</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 14-3: Ficha de la familia Blephariceridae

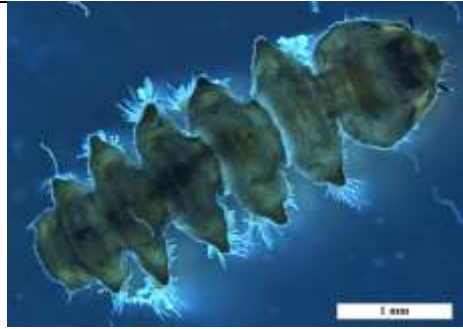
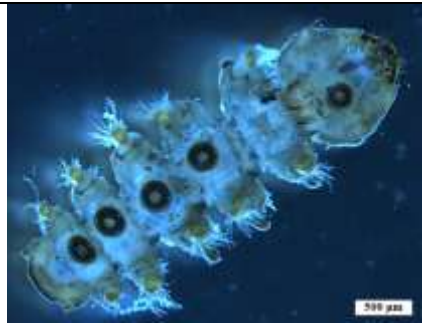

FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 6
Clase: Insecta	Orden: Díptera
Familia: Blephariceridae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Los individuos (larvas) de esta familia tienen forma subcilíndrica con la parte ventral aplanada, el cuerpo está claramente segmentado, con 5 constricciones dando así 6 segmentos, el primero contiene cabeza, tórax y primer segmento abdominal y la última contiene los segmentos abdominales VII-X (González, et al., 2017). Presentan ventosas ventrales en cada segmento que le permite adherirse al sustrato (Gil-Azevedo, 2018). Estos organismos llegan a medir entre 7.0 – 8.0 mm, además presentan un pseudópodo dorsal (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Regularmente están adheridas en piedras y rocas en zonas de rápidos y saltos de agua, se alimentan de perifiton (González et al. 2017). Indicadores de aguas muy oxigenadas y limpias (Roldán, 1996).</p> <p>Modo de nutrición: Raspadores (Cummins, Merritt y Andrade, 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col: 10</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 15-3: Ficha de la familia Chironomidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 7	
Clase: Insecta	Orden: Díptera	
Familia: Chironomidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas de esta familia son de forma un poco curva, delgada y cilíndrica, con la cabeza pequeña y endurecida debido a la cápsula craneal que es completamente quitinizada, la misma es de color café claro o marrón. Bajo la cabeza se encuentran dos estructuras en formas de patas pequeñas (Barba-Álvarez, et al., 2013). Tienen prolongaciones en el último segmento abdominal, poseen 12 segmentos corporales (Roldán, 1996).</p> <p>De tamaño variable desde pocos milímetros a más de 20; segmentos torácicos diferenciados no más anchos que los segmentos abdominales, el abdomen no es ensanchado apicalmente (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Se los puede hallar bajo cualquier tipo de sustrato, fangoso, limo arcilloso, arenoso, grava, canto rodado y rocas, sobre vegetación sumergida; prefieren lugares remansados y protegidos de las fuertes corrientes (González, et al., 2017). Indicadores de aguas mesoeutróficas (Roldán, 1996).</p> <p>Modo de nutrición: Limnivoro (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 2</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 16-3: Ficha de la familia Dolichopodidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tifany Paredes	Ficha N° 8
Clase: Insecta	Orden: Diptera
Familia: Dolichopodidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica: Estos individuos tienen cuerpo blanquecino, relativamente delgado con hendiduras rastreras distintas en los segmentos 4 a 11 (Brooks, 2005). Poseen una cápsula cefálica reducida a un par de varillas metacefálicas. En el último segmento abdominal tienen 4 lóbulos suaves (Paiz & Reyes, 2012). Además en la región intersegmental tienen una franja de microsetas negras (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica: Habitan en la arena o el barro y entre la vegetación podrida en manantiales, ríos de corriente lenta; Se alimentan de pequeños artrópodos y oligoquetos (Murray-Darling Fres, 2009).</p> <p>Modo de nutrición: Chupador Predador (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 4</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 17-3: Ficha de la familia Muscidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 9
Clase: Insecta	Orden: Diptera
Familia: Muscidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica: Las larvas de estos organismos son de forma subcilíndricas, en la región anterior puntiaguda, están segmentados, presentan tubérculos en los segmentos torácicos y abdominales (Fernández y Domínguez, 2001), que los utilizan para arrastrarse, presentan una propata posterior y espiráculos. La cabeza se encuentra incompleta, reducida y normalmente retráctil (Paiz y Reyes, 2012). Habitualmente son de color blanco, con esqueleto cefaloraquídeo muy reducido (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica: Se encuentran dentro de los márgenes de las quebradas con corrientes lentas o rápidas. Se alimentan de insectos principalmente otros dípteros (Murray-Darling, 2009).</p> <p>Modo de nutrición: Chupador Predador (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 2</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 18-3: Ficha de la familia Psychodidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N° 10	
Clase: Insecta	Orden: Diptera	
Familia: Psychodidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Larvas apnéusticas o metapnéusticas, generalmente anilladas y con segmentos secundarios, con placas diferenciadas esclerotizadas en la mayoría de los segmentos (Fernández y Domínguez, 2001). De tamaño pequeño, carentes de propatas u otra protuberancia corporal. En la parte ventral se pueden distinguir una serie de ventosas que sirven para adherirse a piedras (Paiz y Reyes, 2012), con cabeza fuertemente esclerotizada, los espiráculos posteriores se encuentran en el ápice de un sifón respiratorio y rodeados de lóbulos con setas (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Suelen encontrarse en los sustratos de los ríos limpios, encima de rocas y piedras, sin embargo, algunas especies son capaces de tolerar agua caliente, eutrofizada o alterada por químicos. Se alimentan de microorganismos o detritos finos (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Raspador (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 19-3: Ficha de la familia Simuliidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 11
Clase: Insecta	Orden: Diptera
Familia: Simuliidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas de esta familia tienen cuerpo cilíndrico y ligeramente curvo, su color es variable, ventralmente puede ir desde blanquecino a verde o marrón oscuro. Cabeza bien diferenciada y esclerotizada, (González, et al., 2017). Cápsula cefálica habitualmente tiene un par de estructuras en forma de abanicos dorso-laterales labrales; abdomen ensanchado apicalmente (Fernández y Domínguez, 2001). Prolongaciones presentes en segmentos anteriores y posteriormente con un disco adhesivo, larva apneústica (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica</p> <p>Habitan adheridas a las piedras del fondo del agua. Se les puede localizar desde aguas limpias hasta contaminadas. La principal fuente de alimentación proviene de las partículas en suspensión del agua (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Filtrador (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 8</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 20-3: Ficha de la familia Tipulidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha: N° 12	
Clase: Insecta	Orden: Díptera	
Familia: Tipulidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica: Las larvas son fáciles de reconocer por su forma cilíndrica, con ausencia de estructuras en el cuerpo, una cabeza reducida o totalmente retraída en el tórax y engrosamiento en los últimos segmentos abdominales para algunos géneros (Paiz y Reyes, 2012). Discos ventrales ausentes, coloración amarilla, beige, blanca y café, de tamaño variable entre 2 y 28.5 mm de longitud (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica: Principalmente en sistemas acuáticos con aguas en movimientos , se alimentan de partículas que se encuentran en suspensión en el agua (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: : Detritívoro (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 3</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
	Vista Lateral	
		

Tabla 21-3: Ficha de la familia Baetidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 13
Clase: Insecta	Orden: Ephemeroptera
Familia: Baetidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Ninfas de tamaño variable (2,0-22,0 mm). Cabeza hipognata, antenas cortas, ojos compuestos y ocelos laterales (Flowers y De la Rosa, 2010). La característica principal de esta familia son las agallas abdominales ovaladas acorazonadas ; lamelas simples, dobles o triples, no terminan en filamentos; márgenes interiores de agallas enteras rara vez divididos (Roldán, 1996); estas agallas están presentes desde el segmento 1 hasta el 7 de acuerdo al género (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan en casi todos los ambientes y de acuerdo al género ocupan hábitats específicos dentro de un río y su alimentación se basa en detritos y algas (Fernández y Domínguez, 2001).</p> <p>Modo de nutrición: Ramoneador (Tachet, et al. 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
	Vista Lateral
	

Tabla 22-3: Ficha de la familia Leptophlebiidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 14
Clase: Insecta	Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Presencia de siete branquias bífidas en forma de pelos en posición lateral (Olaya, 2013), el cuerpo tiene una longitud entre 5-6 mm, filamento caudal, presentan labro caudal ancho; palpo labial trisegmentado, segmento 1 robusto con setas simples largas, segmento 2 más largo y con setas esparcidas, segmento 3 grueso y más pequeño que los anteriores, presenta uñas tarsales (Muñoz y Ospina, 1999).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Viven en sustratos pedregosos con corriente rápida, en aguas turbias y cálidas entre vegetación y residuos vegetales, indicadores de aguas medianamente contaminadas (Muñoz y Ospina 1999.; Roldán 2003; 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Ramoneador (Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col: 9</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 23-3: Ficha de la familia Tricorythidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 15	
Clase: Insecta	Orden: Ephemeroptera	
Familia: Tricorythidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Individuos con cuerpos algo aplanados con mesotórax grande; poseen branquias abdominales, dichas branquias en segundo segmento abdominal son operculadas y cubren todos los pares de branquias subsiguientes (Segnini, et al., 1996). Tienen tres filamentos caudales del mismo tamaño. Una característica notoria es la presencia de cabeza prognota labio con glosa y proglosas cortas y poco desarrolladas (Domínguez, et al., 2006).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Son individuos ágiles con cierta preferencia por sustrato, pedregoso, rocoso, ya sea en rápidos o en remansos; con aguas de Ph ácido (Muñoz y Ospina 1999a).</p> <p>Modo de nutrición: Ramoneador (Tachet, et al., 2010).</p> <p>Valor BMWP/Col: N/S</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 24-3: Ficha de la familia Naucoridae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 16	
Clase: Insecta	Orden: Hemiptera	
Familia: Naucoridae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Son insectos pequeños a medianos entre 5-20 mm, de colores apagados y reconocibles por su cuerpo de forma ovalada y aplanado dorsoventralmente. Rostro corto y robusto (Fernández y Domínguez, 2001), tienen el primer par de patas engrosadas (patas raptorias) para capturar presas (Roldán, 1996). Proboscis más corta que los fémures anteriores y gruesa en la base (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Suelen vivir principalmente en arroyos y ríos pedregosos, sujetos a las rocas del fondo, raíces. Se alimentan de insectos acuáticos larvas de mosquitos y quironómidos (Fernández y Domínguez, 2001).</p> <p>Modo de nutrición: Predador (Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 25-3: Ficha de la familia Corydalidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Nº Ficha: 17	
Clase: Insecta	Orden: Megaloptera	
Familia: Corydalidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Larvas que tienen 8 pares de filamentos o apéndices laterales en el abdomen no segmentado o imperfectamente segmentado 1-8, presentan 2 propatas anales en el ápice del abdomen cada una con un par de uñas (Paiz y Reyes, 2012). Puede alcanzar un tamaño de 70 mm a 80 mm de longitud (Roldán, 1996). La cabeza presenta mandíbulas robustas, presentan pronoto característico en esta familia, los segmentos abdominales presentan un par de penachos de branquias traqueales cortas, en el vientre (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Las larvas viven en el medio acuático, donde mudan al menos 10 veces en el año, son predadores generalistas e incluso caníbales y a veces carroñeros, están presentes en ríos pedregosos y con cierta turbulencia y no muy profundos (Fernández y Domínguez, 2001).</p> <p>Modo de nutrición: Predador (Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col:</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 26-3: Ficha de la familia Glossosomatidae

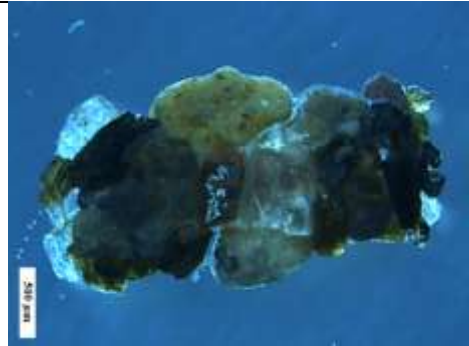


FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Nº Ficha: 18
Clase: Insecta	Orden: Trichoptera
Familia: Glossosomatidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas presentan pseudopatas anales, construyen capullos con forma de caparazón de tortuga, con dos orificios ventrales, por el anterior sacan la cabeza y las patas torácicas y por el posterior las pseudopatas anales (Fernández y Domínguez, 2001). El caparazón puede ser de arena o piedritas, las larvas suelen abandonar rápidamente el caparazón en condiciones de estrés (Paiz y Reyes, 2012). La parte media anal está fuertemente unida con el segmento abdominal IX o parcialmente unida a dicho segmento (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Se encuentran en aguas con movimiento, con gran cantidad de oxígeno disuelto, adheridos a rocas. Se alimentan de diatomeas o detrito fino que lo obtienen de raspar la parte superior de piedras (Guevara y Madrigal, [sin fecha]).</p> <p>Modo de nutrición: Raspador (Tachet, et al., 2010)</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 27-3: Ficha de la familia Hydrobiosidae


