



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

**ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE
LA CUENCA DEL RIO CHIMBO**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ECOTURISMO

AUTOR: HENRY PAUL VALLEJO TUFÍÑO

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Henry Paúl Vallejo Tufiño

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, Henry Paúl Vallejo Tufiño, 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, 01 de septiembre del 2020



Henry Paúl Vallejo Tufiño

CI: 0604125971

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: técnico, “**ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RIO CHAMBO**”, realizado por el señor: **HENRY PAÚL VALLEJO TUFÍÑO**, 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



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ANIBAL
CAJAS BERMEO**

Ing. Carlos Anibal Cajas Bermeo

2020-09-01

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**JUAN CARLOS
CARRASCO
BAQUERO**

Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero

2020-09-01

DIRECTOR DE TRABAJO DE

TITULACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA DAMARIS
HERNANDEZ
ALLAUCA**

Lcda. Andrea Damaris Hernández Allauca

2020-09-01

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarle a mi familia, quienes no solo han sido mi pilar de apoyo en todo momento, sino que son los seres que me impulsan para alcanzar todos mis sueños, no solo académicos sino también personales. A mi Madre, que durante todos estos años me ha enseñado que las palabras sobran, que muchas veces basta con demostrar el cariño sin necesidad de decir una sola palabra, porque ella me crió con amor. A mi Padre, mi ejemplo a seguir que siempre ha festejado conmigo mis alegrías y penas, que ha trabajado toda su vida para jamás hacerme faltar nada y ayudarme a cumplir mis metas. A mis hermanos Joel y Diego que aunque no siempre me entienden completamente me respetan y me apoyan en cada una de mis decisiones y han sido mi un apoyo constante con sus muestras de cariño y aprecio. A mi enamorada y compañera de carrera y de vida Jazmín que siempre estuvo ahí apoyándome y dándome su amor y sus palabras de aliento cuando parecía que la meta era imposible. Finalmente, como todos los triunfos en mi vida se los dedico a Dios porque gracias a él alcanzo mis metas y sueños, él siempre me acompaña y me da la fortaleza para seguir adelante.

Henry

AGRADECIMIENTO

Con mucha gratitud: A Dios por permitirme tener y disfrutar de una maravillosa familia y amigos. A mis padres por el esfuerzo realizado para llegar hasta este momento, a mis hermanos y mi enamorada por ese apoyo incondicional en las diferentes etapas de mi vida universitaria.

A los docentes de la escuela de Ecoturismo en especial a mi director de tesis, Ing. Juan Carlos Carrasco y mi asesora Ing. Andrea Hernández, por guiar este proyecto de titulación con su conocimiento, palabras de apoyo, aliento, disciplina, constancia y formar parte de un objetivo más alcanzado.

A todas esas personas que han estado apoyando en este proyecto ¡mil gracias! por aportar con un granito de arena de su conocimiento y de su trabajo de campo para el levantamiento de información.

Agradezco también a mis amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado y por regalar a mi vida algo de ellos.