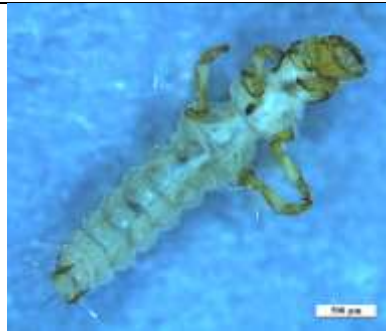

FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 19	
Clase: Insecta	Orden: Trichoptera	
Familia: Hydrobiosidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Esta familia tiene larvas que poseen pseudopatas anales largas (Dominguez y Fernández, 2009) con patas anteriores queladas es decir, tibia, tarso y uña cierran en pinza sobre una proyección baso- distal del fémur (Palma, 2013); no construyen ningún estuche, excepto cuando pasan al estado de pupa, el cual es protegido por un refugio de piedras (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Las larvas son de vida libre, se las localiza principalmente en las piedras de corrientes de agua fría de las montañas. Son predadores de otros insectos acuáticos (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Predador (Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col: 9</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
	Vista Lateral	
		

Tabla 28-3: Ficha de la familia Hydropsychidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 20
Clase: Insecta	Orden: Trichoptera
Familia: Hydropsychidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Las larvas están segmentadas, el segmento abdominal II tiene dos pares de placas dorsales. Posee branquias, patas medias con tibia y tarso fusionados, patas anteriores y medias raptoras (Dominguez y Fernández, 2009). Su cuerpo es frecuentemente curvado en forma de “C”, cabeza más o menos aplanada dorsalmente. Los tres segmentos torácicos están completamente esclerotizados (González, et al., 2017). Su tamaño es de mediano a grande entre 12 y 40 mm y presenta algunos pelos del abdomen muy ensanchados y escamosos (Palma, 2013).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Construyen refugios con piedras, hojas u otras que les permiten fijarse en sustratos de ríos con temperatura media y poca velocidad; su principal fuente de alimento son las diátomeas y partículas finas presentes en el río (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Filtrador (Tachet, et al., 2010)</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 29-3: Ficha de la familia Hydroptilidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 21	
Clase: Insecta	Orden: Trichoptera	
Familia: Hydroptilidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Organismos de tamaño variable entre 3.4 y 4.0 mm (Roldán, 2012) Por su tamaño muy pequeño se los llama microtricópteros; el dorso tiene tres segmentos esclerotizados (González, et al., 2017), su abdomen carece de agallas branquiales a ambos lados del vientre, y dos a tres pelos en la base de la uña anal; las larvas de tamaño muy pequeño (Roldán, 1996).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Se encuentran en sitios lenticos, habitualmente en las superficies rocosas y entre algas filamentosas o vegetación acuática, se alimentan de algas filamentosas verdes y rojas (Murray-Darling, 2009).</p> <p>Modo de nutrición: Raspadores (Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 30-3: Ficha de la familia Leptoceridae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 22	
Clase: Insecta	Orden: Trichoptera	
Familia: Leptoceridae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>El tamaño de las larvas es mediano va de 7 hasta 19 mm. La cabeza raramente presenta antenas cortas (Palma, 2013); más bien presentan antenas prominentes de longitud normal o muy larga, al menos 6 veces más largas que anchas, con patas posteriores largas, tiradas hacia adelante, estas son más alargadas que los otros dos pares de patas (Roldán, 1996). Abdomen con branquias simples; construyen capullos cónicos con materiales diversos (Fernández y Domínguez, 2001). El cuerpo de las larvas suele ser alargado y frágil. Mesonoto y metanoto esclerotizado (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Esta familia vive en pozas, orillas de lago y en sectores con escasa velocidad en la corriente (Palma, 2013), es decir viven en diversos ambientes acuáticos y sus refugios están fijados las sustrato, se las considera casas portátiles de diferentes formas y materiales, para la construcción de su refugio utilizan seda producida por la glándula bucal (Springer, 2010).</p> <p>Modo de nutrición: Raspador (Tachet, et al., 2010)</p> <p>Valor BMWP/Col: 8</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 31-3: Ficha de la familia Lumbricidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 23
Clase: Oligochaeta	Orden: Crassicitellata
Familia: Lumbricidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Organismos de tamaño variable (Roldán, 2003). De origen acuático, mantienen aún características propias del medio: respiración cutánea. Cuerpo cilíndrico y segmentado (metámeros) con presencia de setas (González, et al., 2017).</p> <p>Presentan prostomio con o sin proboscis. Haces dorsales y ventrales con dos quetas unicúspides o bífidas con diente superior reducido (Fernández y Domínguez, 2001).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Se considera organismos resistentes a la contaminación por su amplia tolerancia (González, et al., 2017), Su alimento consiste básicamente en algas filamentosas, y detritos de plantas y animales (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Filtrador (Marques, et al., 1999).</p> <p>Valor BMWP/Col: No considerado</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 32-3: Ficha de la familia Tubificidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 24	
Clase: Oligochaeta	Orden: Haplotaxidae	
Familia: Tubificidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Organismos en forma de tubo, con la partes posterior del cuerpo en la interfase agua-sedimento, se reproducen generalmente de forma sexual, los órganos reproductores resultan indispensables para su reconocimiento (Fernández y Domínguez, 2001), su tamaño varía entre 1 y 30 mm de largo y de ancho 0,5 y 1,1 mm (Roldán, 2003).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Se usan como bioindicadores. Soportando condiciones muy desfavorables de oxígeno y altas concentraciones de sustancias tóxicas como metales pesados, detergentes, pesticidas y herbicidas (Paiz y Reyes, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Detritívoro (Rivera Usme, et al., 2013)</p> <p>Valor BMWP/Col: 1</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 33-3: Ficha de la familia Hyalellidae




FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS		
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 25	
Clase: Malacostra	Orden: Amphipoda	
Familia: Hyalellidae	Registro fotográfico	
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Organismos de tamaño entre 5.0 y 10.0 mm, desde el extremo de la cabeza hasta el último segmento de la cola; son de tonalidad blanquecina o amarillenta (Roldán, 2012). Son segmentados, cada segmento en el tórax lleva un par de apéndices, con un total de 7 pares de patas ambulatorias (González, et al., 2017).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan en zonas loticas y lenticas de quebradas, además se alimentan de materia orgánica en descomposición, si el sitio presenta estas características se forman poblaciones numerosas (Roldán, 2012).</p> <p>Modo de nutrición: Limnivoro (Rivera Usme, et al., 2013).</p> <p>Valor BMWP/Col: 7</p>	Vista Dorsal	
		
	Vista Ventral	
		
Vista Lateral		
		

Tabla 34-3: Ficha de la familia Dugesiidae



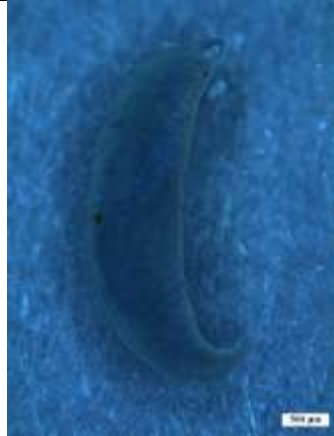
FICHA TÉCNICA DE MACROINVERTEBRADOS	
Investigador: Tiffany Paredes	Ficha N°: 26
Clase: Rhabditophora	Orden: Tricladida
Familia: Dugesiidae	Registro fotográfico
<p>Descripción morfológica:</p> <p>Organismos que miden entre 2.0 y 30.0 mm (Roldán, 2012), su coloración dorsal es café claro con manchas café oscuro y la región ventral es aún más clara, llegando a ser casi beige (Muñoz y Vélez, 2007); tienen dos ojos bien visibles y generalmente son de color oscuro (Palma, 2013), su cuerpo presenta una cavidad gastrovascular y presentan una sola abertura que funciona como boca y ano a la vez, presentan mucosidad en su cuerpo (Roldán, 2003).</p> <p>Caracterización ecológica:</p> <p>Habitan diferentes tipos de sustrato y de condiciones de corriente, siendo en general termófilas. Son activas predadoras de pequeños invertebrados, pudiendo ser muy resistentes a la polución orgánica (Oscos, 2009).</p> <p>Modo de nutrición: Predadores (Hamrsky, 2018; Cummins, et al., 2005).</p> <p>Valor BMWP/Col:7</p>	Vista Dorsal
	
	Vista Ventral
	
Vista Lateral	
	

Tabla 35-3: Modo de Nutrición por familia

FAMILIA	MODO DE NUTRICIÓN
Physidae	Rm= Ramoneador (Tachet et al., 2010)
Hydridae	P= Predador (Ode, 2003)
Glossiphoniidae	ChP= Chupador Predador (Tachet et al., 2010)
Psephenidae	Rs= Raspadores (Cummins, et al., 2005)
Blephariceridae	Rs= Raspadores (Cummins, et al., 2005)
Chironomidae	L= Limnivoro (Tachet, et al., 2010)
Dolichopodidae	ChP=Chupador Predador (Tachet et al., 2010)
Leptophlebiidae	Rm= Ramoneador (Cummins, et al., 2005)
Muscidae	ChP=Chupador Predador (Tachet, et al., 2010)
Psychodidae	Rs= Raspadores (Tachet, et al., 2010)
Simuliidae	F=Filtradores (Tachet, et al., 2010)
Syrphidae	F=Filtradores (Tachet, et al., 2010)
Tipulidae	D=Detritívoro (Tachet, et al., 2010)
Baetidae	Rm= Ramoneador (Tachet, et al., 2010)
Naucoridae	P= Predador (Cummins, et al., 2005)
Corydalidae	P= Predador (Cummins, et al., 2005)
Glossosomatidae	Rs= Raspadores (Tachet, et al., 2010)
Hydrobiosidae	P= Predador (Cummins, et al., 2005)
Hydropsychidae	F=Filtrador (Tachet, et al., 2010)
Leptoceridae	Rs= Raspadores (Tachet, et al., 2010)
Lumbricidae	F=Filtrador (Cummins, et al., 2005)
Tubificidae	D=Detritívoro (Rivera Usme, et al., 2013)
Hyaellidae	L= Limnivoro (Rivera Usme, et al., 2013)
Dugesidae	P= Predador (Cummins, et al., 2005)
Trycorithidae	Rm= Ramoneador (Tachet, et al., 2010)
Helicopsychidae	Rs= Raspadores (Tachet, et al., 2010)

Realizado por: Paredes, T. 2021

Los grupos nutricionales considerados para comunidades de macroinvertebrados son 11, de los cuales 4 (Herbívoros, Chupadores Herbívoros, Omnívoros y Suctores) no se encontraron en la cuenca del río Chimbo debido a la carencia del hábitat adecuado para su desarrollo. Por otra parte, los otros grupos nutricionales encontrados son: Chupadores Predadores con las familias Glossiphonidae, Dolichopodidae, Muscidae; Detritívoros con las familias Tipulidae, Tubificidae; Limnivoros con las familias Chironomidae, Hyalellidae; Predadores con las familias Naucoridae, Corydalidae, Hydrobiosidae, Dugesidae, Hydridae; Ramoneadores con las familias Physidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Trycorithidae; el grupo mejor representado con 6 familias, Psephenidae, Blephariceridae, Psychodidae, Glossosomatidae, Leptoceridae, son los Raspadores.

3.2.1.2. Análisis del Índice de modo de nutrición (IMN)

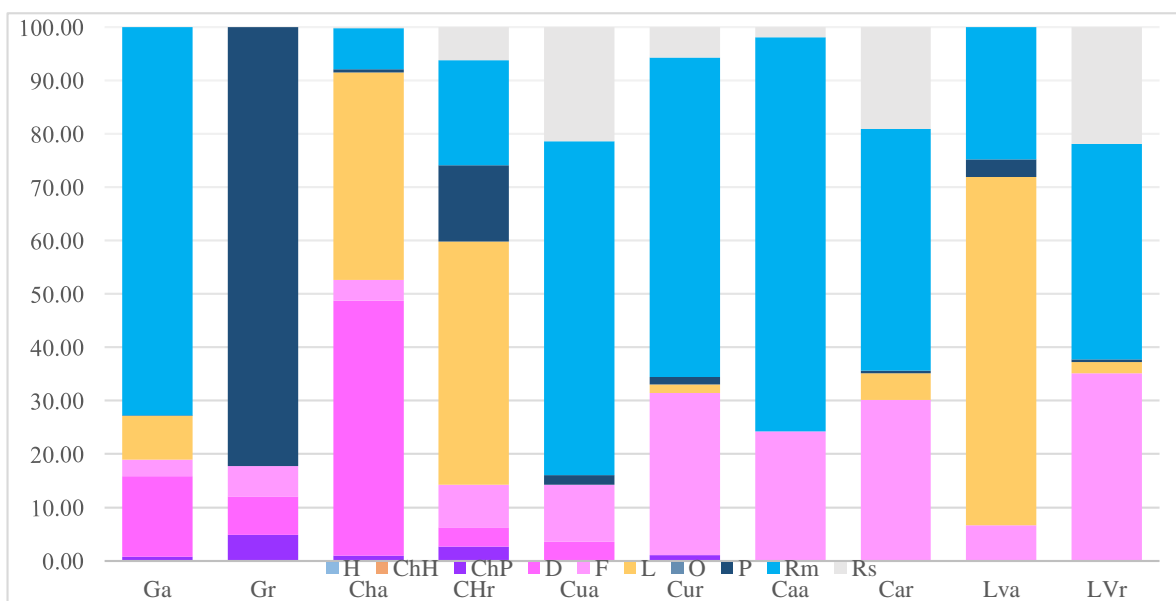


Gráfico 3-3: Índice de Modo de Nutrición por estación de muestreo y sustrato

Realizado por: Paredes, T. 2021

En el gráfico 3-3, se puede observar los grupos de nutrición presentes en cada estación de muestreo, especificando el sustrato en el que se recolectaron. Así también, se puede evidenciar que los Ramoneadores están presentes en todas las estaciones con un porcentaje representativo. En cambio, el grupo de los Raspadores está ausente en 4 estaciones que son; Guaranda arena (Ga), Guaranda roca (Gr), Chimbo arena (Cha), La Victoria arena (LVa).

Tabla 36-3: Clase y Significado del Índice de Modo de Nutrición

ESTACIONES	IMN	CLASE	SIGNIFICADO
Ga	40	III	Red trófica poco diversificada
Gr	25	IV	Red trófica simplificada
Cha	43	III	Red trófica poco diversificada
Chr	55	II	Red trófica diversificada
Cua	41	III	Red trófica poco diversificada
Cur	38	III	Red trófica poco diversificada
Caa	23	IV	Red trófica simplificada
Car	41	III	Red trófica poco diversificada
Lva	34	IV	Red trófica simplificada
Lvr	46	III	Red trófica poco diversificada

Realizado por: Paredes, T. 2021

Según Segnini (2003), los cambios en el estado ecológico se caracterizan por la integridad biótica , las interacciones bióticas, la morfología del hábitat, el régimen de flujos y por supuesto la calidad del agua, que se relaciona directamente con todos los elementos mencionados anteriormente. Entonces, los grupos de nutrición abordan estudios de control ambiental, debido a que ofrecen resultados fiables y comparables (Ortiz, 2016).

Una vez aplicado el Índice de Modo de nutrición en la cuenca del río Chimbo se ha identificado 3 niveles de calidad los cuales son, Red trófica poco diversificada, Red trófica simplificada, Red trófica diversificada. Es decir que el hábitat se encuentra, medianamente estresado y fuertemente estresado.

3.2.1.3. Índice BMWP/Col

Tabla 37-3: BMWP/COL aplicado a las estaciones de muestreo y sustrato.

FAMILIA	GUARANDA		CHIMBO		CUMANDA		CASCAJAL		LA VICTORIA	
	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
Physidae	3	3	3	3		3		3	3	3
Hydriadae			10	10			10	10		
Glossiphoniidae	3	3	3	3		3				
Elmidae			6		6	6			6	6
Psephenidae			10	10		10		10		10
Blephariceridae					10	10	10	10		
Chironomidae	2	2	2	2		2		2	2	2
Dolichopodidae	4									
Muscidae	2									
Psychodidae					7	7		7		7
Simuliidae	8		8	8	8		8	8	8	8
Tipulidae	3				3					
Baetidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Leptophlebiidae					9	9	9	9	9	9
Tricorythidae								N/S	N/S	N/S
Naucoridae					7				7	7
Corydalidae						6		6		

Glossosomatidae						7				
Hydrobiosidae	9					9				
Hydropsychidae	7		7	7	7	7	7	7	7	7
Hydroptilidae								7		7
Leptoceridae				8		8	8	8		
Lumbricidae										
tubificidae	1	1	1	1	1					
Hyalellidae			7	7						
Dugesiidae			5	5		5				
TOTAL	49	16	69	71	65	99	59	94	49	73
BMWP/Col	Dudosa	Critica	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Dudosa	Aceptable	Dudosa	Aceptable
CLASE	III	IV	II	II	II	II	III	II	III	II

Realizado por: Paredes, T. 2021

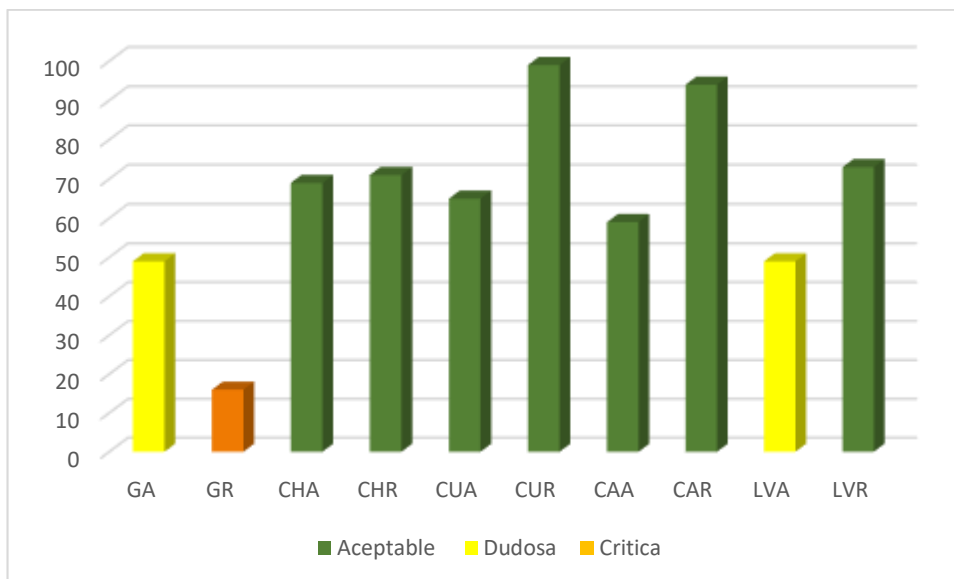


Gráfico 4-3: BMWP/Col por estación y sustrato

Realizado por: Paredes, T. 2021

En el gráfico 4-3, se observa los valores obtenidos del BMWP/Col, en la cuenca del río Chimbo, basados en este índice existe ACEPTABLE, en los puntos Chimbo arena (CHa), Chimbo roca (CHr), Cumandá arena (CUa), Cumandá Roca (CUr), Cascajal arena (CAa), Cascajal roca (Car), La Victoria roca (LVr); esto significa que las aguas presentan una ligera contaminación, por otro lado en Guaranda arena (Ga) y La Victoria arena (LVa), presentan calidad DUDOSA, es decir el agua se encuentra moderadamente contaminada, y en calidad CRÍTICA esta Guaranda roca (Gr) lo cual quiere decir, aguas muy contaminadas.

El índice BMWP/Col ha sido uno de los más aplicados en zonas tropicales (Encalada, 2000). Debido a que es un método sencillo, rápido y eficaz para evaluar la calidad de agua usando macroinvertebrados, a través de datos cualitativos (Bueñaño, et al., 2018). En la microcuenca del Río Blanco ubicada en la provincia de Tungurahua según en un estudio realizado en 2018 por Bueñaño, et al., refleja que la calidad de agua es Aceptable, lo cual se confirma por Villegas. A, en 2019 donde se corrobora que la calidad del agua de esta microcuenca es aceptable. Así mismo, la cuenca del Río Chimbo presenta en su mayoría calidad Aceptable, estos dos ambientes hídricos son comparables debido a su similitud de condiciones geográficas y climáticas.

3.2.2. Índices ambientales

3.2.2.1. Índice de hábitat fluvial- IHF

Tabla 38-3: IHF en las estaciones de muestreo

Parámetros	Guaranda	Chimbo	Cumandá	La Victoria	Cascajal
Inclusión rápidos-sedimentos pozas	6.67	7.33	2.33	4.67	9.67
Frecuencia de rápidos	12.17	11	5.67	11.5	14.33
Composición del sustrato	10	7.83	7.83	6.17	8.83
Regímenes de velocidad/profundidad	8.17	9.67	5.5	7	6
Porcentaje de sombra en el cauce	6.83	9.5	3	6.5	4.5
Elementos heterogeneidad	4.33	3	1.67	4.67	2.17
Cobertura de vegetación acuática	9.83	4.33	2.5	7.17	2.83
TOTAL	58	52.67	28.5	47.67	48.33
IHF	Media	Media	Muy Baja	Baja	Baja

Realizado por: Paredes, T. 2021

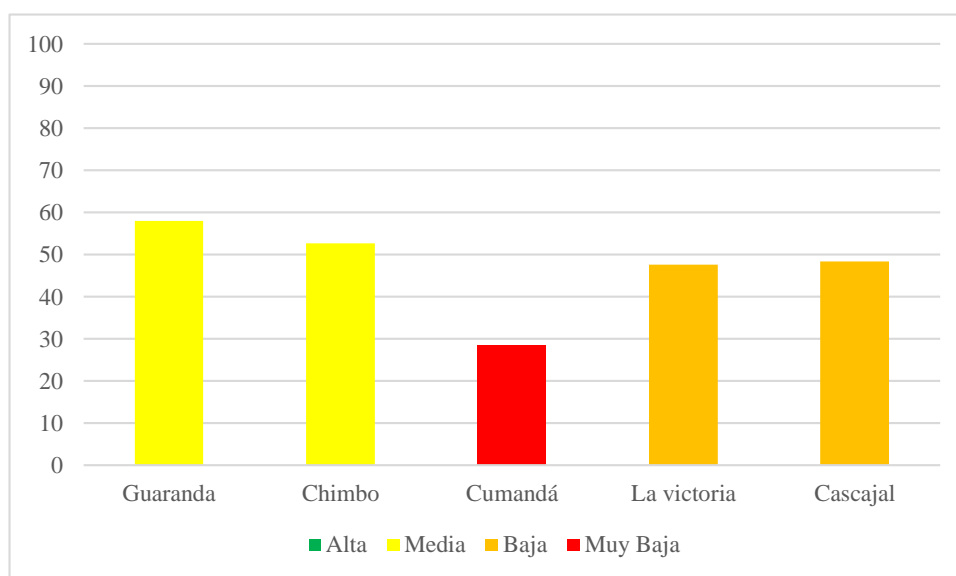


Gráfico 5-3: IHF en las estaciones de muestreo

Realizado por: Paredes, T. 2021

En el gráfico 5-3, se evidencia los valores obtenidos para el IHF por estación de muestreo en la Cuenca del Río Chimbo, la estación Cumandá tiene Muy baja diversidad de hábitats. Por otro lado, las estaciones Guaranda, Chimbo, La Victoria y Cascajal tienen Baja diversidad de hábitats. Lo que supone, que la cuenca del río Chimbo no existe alta diversidad de hábitats considerando que este índice valora la capacidad del hábitat físico para que pueda alojarse determinada comunidad biológica en este caso macroinvertebrados (Vega Chugchilán, 2018). Para el río Pilaló ubicado en Cotopaxi el IHF presentó calidad Deficiente. Por otro lado, autores como Morán y Mendoza (2018) presentan mayor puntuación llegando a un nivel de calidad Regular en el hábitat de la cuenca del Lago San Pablo. En este sentido, la microcuenca del río Chimborazo presenta calidad media debido a que en la zona andina el afluente se encuentra totalmente expuesto por la composición vegetal de la ribera y la ausencia de elementos de heterogeneidad (Toledo, 2015).