Henry

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS..... | 5 |
| CAPÍTULO I | |
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA..... | 6 |
| CAPÍTULO II | |
| 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA | 8 |
| 2.1 Agua..... | 8 |
| 2.2 Cuenca hidrológica..... | 8 |
| 2.2.1 Clasificación | 8 |
| 2.2.2 Unidades de la Cuenca Hidrográfica | 9 |
| 2.3 Calidad del agua..... | 10 |
| 2.4 Contaminación del agua | 10 |
| 2.4.1 Fuentes de la contaminación del agua | 11 |
| 2.4.2 Efectos de la contaminación del agua | 11 |
| 2.5 Biodiversidad | 12 |
| 2.6 Especie..... | 12 |
| 2.7 Ecosistema..... | 12 |
| 2.8 Parámetros..... | 12 |
| 2.8.1 Parámetros físico – químicos | 13 |
| 2.8.2 Parámetros biológicos | 17 |
| 2.9 Índices de calidad de agua | 19 |
| 2.9.1 Físico – químicos | 19 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| 2.9.2 | <i>Índices bióticos</i> | 20 |
| 2.10 | Análisis | 22 |
| 2.10.1 | <i>Análisis cenóticos</i> | 22 |
| 2.11 | Grupos funcionales | 22 |
| 2.11.1 | <i>Grupos funcionales de macroinvertebrados</i> | 23 |
| 2.12 | Estructura trófica | 23 |
| 2.12.1 | <i>Niveles de las estructuras tróficas</i> | 24 |
| CAPÍTULO III | | |
| 3. | MARCO METODOLÓGICO | 26 |
| CAPÍTULO IV | | |
| 4. | RESULTADOS | 44 |
| 4.1 | Inventariar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chambo | 44 |
| 4.1.1 | <i>Caracterización de la cuenca del río Chimbo y los puntos de monitoreo</i> | 44 |
| 4.1.2 | <i>Inventario de las familias y abundancia de macroinvertebrados recolectados en los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo</i> | 44 |
| 4.1.3 | <i>Inventario general de los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo</i> | 55 |
| 4.2 | Determinar la composición trófica de los macroinvertebrados en los sitios de estudio 62 | |
| 4.2.1 | <i>Fichas</i> | 62 |
| 4.2.2 | <i>Análisis de la estructura trófica</i> | 91 |
| 4.3 | Analizar cenóticamente los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo | 92 |
| 4.3.1 | <i>Índices de diversidad</i> | 92 |
| 4.3.2 | <i>Análisis de similitud de Bray – Curtis</i> | 94 |
| 4.3.3 | <i>Índices bióticos</i> | 95 |
| 4.3.4 | <i>Análisis físico – químicos</i> | 98 |
| 4.3.5 | <i>Índice de calidad del agua</i> | 99 |
| 4.4 | Diseñar propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo | 101 |
| 4.4.1 | <i>Diagnóstico</i> | 101 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 4.4.2 | <i>Plan de manejo ambiental de la cuenca del río Chimbo</i> | 105 |
| | CONCLUSIONES | 110 |
| | RECOMENDACIONES | 111 |
| | GLOSARIO | |
| | BIBLIOGRAFÍA | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-2: Principales órdenes de macroinvertebrados | 19 |
| Tabla 2-2: Listado de categorías para determinar la calidad del agua – Índice BMWP | 21 |
| Tabla 3-2: Puntaje de las familias de macrobentos para aplicar el índice BMWP | 21 |
| Tabla 1-3: Ubicación geográfica de los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo..... | 26 |
| Tabla 2-3: Clasificación ecológica de la cuenca del río Chimbo..... | 27 |
| Tabla 3-3: Caracterización de los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo | 29 |
| Tabla 4-3: Grupos tróficos funcionales..... | 31 |
| Tabla 5-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de Roldán (2012)..... | 33 |
| Tabla 6-3: Categorías del Índice BMWP/Col de Roldán (2012) | 33 |
| Tabla 7-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de Roldán (2012)..... | 34 |
| Tabla 8-3: Categorías del índice BMWP/Bol | 34 |
| Tabla 9-3: Categorías del índice biótico andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba) | 34 |
| Tabla 10-3: Categorías del índice biótico andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba) | 37 |
| Tabla 11-3: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico..... | 40 |
| Tabla 12-3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces | 40 |
| Tabla 13-3: Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS..... | 42 |
| Tabla 14-3: Categorías del ICA-NFS..... | 43 |
| Tabla 1-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 1 | 45 |
| Tabla 2-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 2..... | 46 |
| Tabla 3-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 3..... | 47 |
| Tabla 4-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 4..... | 48 |
| Tabla 5-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 5..... | 49 |
| Tabla 6-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 6..... | 51 |
| Tabla 7-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 7..... | 52 |
| Tabla 8-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 8..... | 53 |
| Tabla 9-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 9..... | 54 |
| Tabla 10-4: Inventario de familias de macroinvertebrados en la cuenca del río Chimbo..... | 55 |
| Tabla 11-4: Listado de macroinvertebrados registrados en los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo | 59 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 12-4: Familia Dugesiidae | 62 |
| Tabla 13-4: Familia Tubificidae | 63 |
| Tabla 14-4: Familia Haplotaxidae..... | 64 |
| Tabla 15-4: Familia Glossiphoniidae..... | 65 |
| Tabla 16-4: Familia Physidae | 67 |
| Tabla 17-4: Familia Hyallelidae | 68 |
| Tabla 18-4: Familia Baetidae..... | 69 |
| Tabla 19-4: Familia Leptophlebiidae..... | 70 |
| Tabla 20-4: Familia Tricorythidae | 72 |
| Tabla 21-4: Familia Nemouridae | 73 |
| Tabla 22-4: Familia Perlidae..... | 74 |
| Tabla 23-4: Familia Corydalidae | 75 |
| Tabla 24-4: Familia Elmidae..... | 77 |
| Tabla 25-4: Familia Psephenidae..... | 78 |
| Tabla 26-4: Familia Hydropsychidae..... | 79 |
| Tabla 27-4: Familia Leptoceridae | 80 |
| Tabla 28-4: Familia Limnephilidae..... | 81 |
| Tabla 29-4: Familia Polycentropodidae..... | 83 |
| Tabla 30-4: Familia Ceratopogonidae..... | 84 |
| Tabla 31-4: Familia Chironomidae | 85 |
| Tabla 32-4: Familia Simuliidae..... | 87 |
| Tabla 33-4: Familia Tabanidae | 88 |
| Tabla 34-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chimbo | 89 |
| Tabla 35-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chimbo | 92 |
| Tabla 36-4: Valores de los Índices Bióticos en cada punto de muestreo de la cuenca de Río Chimbo..... | 95 |
| Tabla 37-4: Comparación de los resultados de los análisis físico - químicos con los límites permisibles establecidos por el TULSMA (2015)..... | 99 |
| Tabla 38-4: Resultados del ICA-NSF (1970) en 3 puntos de la cuenca del Río Chimbo..... | 100 |
| Tabla 39-4: Índices Biológicos por tramos en la cuenca del río Chimbo | 102 |
| Tabla 40-4: Índices de calidad de Agua..... | 103 |
| Tabla 41-4: Plan de manejo Ambiental de la cuenca del río Chimbo..... | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-2: Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador y Perú | 22 |
| Figura 1-3: Puntuación del índice biótico andino (ABI) para Perú | 36 |
| Figura 2-3: Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para familias de ríos altoandinos del Ecuador | 38 |
| Figura 1-4: Distribución geográfica de la cuenca del río Chimbo y los puntos de monitoreo. . | 44 |
| Figura 2-4: Dendrograma de similitud faunística semi cuantitativa entre los puntos de muestreo | 94 |
| Figura 3-4: Dendrograma de similitud cualitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 95 |
| Figura 4-4: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Col de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 97 |
| Figura 5-4: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Pe de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 97 |
| Figura 6-4: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Bol de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 97 |
| Figura 7-4: Dendrograma de similitud del índice ABI/Ecu de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 98 |
| Figura 8-4: Dendrograma de similitud del índice Adaptado de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo | 98 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 1 | 45 |
| Gráfica 2-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 2 | 46 |
| Gráfica 3-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 3 | 48 |
| Gráfica 4-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 4 | 49 |
| Gráfica 5-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 5 | 50 |
| Gráfica 6-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 6 | 51 |
| Gráfica 7-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 7 | 52 |
| Gráfica 8-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 8 | 53 |
| Gráfica 9-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 9 | 54 |
| Gráfica 10-4: Relación riqueza y abundancia de los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo..... | 61 |
| Gráfica 11-4: Grupo tróficos en la Cuenca del Río Chimbo..... | 91 |
| Gráfica 12-4: Variación de la diversidad de Margalef en cada uno de los puntos de muestreo | 93 |
| Gráfica 13-4: Variación de la diversidad de Pielou y Fisher en cada uno de los puntos de muestreo | 93 |
| Gráfica 14-4: Variación de la diversidad de Shanon en cada uno de los puntos de muestreo... | 93 |
| Gráfica 15-4: Variación de la diversidad de Shannon en cada uno de los puntos de muestreo. | 94 |
| Gráfica 16-4: Representación de los valores obtenidos de los Índices Bióticos en todos los puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo..... | 96 |