3.2.2.2. Índice de Calidad de Ribera- QBR

Tabla 39-3: QBR en las estaciones de muestreo

Parámetros	Guaranda	Chimbo	Cumandá	La victoria	Cascajal
Grado de cobertura vegetal	2.83	3.50	1.67	3.17	9.00
Estructura de la cobertura	3.17	3.33	1.83	3.17	9.67
Calidad de la cubierta	0.00	2.33	6.83	9.50	5.83
Grado de naturalidad del canal fluvial	18.33	25.00	5.17	19.33	25.00
TOTAL	24.33	34.17	15.50	35.17	49.50
QBR	Pésima	Mala	Pésima	Mala	Mala

Realizado por: Paredes, T. 2021

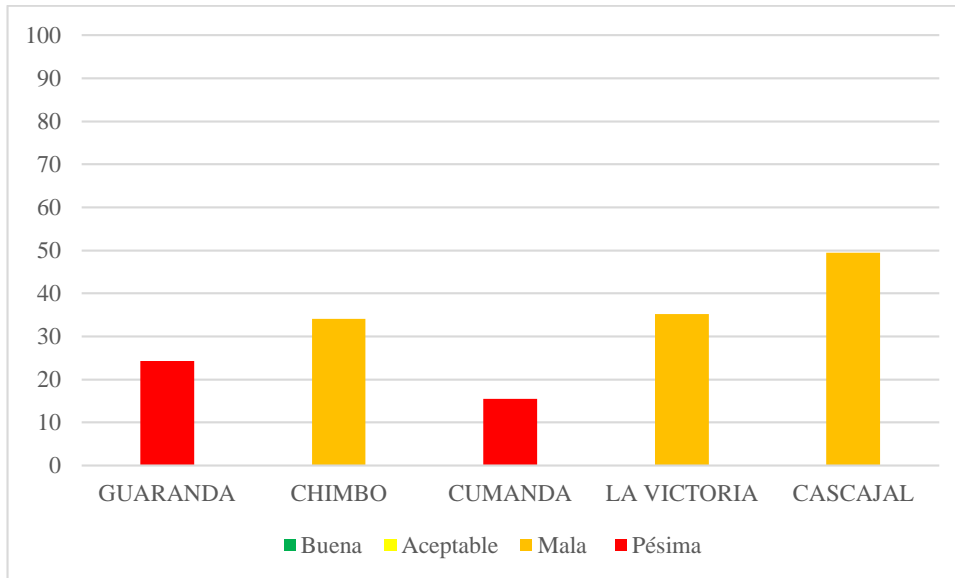


Gráfico 6-3: QBR en las estaciones de muestreo

Realizado por: Paredes, T. 2021

En el gráfico 6-3, se observa los niveles de calidad obtenidos para el índice QBR por estación de muestreo en la cuenca del Río Chimbo, la estación Cumandá y Guaranda tienen Pésima calidad lo cual señala una degradación extrema de la ribera. Las estaciones La Victoria, Cascajal y Chimbo tienen Mala calidad lo que indica una fuerte alteración en la calidad de ribera. Lo que demuestra que el bosque de ribera a lo largo de la cuenca del Río Chimbo está alterado o degradado en su totalidad. Considerando que el QBR integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable permite evaluar de forma rápida y sencilla la calidad ambiental de las riberas (Prat, et al., 2000). Según Morán y Mendoza (2018) los valores bajos obtenidos en este índice se deben a la cercanía con viviendas, caminos, uso agrícola y ganadero, es decir, factores relacionados con actividades antrópicas, lo que también se evidencia en la cuenca del lago San Pablo. Por el contrario, en la microcuenca del río Chimborazo las categorías del QBR varía de mala a buena, ocasionado por la estación del año, el río crece por las fuertes lluvias y disminuye la calidad de la ribera, además de contar con la presencia de especies introducidas (Toledo, 2015).

3.2.3. Relación entre variables ambientales y familias de macroinvertebrados

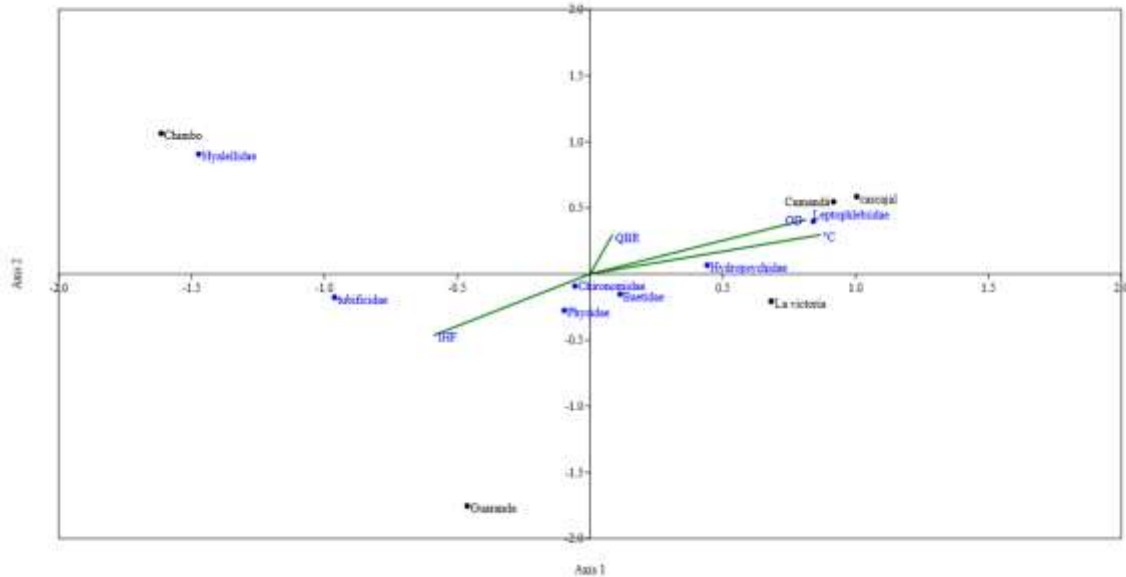


Figura 2-3: Relación entre variables ambientales y familias de macroinvertebrados

Realizado por: Paredes, T. 2021

La Figura 2-3, muestra que los ejes canónicos 1 y 2 explican una alta confiabilidad en estas relaciones con una varianza de 90%. Esto demuestra la correlación entre las variables ambientales y la composición de las comunidades de macroinvertebrados, por ello **se acepta la hipótesis nula**.

En este análisis se evidencia que las estaciones Cumandá y Cascajal se encuentran ubicados en el cuadrante I, la cual tiene altos valores de Oxígeno Disuelto (OD), temperatura del agua (°C), QBR y las familias Leptophlebiidae e Hydropsychidae. Mientras que en el cuadrante III se encuentra la estación Guaranda y presenta el valor más alto de IHF el cual se relaciona con las familias Tubificidae, Physidae y Chironomidae. Además, en el cuadrante II; la estación Chimbo presenta la familia Hyalellidae, y el cuadrante IV, la estación La Victoria presenta la familia Baetidae; en ninguno de estos cuadrantes se presentan variables ambientales. Por otro lado, también se observa la fuerte relación entre el QBR y las familias Chironomidae, Baetidae, Hydropsychidae y Physidae. Esto se debe, a que la vegetación riparia influye en el aporte de materia orgánica a los afluentes de agua formando así hábitats, en los cuales, ciertas familias de macroinvertebrados aumenten y otras disminuyan.

Según Rosenberg y Resh (1993), los Macroinvertebrados son organismos sedentarios por lo cual reaccionan rápidamente ante los cambios en las características ambientales. Por lo que existen diversas metodologías que permiten calcular la afectación de las comunidades bióticas con respecto a las variables abióticas del ecosistema, más no, indican la causa específica, por lo cual se estima mediante variables físicas o químicas (Bis, et al., 2000; Nerbonne y Vondracek, 2001).

En ese mismo sentido, el análisis canónico de correspondencias (CCA), ayudó a determinar las relaciones existentes entre las familias más abundantes de macroinvertebrados y las características de hábitat (Carrillo, et al., 2017).

El estudio realizado en la cuenca del Limari en Chile por Carvacho (2011), demuestra que la relación entre familias y variables ambientales tienen un 60% de varianza del total explicado por los dos primeros ejes canónicos, estos resultados muestran una clara asociación entre las variables hidromorfológicas (IHF-QBR) y Fisicoquímicas: Temperatura y Conductividad respecto a la distribución y composición de las comunidades en la cuenca.

3.3. Estrategias de gestión, conservación, y restauración de la cuenca hidrográfica

3.3.1. Ubicación Geográfica

Las estaciones de muestreo están distribuidas en diferentes puntos a lo largo del río Chimbo, ubicados dentro de la provincia de Bolívar en los cantones Chimbo y Guaranda, y en la provincia de Chimborazo en el cantón Cumandá.

Tabla 40-3: Estaciones de muestreo en la Cuenca del Río Chimbo

Estaciones de muestreo	X	Y
Chimbo	-1.686224	-79.014458
Guaranda	-1.602349	-78.999494
Cumandá	-2.202389	-79.131287
La Victoria	-2.2031826	-79.1268484
Cascajal	-2.186801	-79.093728

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.2. Límites

Por el recorrido que presenta el río Chimbo se consideran como límites los de la provincia de Bolívar, a los siguientes:

Norte: Cotopaxi

Sur: Guayas y Chimborazo

Este: Tungurahua y Chimborazo

Oeste: Los Ríos (GADP Bolívar, 2015)

3.3.3. Características Climáticas

3.3.3.1. Temperatura

La provincia de Bolívar tiene una temperatura media que va desde los 2°C, en el sector el Arenal y la Parroquia Salinas del cantón Guaranda. Hasta los 26°C en el sector Las Naves en el subtrópico (Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Bolívar, 2015).

3.3.3.2. Precipitación

La precipitación en la provincia de Bolívar varía desde los 500 a 3000 mm anuales de acuerdo a regímenes de humedad y temperatura de las zonas existentes.

3.3.4. Clasificación Ecológica

3.3.4.1. Ecosistemas de la provincia de Bolívar

En la provincia de Bolívar se presentan los siguientes ecosistemas:

Tabla 41-3: Ecosistemas de la provincia de Bolívar

Ecosistema	Extensión (Km ²)
Bosque Seco Tropical	54,73
Bosque Seco Montano Bajo	213,06
Bosque Muy Húmedo Sub Alpino	71,44
Bosque Muy Húmedo Premontano	870,47
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	116,40
Bosque Muy Húmedo Montano	649,58
Bosque Húmedo Tropical	152,00
Bosque Húmedo Premontano	728,14
Bosque Húmedo Montano Bajo	712,70
Bosque Húmedo Montano	486,53

Fuente: GADP Bolívar, 2015

3.3.5. Uso de suelo

Las principales actividades productivas en la provincia de Bolívar son la agrícola la cual ocupa un 21,03% entre cultivos permanentes y cultivos transitorios; y la actividad ganadera en la que se encuentra la cobertura de cultivo de pastos con un 35,36%.

Tabla 42-3: Usos de suelo en la provincia de Bolívar

Cobertura	Hectáreas	%
Cultivos Permanentes	39.327,00	10,26%
Cultivos transitorios	41.301,00	10,77%

Descanso	5.846,00	1,53%
Pastos Cultivados	135.552,00	35,36%
Pastos Naturales	83.823,00	21,87%
Paramos	15.895,00	4,15%
Montes y Bosques	55.039,00	14,36%
Otros Usos	6.524,00	1,70%
TOTAL	383.307,00	100,00%

Fuente: GADP Bolívar, 2015

3.3.6. Diagnóstico basado en los índices biológicos

3.3.6.1. Índices de biodiversidad

El índice de Margalef muestra que todas las estaciones de muestreo en los dos sustratos (arena y rocas) tienen una diversidad media, siendo la estación más diversa Margalef en arena (2.23) y Cascajal en rocas (2.56). Los Índices de Simpson y Berger-Parker representan una baja dominancia entre las estaciones de muestreo, mientras que el índice de Shannon-Wiener demostró que las estaciones tienen baja equidad.

3.3.6.2. Índice de Bray-Curtis

A través de la prueba de Bray Curtis (Gráfico 3-3), se observa semejanza en dos grupos bien definidos el primero en las estaciones de Muestreo Guaranda y Chimbo, ubicadas en la provincia de Bolívar; el otro grupo formado por las estaciones Cumandá, La victoria y Cascajal, ubicadas en la provincia de Chimborazo dándose a notar así las similares condiciones ambientales e hídricas que poseen.

3.3.6.3. Índice de Calidad de agua

1) Índice de modo de nutrición

Una vez aplicado el IMN se identificaron 3 clases de redes tróficas, a lo largo de la cuenca del río Chimbo, red trófica poco diversificada (Cha, Chr, Cua), red trófica simplificada (Ga, Cur) y la red trófica muy simplificada (Gr, Caa, Car, Lva, Lvr); cabe recalcar que una estructura trófica simplificada demuestra homogeneidad y perturbaciones en el medio ambiente.

2) *Índice BMWP/Col*

Luego de aplicado este índice se logró identificar que las estaciones se encuentran entre las calidades de agua que van desde Crítica-Dudosa hasta Aceptable- Buena, sin embargo, este índice otorga un puntaje a la presencia de la familia más no la abundancia de la misma. Lo cual se va a tomar en cuenta para proponer las estrategias de restauración en la cuenca hidrográfica.

3.3.7. *Valores de conservación*

Para elaborar las estrategias de conservación, gestión y restauración de la cuenca del río Chimbo, se eligió como valor de conservación la misma cuenca, por filtro grueso y en filtro fino el caudal del río Chimbo, debido a que atraviesa la provincia de Bolívar; además de ser límite natural entre las provincias de Chimborazo y Bolívar

3.3.8. Análisis de amenazas y oportunidades del valor de conservación

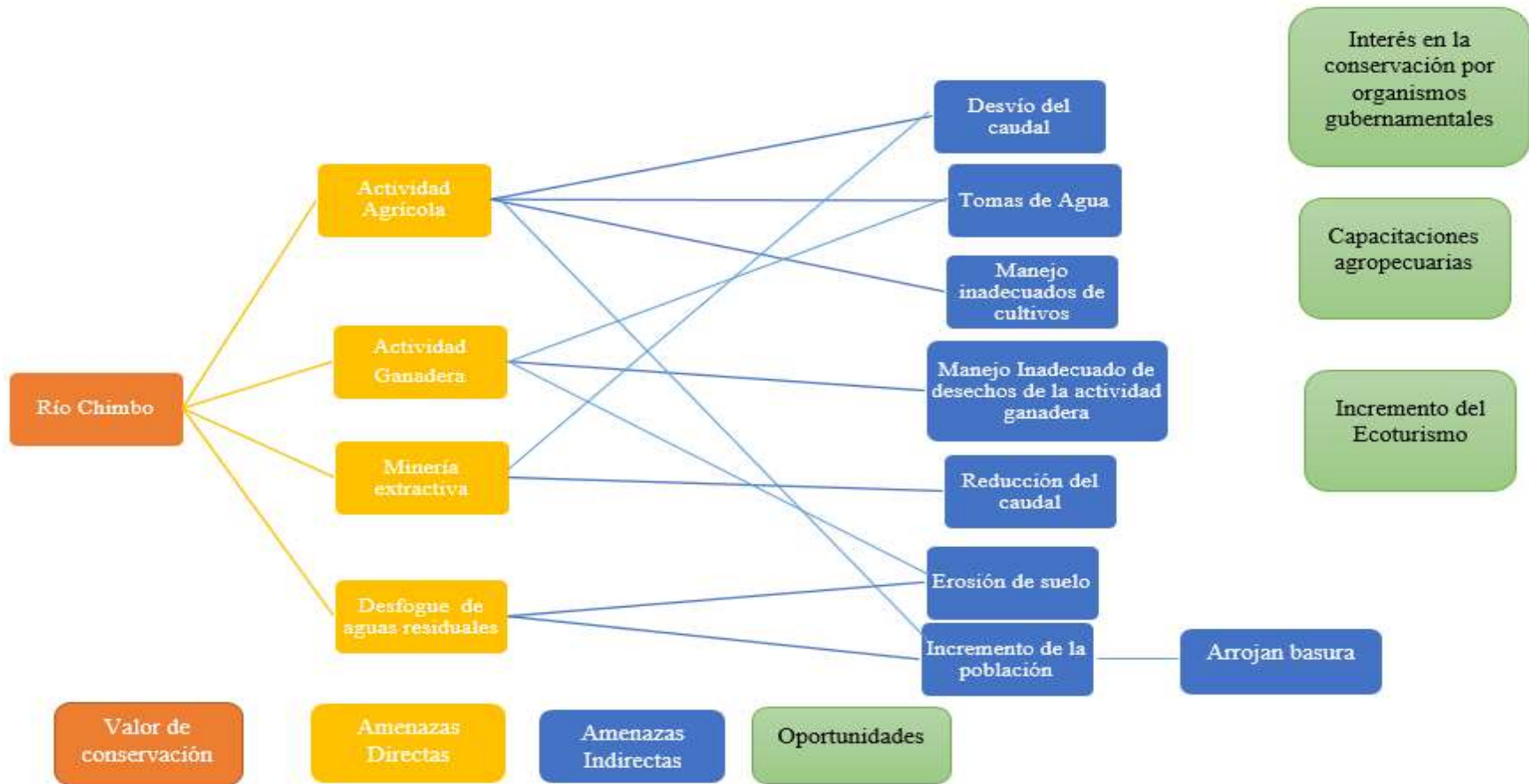


Figura 3-3: Amenazas y Oportunidades del Río Chimbo

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.8.1. Análisis y priorización del recurso agua

Tabla 43-3: Priorización del recurso agua

Recurso	Usos	Intensidad de uso	Beneficio	Actores beneficiados	Problemas sobre su estado	Prioridad de manejo (alta, media, baja)
AGUA	Riego	Alta	Económico- Producción agropecuaria	Comunidades locales	Disminución del caudal Contaminación del agua por insecticidas.	Alta
	Consumo	Alta	Subsistencia	Ciudades cercanas	Desaparición de algunas fuentes de agua	Alta
	Industria	Media	Económico	Ciudades cercanas	Desviación del caudal Reducción del caudal Extracción	Alta

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.8.2. Análisis de problemas del recurso agua

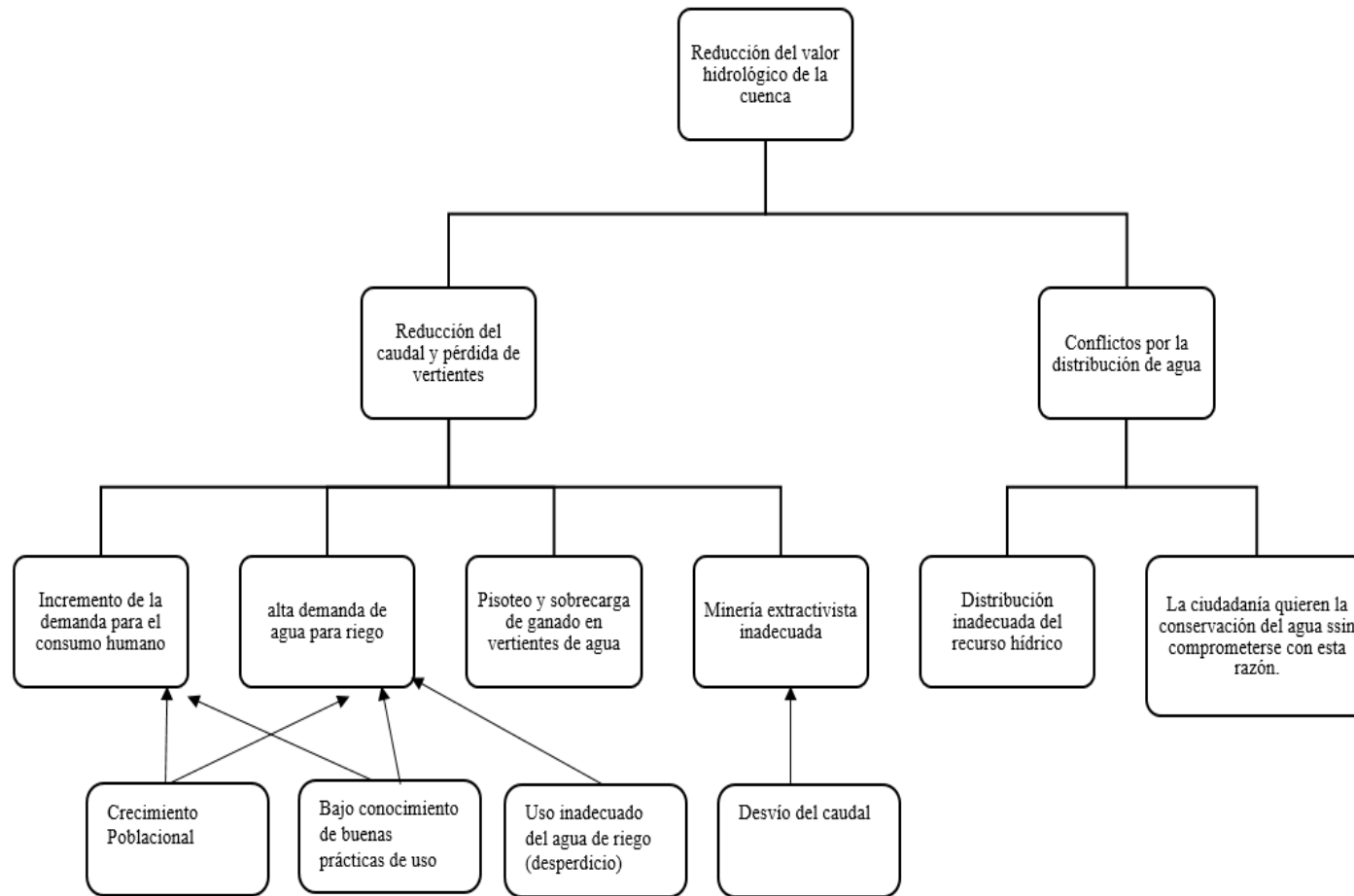


Figura 4-3: Problemas del recurso agua

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.9. Definición de objetivo, estrategias y resultados según el análisis de amenazas del valor de conservación

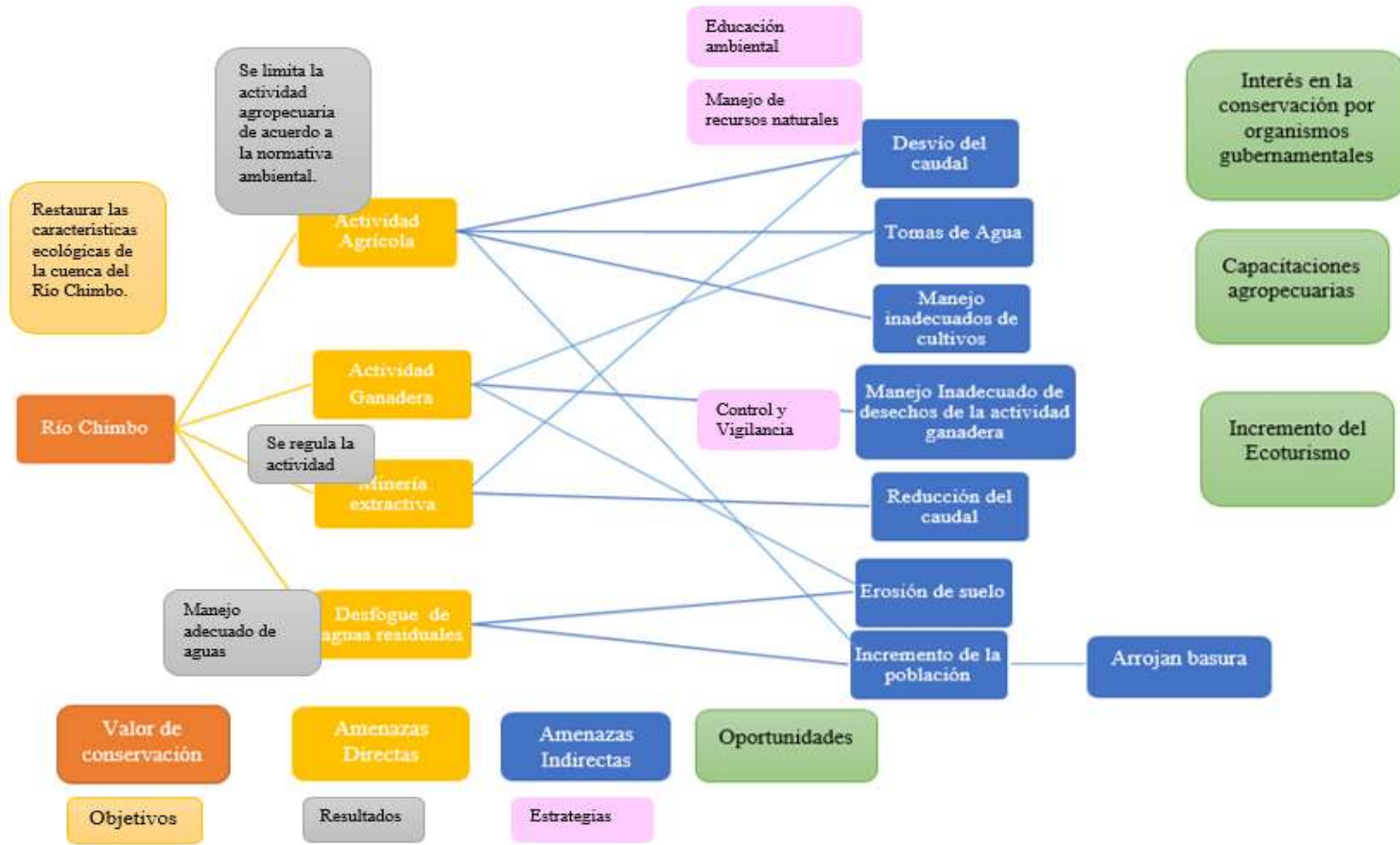


Figura 5-3: Objetivo, estrategias y resultados esperados según el análisis de amenazas del valor de conservación.

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.10. Definición de objetivo, estrategias y resultados según el análisis del recurso priorizado

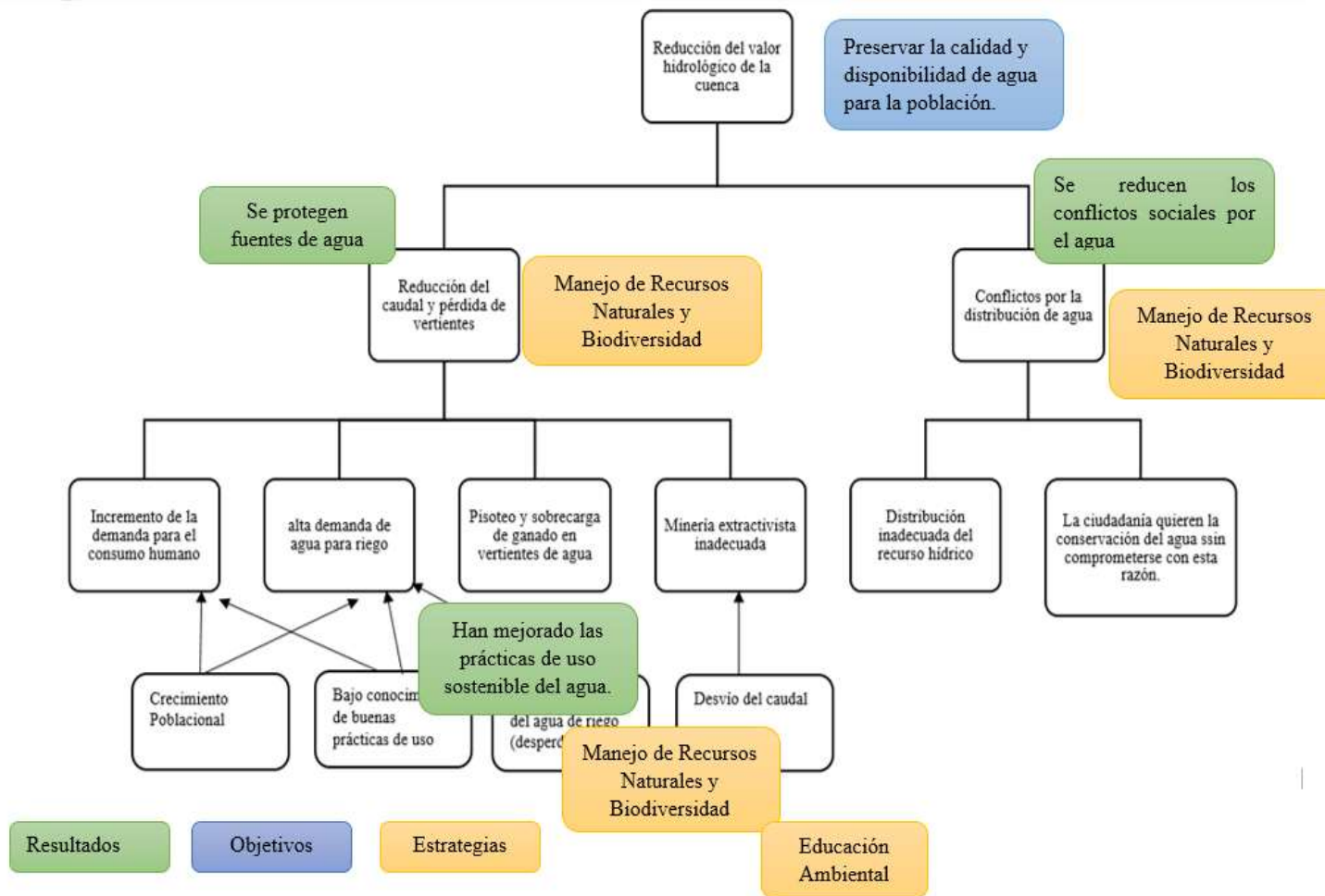


Figura 6-3: Objetivo, estrategias y resultados esperados según el análisis del recurso priorizado.

Realizado por: Paredes, T. 2021

3.3.11. Matriz de Estrategias de gestión, conservación, de la cuenca hidrográfica

Tabla 44-3: Estrategias de gestión, conservación, de la cuenca hidrográfica.

Cuenca del Río Chimbo				
Valor de conservación:	Río Chimbo			
Objetivos:	1. Restaurar las características ecológicas de la cuenca del río Chimbo. 2. Preservar la calidad y disponibilidad de agua para la población.			
Estrategias	Proyectos	Actividades	Actores	Tiempo
Comunicación, Educación y Participación Ambiental	Capacitación a la población cercana a la cuenca, para la conservación del recurso hídrico y su biodiversidad	Socialización de la normativa sobre la conservación de recursos hídricos Taller sobre los beneficios de la conservación de los recursos hídricos.	MAAE, GAD's Provinciales	3 meses
	Capacitación a los maestros con orientación en educación ambiental.	Talleres de educación Ambiental dirigidos a maestros Elaborar la planificación escolar con temas de educación ambiental (conservación de las fuentes hídricas)	MAAE, Ministerio de educación, GAD's Provinciales	6 meses
	Capacitación a los niños, niñas y adolescentes en temas de educación Ambiental	Talleres de educación ambiental en los temas: Importancia de los páramos como fuentes de agua. Beneficios de los recursos hídricos. Conservación y cuidado de las fuentes hídricas. Uso sustentable del Agua.	MAAE, Ministerio de educación, GAD's Provinciales	10 meses

		Formar clubes ecológicos con niños, niñas y jóvenes, orientado sus actividades hacia la protección y conservación de la naturaleza.		
	Capacitación, asesoría y asistencia técnica integral a medianos y pequeños ganaderos	Talleres de ganadería sostenible, Tratamiento de desechos.	MAAE, GAD's Provinciales	3 meses
Manejo de Recursos Naturales y Biodiversidad	Mejorar el uso del agua y su calidad.	Elaborar un programa de saneamiento de aguas negras y servidas.	MAAE, GAD's Provinciales	24 meses
		Implementar plantas de tratamiento de descontaminación del agua.		
	Manejo y disposición de residuos orgánicos	Talleres a la población sobre el manejo y disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.	MAAE, GAD's Provinciales	6 meses
		Implementar sitios de acopio de desechos inorgánicos. talleres acerca del uso y manejo sustentable de compostaje		
Campana de reforestación con especies nativas	Reforestación de la ribera del Río Chimbo con especies nativas	MAAE, GAD's Provinciales	3 meses	

Control y Vigilancia	Proyecto de monitoreo	Elaborar Informes periódicos sobre las actividades	GAD's Provinciale s	6 meses
		Evaluación expost de los proyectos y las actividades de manejo ambiental.		

Realizado por: Paredes, T. 2021

CONCLUSIONES

La estructura y composición de macroinvertebrados acuáticos, en la cuenca del río Chimbo, presentó un total de 26 familias de macroinvertebrados, el orden Ephemeroptera es el más abundante con el 33% del total de individuos recolectados, encontrándose dentro de este orden las familias Baetidae, Leptophlebiidae y Tricorythidae. Los análisis de diversidad alfa demostraron que en la Cuenca del Río Chimbo la diversidad es media, donde la estación de muestreo Cumandá es la más diversa; en medida en que la dominancia no es significativamente diferente, entre las estaciones y existe equidad en relación individuo por familia. Por otro lado, las estaciones de muestreo, son similares debido a que comparten varias especies de macroinvertebrados entre sí.

De acuerdo al BMWP/Col la calidad del agua a lo largo de la cuenca del río chimbo es aceptable, sin embargo, el agua si presenta una ligera contaminación, en la cual los macroinvertebrados pueden desarrollarse sin problema. Por otro lado, existen tramos donde las condiciones de la misma son críticas. En cambio, para el IMN la calidad del agua esta alterada, ya que la red trófica se encuentra poco diversificada y simplificada. Estos índices difieren debido al número de familias encontrados para el índice BMWP/Col, estas aportan calificación para el mismo, subiendo su valor. Sin embargo, aunque haya diversas familias su grupo trófico es similar ocasionando que las redes tróficas de la cuenca no sean diversificadas, por ende, la salud del hábitat esta alterado.

La aplicación del Índice de hábitat fluvial, determinó que la calidad de hábitats en la cuenca del Río Chimbo es media-baja, es decir que, no son saludables para el desarrollo de comunidades de macroinvertebrados. En lo que concierne a los rangos de calidad de ribera QBR, la vegetación de ribera presenta una fuerte alteración y degradación extrema, a lo largo de la Cuenca del Río Chimbo.

El CCA, evidenció que las familias más abundantes están más relacionadas con las variaciones del QBR, IHF y Oxígeno Disuelto; por tanto, se concluye que la contaminación del agua y las alteraciones en la estructura y composición de los macroinvertebrados acuáticos, están directamente relacionadas a las actividades antrópicas.

La propuesta de estrategias para la conservación, gestión y conservación de la cuenca del río Chimbo, se estableció en base al diagnóstico de problemas en los sitios de estudio, la principal fuente de contaminación son las actividades antrópicas como: ganadería agricultura y minería. Por ello se propuso, restaurar las características ecológicas de la cuenca, además de preservar la calidad y

disponibilidad de agua para la población, a través de la comunicación, educación y participación ambiental; el manejo de recursos, control y vigilancia.

RECOMENDACIONES

En Ecuador, son muy escasos los estudios sobre la caracterización de macroinvertebrados acuáticos en los andes, no se cuenta con una guía de identificación, ni metodología propia para el país, por lo que es de suma importancia, desarrollar y socializar investigaciones sobre la calidad del agua, a través de la recolección de macroinvertebrados, ya que estos son excelentes bioindicadores.

Validar el inventario de macroinvertebrados, realizar monitoreo a lo largo de los años, con la finalidad de obtener un mejor panorama, sobre la ausencia y presencia de los macroinvertebrados en cada estación de muestreo, para así establecer diferencias en la composición acuática; avanzar con la identificación de macroinvertebrados, hasta llegar al nivel de especie para desarrollar una red trófica, basándonos en el grupo trófico funcional de especie y así determinar la salud trófica de la comunidad de macroinvertebrados de la Cuenca del Río Chimbo.

Desarrollar nuevas metodologías para comparar y relacionar índices biológicos con variables ambientales para así realizar un mejor análisis y obtener conclusiones más asertivas en las evaluaciones.

Socializar los resultados con la población cercana a la Cuenca del Río Chimbo, como también comunicar a las autoridades competentes para que apliquen las estrategias desarrolladas en este trabajo, para así gestionar, conservar y restaurar esta cuenca hidrográfica, ya que es la principal fuente hídrica de la provincia de Bolívar.

GLOSARIO

Alóctona. Que no es originario del lugar en que se encuentra (Segnini et al., 1996).

Autopurificación. Es la capacidad de un cuerpo de agua para deshacerse de los contaminantes. La eliminación de materia orgánica de material, de plantas nutrientes, o de otros contaminantes procedentes de un lago o una corriente por la actividad biológica del residente (Rueda et al., [sin fecha]).

Biomasa. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen (Ministerio de Educación, 2012).

Hidromorfología. Estudio de la morfología y la dinámica de los cursos de agua, especialmente, de la evolución de los perfiles longitudinales y transversales, y del trazado planimétrico: captura, meandros, anastomosis, etc (Alvarez-Arango, 2005).

Limnología. Estudio científico de los lagos y lagunas. Biología de las aguas dulces, en general, y estudio de los factores no bióticos de ellas (Asociación Ibérica de Limnología [AIL], 2019).

Lótico. Aquellos cuyas aguas están fluyendo siempre, a excepción de cuando hay época de sequía grave en la que se reduce este movimiento, pudiendo desaparecer del todo (Asociación Ibérica de Limnología [AIL], 2019).

Ribera. Margen y orilla del mar o río. Tierra cercana a los ríos, aunque no esté a su margen (Vega Chugchilán, 2018).

Tolerancia. Hace referencia al nivel de admisión o aprobación frente a algo (Vega Chugchilán, 2018).

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, R., et. al. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* [en línea], 2009 pp. 35–64. [Consulta: 3 marzo 2020]. ISSN 0213-8409. Disponible en: www.diba.es/mediambiente/ecostrimed.asp.

ALLAN, D. & CASTILLO, M. *Stream Ecology: Structure and function of running waters* [en línea]. 2007. Second. S.l.: Springer. [Consulta: 5 marzo 2020]. ISBN 978-1-4020-5583-6. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4tDNEFcQh7IC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Stream+Ecology:+Structure+and+Function+of+Running+Waters&ots=CRwijnhdhX&sig=qgiqz1dsPINy-XPE1WCAmDb3_yQ#v=onepage&q=Stream Ecology%3A Structure and Function of Running Waters&f=fals](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4tDNEFcQh7IC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Stream+Ecology:+Structure+and+Function+of+Running+Waters&ots=CRwijnhdhX&sig=qgiqz1dsPINy-XPE1WCAmDb3_yQ#v=onepage&q=Stream+Ecology%3A+Structure+and+Function+of+Running+Waters&f=fals).

ALONSO, A. Valoración del efecto de la degradación ambiental sobre los macroinvertebrados bentónicos en la cabecera del río Henares. *Ecosistemas* [en línea], vol. 15, no. 2, 2006. pp. 101–105. [Consulta: 9 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=412>.

ÁLVAREZ, S. & PÉREZ, L. *Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras*. Francisco Morazán: Universidad Zamorano. 2007.

ARAÚJO, R. & MONTEIRO, R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Biosci* [en línea], vol. 23, no. 3, 2007. pp. 66–75. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6684/4403>.

ARAÚZ, B., AMORES, B. & MEDIANERO, E. Diversidad de Distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, república de Panamá). *Scientia*, vol. 15, no. 1, 2000. pp. 27–45.

ARCE-PÉREZ, R. & SHEPARD, W.D. SINOPSIS DE LA FAMILIA PSEPHENIDAE (C~EOPTERA: DRYOPOIDEA) DE NORTE Y CENTROAMERICA. *Sampling Folia Entomol Mex*, vol. 40, no. 3, 2007. pp. 397–406.

ARROYO J, C. & ENCALADA, A.C. 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*, vol. 1, no. 1. 2009. ISSN 1390-5384. DOI 10.18272/aci.v1i1.4.

ARROYO JARAMILLO, C. *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.* S.l.: Universidad San Francisco de Quito.

ASAMBLEA CONSTITUYENTE. Constitución del Ecuador . *Acnur.org*. [En línea] 2008. <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716>.

ASOCIACIÓN IBÉRICA DE LIMNOLOGÍA (AIL). Asociación Ibérica de Limnología (AIL). [en línea]. 2019. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <https://www.limnetica.com/es/sobre-la-ail>.

BARBA-ÁLVAREZ, R., et.al. Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: Casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2013. ISSN 18703453. DOI 10.7550/rmb.31037.

BARRERA, V., ALWANG, J. & CRUZ, E. Manejo integrado de los recursos naturales para agricultura de pequeña escala en la subcuenca del río Chimbo-Ecuador: Aprendizajes y enseñanzas. Quito. 2008.

BERGER, W.H. & PARKER, F.L. Diversidad de foraminíferos planctónicos en sedimentos de aguas profundas. *Science*, vol. 168, 1970. pp. 1345–1347. DOI 10.1126.

BIS, B., ZDANOWICZ & ZALEWSKI. Effects of catchment properties on hydrochemistry, habitat complexity and invertebrate community structure in lowland river. *Hydrobiology*, vol. 422, 2000. pp. 369–387.

BOON, P.J. & HOWELL. Freshwater quality: defining the indefinable? The Natural Heritage of Scotland. *The Natural Heritage of Scotland*, 1970.

BRAY, J.R. & CURTIS, J.T. Una ordenación de comunidades de bosques de tierras altas del sur de Wisconsin. *Monografías ecológicas*, vol. 27, 1957. pp. 325–349.

BROOKS, S. Characteristics and Natural History of Dolichopodidae s.str. *North American Dipterists Society* [en línea]. 2005. Disponible en: <http://www.nadsdiptera.org/Doid/Dolichar/Dolichar.htm>.

BRUSCA, R.. & BRUSCA, G. *Invertebrados*. España: McGraw-Hill Interamericana. 2005

BUEÑAÑO, M., et. al. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la cuenca del Pachanlica, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Intropica*, vol. 13, no. 1, 2018. pp. 41.

ISSN 1794-161X. DOI 10.21676/23897864.2405.

CAMILO, J., et. al. Análisis de Biodiversidad en Colombia. . Tolima: [sin fecha].

CAMMAERTS, D., et. al. Bioindicación de la calidad de los cursos de agua del valle central de Tarija (Bolivia) mediante macroinvertebrados acuáticos. *Rev. Bol. y Cons. Amb*, vol. 22, 2008. pp. 19–40.

CARRILLO FLORÍAN, J.K, et.al. Identificación de la comunidad de macro-invertebrados del humedal El Resbalón y su relación con los parámetros de determinación de calidad del agua para conservación de ecosistemas . [en línea]. 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11634/3124>.

CARVACHO, C. *Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la Cuenca del Limari en Chile*. S.l.: Universitat de Barcelona. 2011.

CARVAJAL, L. *Gestión y conservación de las cuencas d elos ríos Guayllabamba y Blanco: aplicación de un índice multimétrico basado en la información existente sobre Macroinvertebrados Acuáticos* [en línea]. 2016. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://waset.org/publications/14223/soil-resistivity-data-computations-single-and-two-layer-soil-resistivity-structure-and-its-implication-on-earthing-design%0Ahttp://www.jo-mo.com/fadoohelp/data/DotNet/Ethical securty.pdf%0Ahttp://link.springer.com/10.10>.

CASTELLÓN, R. Evaluación Rápida De La Calidad Del Agua. [en línea]. Tegucigalpa: 2013. [Consulta: 2 marzo 2020]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45073116/evaluac3b3n-rc3a1pida-de-la-calidad-del-agua.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DEvaluac3b3n_rc3a1pida_de_la_calidad_de.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AK.

CECCON, E. Los bosque ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. *Ciencias*, vol. 72, 2003. pp. 46–53.

CERVANTES, M. *Perspectivas sobre Conservación de Ecosistemas Acuáticos en México*. [en línea]. S.l. 2007. [Consulta: 5 marzo 2020]. ISBN 9789688178560. Disponible en: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>.

CHAPMAN, D. *Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring-Second Edition* [en línea]. S.l.: E&FN Spon. 1992. [Consulta: 5 marzo

2020]. ISBN 0419215905. Disponible en: <http://www.earthprint.com>.

CUMMINS, K.W., MERRITT, R.W. y ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 40, no. 1, 2005. pp. 69–89. ISSN 01650521. DOI 10.1080/01650520400025720.

DOMINGUEZ, E. y FERNÁNDEZ, H.R. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos*. S.l. 2009. s.n. ISBN 9789506680152.

DOMÍNGUEZ, E., et. al. *Aquatic Biodiversity in Latin America* [en línea]. 2006. Michael Sartori. S.l.: s.n. [Consulta: 16 diciembre 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dwaJWle8OfkC&oi=fnd&pg=PA17&dq=Domínguez+E.,+C.+Molineri,+M.+Pescador,+et+al.+2006.+Ephemeroptera+of+South+America.+Aquatic+Bi+odiversity+in+Latin+America.+Pensoft,+Sofia.+646+pp.&ots=BsIvHxIRFB&sig=1kvIc5fLoloQV4023y_5_CVk_OU#v=onepage&q&f=false.

ENCALADA, A.C. Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. 2000. pp. 11–16.

FERNÁNDEZ, H. y DOMÍNGUEZ, E. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucuman: Universidad Nacional de Tucumán. 2001

FLOWERS, R. y DE LA ROSA, C. Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical* [en línea], vol. 58, no. 4, 2000. pp. 63–93. Disponible en: www.redalyc.org/%0Ahttp://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/449/44922967004/5%0A.

GARCÍA, F., TORRES, J. y VERGARA, S. Calidad ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú. *Sciéndo*, vol. 14, no. 2000. 7–19. ISSN 1681-7230.

GIL-AZEVEDO, L.H. Family Blephariceridae. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*. S.l.:2018. Elsevier, pp. 759–763.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE BOLÍVAR. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial De La provincia De Bolívar 2015-2019. *Pdot Bolívar* [en línea]. 2015. Disponible en: http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/?page_id=158.

GONZÁLEZ DEL TANAGO, M. y GARCÍA JALÓN, D. Desarrollo de un índice biológico para estimar la calidad de las aguas de la cuenca del Duero. *Limnética* [en línea], 1984. vol. 1, pp. 263–272. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne01/L01u263_Indice_biologico_cuenca_Duero.pdf.

GONZÁLEZ, H., et. al. Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Cuenca: 2017.

GRANIZO, T., et. al. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. . S.l.:2006.

GUEVARA, M. & MADRIGAL, M. Insectos acuáticos de la Cuenca del río Peñas Blancas: Aspectos ecológicos y aplicación en la determinación de la calidad del agua. . Costa Rica: [sin fecha].

GULLO, B. Biodiversidad de Hirudinea en ambientes dulceacuícolas serranos (Provincia de Buenos Aires), Argentina . *Revista del Museo de La Plata* , vol. 23, 2014. no. 181, pp. 1–11. ISSN 0376-4638.

HAMMER, O., HARPER y RYAN. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, vol. 4, no. 1, 2001. pp. 9.

HAMRSKY, J. Flatworms. [en línea]. 2018. Disponible en: <https://lifeinfreshwater.net/contact/>.

HANSON, P., SPRINGER, M. & RAMIREZ, A. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, vol. 58, no. SUPPL. 4, 2010. pp. 3–37. ISSN 00347744. DOI 10.15517/rbt.v58i4.20080.

HELLAWELL, J. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management* [en línea]. 1986. Elsevier. England: Elsevier Science Publishers Ltd. ISBN 978-94-009-4315-5. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ROa9BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=Biological+indicators+of+freshwater+pollution+and+environmental+management&ots=WaHI3mFXHy&sig=3312NksSv3xivCqkCk1KIIF3ghA#v=onepage&q=Biological indicators of freshwater pollution a](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ROa9BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=Biological+indicators+of+freshwater+pollution+and+environmental+management&ots=WaHI3mFXHy&sig=3312NksSv3xivCqkCk1KIIF3ghA#v=onepage&q=Biological+indicators+of+freshwater+pollution+a).

HERNÁNDEZ, R., RUEDA, J. y LÓPEZ, C. Biología, ecología y caracterización de los macroinvertebrados del río Júcar en la provincia de Albacete. *Libro de actas del X Congreso de la Asociación Española de Limnología y II Congreso Ibérico de Limnología*. S.l.: 2000.

JILL, S., et. al. Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. , vol. 10, 2003. pp. 1–16.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. *Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach*

seiner Flora und Fauna. 1902. Berlin: Mitt. a. d. Kgl. Prüfungsanst. f. Wasserversorg. u. Abwasserbeseitigung zu.

LADRERA, R. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de Información Ambiental*, vol. 39, 2012. pp. 24–29.

LADRERA, R., RIERADEVALL, M. & PRAT, N. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Revista de Didáctica II* [en línea]. 2013. [Consulta: 3 marzo 2020]. ISSN 1988-5911. Disponible en: <http://www.ehu.es/>.

LANDE, R. Estadísticas y partición de la diversidad de especies, y similitud entre múltiples comunidades. *Oikos*, vol. 76, no. 1, 1996. pp. 5–13.

LARREA, J., et. al. Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Complejo Turístico “Las Terrazas”, Pinar del Río (Cuba). *Cuba) Hig. Sanid. Ambient*, vol. 9, 2009. pp. 492–504. ISSN 1579-1734.

LINARES, E.L., et. al. *Moluscos dulceacuícolas de Colombia* [en línea]. S.I.2018. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [Consulta: 12 mayo 2020]. ISBN 9789585418578. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35235>.

LLORENTE BOUSQUETS, J. & AGUIRRE, L.M. El concepto de especie y sus implicaciones para el desarrollo de inventarios y estimaciones en biodiversidad. [en línea]. Bogotá: 2000. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/pribes>.

LÓPEZ, C., et. al. Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP-Cub para ríos cubanos. *Tecnura*, vol. 9, no. 17, 2005. pp. 65–76. ISSN 0123-921X.

MAICELO QUINTANA, J.L., et. al. Inventario de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas (Perú) . *Rev Indes* [en línea], vol. 2, 2014. pp. 24–48. [Consulta: 17 mayo 2021]. ISSN 2310-0664. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/viewFile/74/188>.

MARGALEF, R. Teoría de la información en ecología. *International Journal of General Systems*, 1958. pp. 36–71.

MARQUES, M.G., FERREIRA, R.L. & BARBOSA, F.A. Comunidade De Macroinvertebrados Aquáticos E Características Limnológicas Das Lagoas Carioca E Da Barra, Parque Estadual Do Rio

Doce, Mg. *Revista Brasileira de Biología*, 1999.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. *Ecosistemas Acuáticos*. Buenos Aires: s.n. 2012

MORÁN, A. & MENDOZA, T. *Evaluación de la calidad de hábitat de Astroblepus ubidiai*, en *drenajes de la cuenca del lago San Pablo*, cantón Otavalo, provincia de Imbabura. 2018. S.l.: s.n.

MORENO, C. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T – Manuales y Tesis SEA. 2000. S.l.: s.n.

MUNNÉ, A., et. al. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 13, 2003. pp. 136–147.

MUÑOZ, D. & OSPINA, R. Guía para la identificación genérica de los Ephemeroptera de la sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos. *Actualidades biológicas* [en línea], vol. 21, no. 70, 1999a. pp. 47–60. ISSN 0304-3584. Disponible en: <http://biblat.no-ip.org/revista/actualidades-biologicas/articulo/guia-para-la-identificacion-generica-de-los-ephemeroptera-de-la-sabana-de-bogota-colombia-ninfas-y-algunos-generos-de-adultos>.

MUÑOZ, D. & OSPINA, R. Guía para la identificación genérica de los Ephemeroptera de la sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos. *Actualidades Biológicas* [en línea], vol. 21, no. 70, 1999b. pp. 47–60. [Consulta: 18 mayo 2020]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329769/20786103>.

MUÑOZ, M. & VÉLEZ, I. Redescipción y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (DugesIIDae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad* [en línea], vol. 78, no. 2. 2007. [Consulta: 27 mayo 2020]. ISSN 2007-8706. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200006.

MURRAY-DARLING FRESHWATER RESEARCH CENTRE. *Australian Freshwater Research Invertebrates* [en línea]. 2009. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.mdfrc.org.au/bugguide/index.htm>.

NERBONE, B. y VONDRACEK, B. Effects of local land use on physical habitat, benthic macroinvertebrate, and fish in the Whitewater River, Minnesota, USA. *Environmental Management*, vol. 28, 2001. pp. 87–99.

NOVELO GUTIERREZ, R. *Entomología acuática*. 2007. S.l.: s.n.

ODE, P. *Tolerance Values & Functional Feeding Groups*. . S.l.: 2003

OLAYA, V. *Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca cayamatza del cantón el Pangui, a través del uso de bioindicadores*. Loja: Universidad Nacional De Loja .2013

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Salud ambiental. *WHO* [en línea]. 2019. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: https://www.who.int/topics/environmental_health/es/.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Agua. [en línea]. 2019. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Glosario de Agricultura orgánica. [en línea]. 2009. Roma: [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/organicag/en/>.

ORTIZ, L. *Estudio de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad de aguas de los humedales artificiales de la albufera durante el periodo primaveral* [en línea]. 2016. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. [Consulta: 9 marzo 2021]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76447/TFM_FINAL_MIHMA_-_ORTIZ_ORTIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

OSCOS, J. *Guía de campo de Macroinvertebrados de la cuenca del Ebro*. S.l.: 2009. Universidad de Navarra.

PAIZ, A. & REYES, F. *Macroinvertebrados (Insectos acuáticos) de la cuenca del lago Atitlán*. Guatemala. 2012

PALMA, A. Guía para la identificación de macroinvertebrados acuáticos de Chile. [en línea], 2013. pp. 123. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/318970118>.

PARDO, I, et. al. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, vol. 21, no. 4, 2002. pp. 115–133. ISSN 0213-8409.

PAREDES, C., IANACONE, J. & ALVARIÑO, L. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. *Revista peruana de Entomología* [en línea], 2004. pp. 107–118. [Consulta: 3 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/189/164>.

PINILLA, G. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia ... - Gabriel Antonio Pinilla Agudelo Pinilla A. - Google Libros. [en línea]. [sin fecha]. [Consulta: 9 marzo 2020]. Disponible en:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tvbBgUT4YM4C&oi=fnd&pg=PA7&dq=concepto+de+indicadores+biologicos&ots=JiXMMQjvHq&sig=cMoRT4HJwdh45kx-Qr19NwkG3zo#v=onepage&q=concepto+de+indicadores+biologicos&f=false>.

PRAT, N., RIERADEVALL, M. & FORTUÑO, P. ECOSTRIMED . Protocol per determinar l' estat ecològic dels rius mediterranis . P . Fortuño Departament d' Ecologia Universitat de Barcelona. [en línea], 2000. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/264918172>.

PUJADAS, R. & FONT, J. *Ordenacion y planificacion territorial*. Madrid. 1998: Editorial Sintesis. ISBN 8477384614.

RECALDE MORENO & CARRIÓN. Macroinvertebrados Bentónicos:Bioindicadores De La Calidad Del Agua De Un Sistema Fluvial Alto Andino Ecuatoriano. , vol. 3, 2017. pp. 1–13.

RIERA, A., et. al. Aplicación del Protocolo de " Planificación para la conservación de Áreas" en la hacienda Guáquira en el Cerro Zapatero, Estado Yaracuy. Sartenejas: 2010.

RIVERA USME, J.J., et. al. Macroinvertebrate trophic groups in an Andean wetland of Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, vol. 18, no. 2, 2013. pp. 279–292. ISSN 1900-1649.

RODRIGUEZ-BARRIOS, J., OSPINA-TORRES & TURIZO-CORREA. Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista Biológica Tropical* [en línea], 2011. [Consulta: 17 mayo 2021]. ISSN 0034-7744. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000400009.

ROLDÁN, G. *Guía para el estudio de macroinvertebrados del departamento de Antioquia Universidad de Antioquia*, . S.l.: 1996. s.n. ISBN 9589129048.

ROLDÁN, G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP. [en línea]. 2003. [Consulta: 12 marzo 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZEjgIKZTF2UC&oi=fnd&pg=PR11&dq=bmwp+colombia&ots=lMn_YCAAMI&sig=hUu5WcWvjegZ8Q9I-edYqsE70UU#v=onepage&q=bmwp+colombia&f=false.

ROLDÁN, G. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Bogota D.C, Colombia*. 2012. S.l.: Imprenta Nacional de Colombia.

ROLDÁN, G. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*

Exactas, Físicas y Naturales, vol. 40, no. 155, 2016. pp. 254. ISSN 0370-3908. DOI 10.18257/raccefyn.335.

ROSENBERG, D. & RESH, V. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall: 1993. s.n. ISBN 978-0-412-02251-7.

RUEDA, J., et. al. Ecología y biología de los macroinvertebrados del río Magro (desde su origen en Utiel hasta el embalse de Forata al NW de la provincia de Valencia). *Libro de actas del X Congreso de la Asociación Española de Limnología y II Congreso Ibérico de Limnología*. S.l.: s.n., [sin fecha]. pp. 94.

RUEDA, J., LÓPEZ, C. & HERNÁNDEZ, R. Estudio preliminar de los invertebrados acuáticos del Marjal dels Moros, Sagunto. *Libro de actas del X Congreso de la Asociación Española de Limnología y II Congreso Ibérico de Limnología*. S.l.: s.n., 2000. pp. 133.

RUEDA, J., LÓPEZ, C. & HERNÁNDEZ, R. Evaluación de la calidad de los ecosistemas acuáticos a partir del modo de nutrición (IMN) de sus macroinvertebrados. Una adaptación para la educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, vol. 19, 2005. pp. 103–114. ISSN <null>.

SALAS, J. & SALAS, C. De Hesíodo a Linneo: Un análisis desde la etimología, el mito y la forma. *Artes y Letras*, 2017. pp. 115–126. ISSN 2215-2636.

SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA. Estrategia Nacional de calidad de agua. 2016

SEGNINI, S. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos*, vol. 16, 2003. pp. 45–63.

SEGNINI, S., et. al. Dos ríos de alta montaña en el estado. , vol. 11, no. 2. 1996

SHEPARD, W. & MEGNA, Y. Los byrrhoideos acuáticos (Coleoptera: Byrrhoidea) de Cuba. Elmidae (Hexapoda) form Rio de Janeiro, Brazil View project DIAG-Diversity of Aquatic Invertebrates of French Guiana View project. [en línea]. 2015. S.l.: [Consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/278849012>.

SMITH, R. & SMITH, T. *Elements of Ecology*. 2000. S.l.: Adison Wesley Longman, Inc. 2000

SPRINGER, M. Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 2010

SUÁREZ, M., et. al. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: El uso del índice QBR. *Limnetica*, vol. 21, 2002. pp. 135–148.

TACHET, H., et. al. *Invértebrés D'Eau Douce- Systématique, biologie, écologie*. Paris: CNR ÉDITIONS. 2010.

TAIPE, M. & CARRANZA, C. Identificación y evaluación de las principales fuentes de Contaminación de río Vilcanota en el Sector Calca Urubamba. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, vol. 9, no. 17, 2006. pp. 97–106. ISSN 1682-3087.

TERNEUS, E & YÁNEZ, P. *Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial en Ecuador*. 2018. 1, 2018, LA GRANJA. *Revista de Ciencias de la Vida*, Vol. 27, págs. 36-50.

THE NATURE CONSERVANCY. Planificación para la conservación de áreas. . S.l.: 2005.

THORP, J.H., ROGERS, D.C. y DIMMICK, W.W. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology and General Biology: Fourth Edition*. S.l.: 2014. Elsevier Inc. ISBN 9780123850270.

TOLEDO, M.B. Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la Microcuenca del Río Chimborazo. [en línea], 2015. pp. 155. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4774>.

TORRALBA-BURRIAL, A. *Estado Ecológico, De Comunidades Macroinvertebrados y de Odonatos de la red fluvial de Aragón*. 1. Zaragoza: Consejo Económico y Social de Aragón. ISBN 9788578110796. 2009.

VEGA CHUGCHILÁN, L.J. Relación entre los usos de suelos y los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad hídrica en el río Pilalí, Cotopaxi, Ecuador. [en línea], 2018. pp. 79. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3174/4/T-UTEQ-0082.pdf>.

VERA, J. *Análisis territorial del turismo : una nueva geografía del turismo*. Ariel. Barcelona: 1997. s.n. ISBN 84-344-3455-5.

VILLAREAL, H., et.al. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. . S.l.: 2004.

VILLEGAS, A. *Estudio de la calidad del agua mediante la identificación de macroinvertebrados en un tramo de la microcuenca del Río Blanco en el ecosistema páramo ubicado en la parroquia el Sucre, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua*. S.l.: 2019. Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo.

WHITTAKER, R. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, vol. 21, no. 2, 1972. pp. 151–213.

3. ANEXOS

ANEXO A: Aplicación del IMN

	Estaciones	Ga	Gr	Cha	CHr	Cua	Cur	Caa	Car	Lva	Lvr
Fila 1	H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Fila 2	ChH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Fila 3	ChP	0.71	4.84	0.97	2.68	0.00	1.09	0	0	0	0
Fila 4	D	15.12	7.26	47.77	3.57	3.57	0.00	0	0	0	0
Fila 5	F	3.14	5.65	3.88	8.04	10.71	30.33	24.271	30.0847	6.61157	35.085
Fila 6	L	8.13	0.00	38.83	45.54	0.00	1.64	0	5.08474	65.2892	2.1638
Fila 7	O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Fila 8	P	0.14	82.26	0.58	14.29	1.79	1.37	0	0.423	3.30578	0.4636
Fila 9	Rm	72.75	0.00	7.77	19.64	62.50	59.84	73.786	45.3389	24.7933	40.340
Fila 10	Rs	0.00	0.00	0.19	6.25	21.43	5.74	1.9417	19.0677	0	21.947
Fila 11	TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fila 12	más de 15%	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3
Fila 13	más de 14%	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3
Fila 14	más de 13%	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3
Fila 15	más de 12%	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3
Fila 16	más de 11%	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3
Fila 17	más de 10%	2	1	2	2	3	2	2	3	2	3
Fila 18	más de 9%	2	1	2	2	3	2	2	3	2	3
Fila 19	más de 8%	3	1	2	3	3	2	2	3	2	3
Fila 20	más de 7%	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3
Fila 21	más de 6%	3	2	3	4	3	2	2	4	3	3
Fila 22	más de 5%	3	3	3	4	3	3	2	4	3	3
Fila 23	más de 4%	4	4	3	5	3	3	2	4	3	3
Fila 24	más de 3%	4	4	4	6	4	3	2	4	4	3
Fila 25	más de 2%	4	4	4	7	4	3	2		4	4
Fila 26	más de 1%	4	4	4	7	5	6	3	4	4	4
Fila 27	más de 0%	6	4	7	7	5	6	3	5	4	5
Fila 28	Total. Posi	48	35	47	59	49	44	34	51	43	52
Fila 29	0%	4	5	3	3	5	4	7	5	6	5
Fila 30	Más de 40%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fila 32	Más de 50%	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
Fila 33	Más de 60%	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
Fila 34	Más de 70%	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Fila 35	Más de 80%	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Fila 36	total Negat	8	10	4	4	8	6	11	10	9	6
Fila 37	VALOR IMN	40	25	43	55	41	38	23	41	34	46

ANEXO B: Ficha de Evaluación IHF

	Estación	
	Fecha	
	Operador	

Bloques	Puntuación
---------	------------

1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			

2. Frecuencia de rápidos

Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10		
Bastante frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8		
Ocurrenza ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6		
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4		
Sólo pozas	2		
TOTAL (una categoría)			

3. Composición del sustrato

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
TOTAL (sumar categorías)			

4. Regímenes de velocidad / profundidad

<i>somero</i> : < 0,3 m <i>lento</i> : < 0,3 m/s	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
TOTAL (una categoría)			

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10		
Totalmente en sombra	7		
Grandes claros	5		
Expuesto	3		
TOTAL (una categoría)			

6. Elementos heterogeneidad

Hojarnaca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Disques naturales		2	
TOTAL (sumar categorías)			

7. Cobertura de vegetación acuática

% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
TOTAL (sumar categorías)			

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

--	--

La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del sustrato	20
Régimen velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

ANEXO C: Ficha de evaluación QBR.

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Estación	
Observador	
Fecha	

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Aguas arriba	
Otros	

Grado de cobertura de la ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y el 50%
- 10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	Recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y el 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y el 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	Recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y el 25 %
0	Sin árboles y con arbustos por debajo del 10 %
+ 10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre el 25 y el 50 %
+ 5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y la de árboles con sotobosque
- 5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre más del 50 %
- 5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre menos del 50 %

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la ribera*)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	Sin árboles autóctonos			
+ 10	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+ 5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
+ 5	Si las diferentes especies se disponen en bandas paralelas al río			
+ 5	Si el número diferente de especies de arbustos es (ver lista en el reverso)	> 2	> 3	> 4
- 5	Si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	Si existe alguna sp. introducida (alóctona)** aislada			
- 10	Si existen spp. alóctonas** formando comunidades			
- 10	Si existe vertido de desperdicios			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	El canal del río no ha sido modificado
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

--



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 10 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Tifany Cecibel Paredes Ordóñez</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Recursos Naturales</i>
Carrera: Turismo
Título a optar: <i>Ingeniera en Ecoturismo</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>



1896-DBRA-UTP-2021