RESUMEN

La presente investigación se basa en la identificación de la estructura trófica de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo para lo cual se realizó el inventario de los macroinvertebrados presentes en la cuenca estudiada en la que se recolectaron a través del método de Red de Surber y Captura directa, 1074 individuos repartidos en 22 familias, con una marcada abundancia en las familias *Hyallelidae* y *Leptophlebiidae*, las mismas que pertenecen a los grupo tróficos colectores - raspadores y detritívoros que evidencian la presencia de materia orgánica, detritos y materia orgánica en descomposición, lo que evidencia el desecho de aguas residuales y actividades agropecuarias cercanas a la cuenca del río. Consecutivamente, se realizó el análisis cenótico de los macroinvertebrados a lo largo de la cuenca del río Chimbo a través de Índices de biodiversidad, prueba de similitud de Bray Curtis, Índices de calidad de agua a través de parámetros biológicos (BMWP/Col, BMWP/Pe, BMWP/Bol, ABI/Ecu, IA), Índice de Calidad de Agua (ICA-1970) bajo parámetros físico-químicos y su análisis en base al TULSMA (2015) regulado por el MAE, donde se mostró a todos los tramos con alteraciones tanto en la vida acuática como en el recurso hídrico con una calidad de agua que va desde REGULAR a MALA. Finalmente se tomó en cuenta a todos los tramos, desde el páramo hasta la cuenca baja del río Chimbo, para la realización de el Plan de Manejo Ambiental para la cuenca del río Chimbo donde se buscará la conservación de los macroinvertebrados, el cual consta de 3 programas orientados a la conservación de los Recursos hídricos y su biodiversidad, educación ambiental y monitoreo del plan de manejo ambiental.

Palabras clave: <CALIDAD DE AGUA>, <MACROINVERTEBRADOS>, <ANÁLISIS CENÓTICO>, <RÍO CHIMBO>, <VIDA ACUÁTICA>.



08/02/2021
0624-DBRAI-UPT-2021

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to identify the trophic level of macroinvertebrates of the Chimbo river basin. To start, the inventory of the macroinvertebrates of the studied basin was made. Data was collected through the Surber Network method and Direct Capture. The findings demonstrated that there are 1074 individuals divided into 22 families, being the Hyallellidae and Leptophlebiidae families the most abundant. These families belong to the collecting-scrappers trophic groups and the detritivores, the presence of these macroinvertebrates prove the existence of organic matter, debris and decomposing organic matter. In addition, it could be observed that there are wastewater landfills and agricultural activities near the river basin. Consecutively, the cenotic analysis of the macroinvertebrates was performed along the Chimbo river basin through Biodiversity Indices, Bray Curtis similarity test, Water quality indices through biological parameters (BMWP / Col, BMWP / Pe, BMWP / Bol, ABI / Ecu, IA), Water Quality Index (ICA-1970) observing physical-chemical parameters. The analysis was based on TULSMA (2015) regulated by the MAE, the results showed that all sections have alterations both in aquatic life and in water resources with a water quality ranging from REGULAR to POOR. Finally, all sections were studied, from the moor to the lower basin of the Chimbo river. This research seeks to develop an Environmental Management Plan for the Chimbo river basin with the purpose of conserving macroinvertebrates. The plan consists of 3 programs aimed at conserving water resources and their biodiversity; environmental education, and monitoring of the environmental management plan.

Keywords: <WATER QUALITY>, <MACROINVERTEBRATES>, <CENOTIC ANALYSIS>, <CHIMBO RIVER>, <AQUATIC LIFE>

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial en la aparición de las formas primigenias de la vida, la evolución y diversidad biológica, la transformación de la materia y en general al equilibrio energético del planeta (Rodríguez, 2012). A lo largo de los años los pueblos han recurrido al agua para generar y mantener el crecimiento económico y la prosperidad, a través de actividades tales como la agricultura, la pesca comercial, la producción de energía, la industria, el transporte y el turismo. Sin embargo y paradójicamente el exceso de su uso ha hecho que el agua esté sometida actualmente a altos grados de contaminación lo que amenaza a la salud humana y la calidad de vida, pero su incidencia ecológica es más contundente (Paredes, 2013) ya que el libre flujo de agua libre de contaminación resulta clave para el sostenimiento de los ecosistemas que dependen de este recurso.

Del total de agua sobre la tierra solo 2.5% de ella es dulce, la cual se encuentra en mayor parte en la forma de casquetes de hielo y glaciares; y solo 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible (Baque *et al.*, 2016). Esta es el agua que se encuentra en lagos, ríos y a poca profundidad en el suelo, solo esa cantidad de agua se renueva habitualmente. Hoy en día el acceso al agua dulce en todo el planeta es crítica y cada vez es más compleja (Fernández, 2012), a consecuencia de factores como la contaminación del recurso hídrico (convirtiendo a los ríos y mares en cloacas), la creciente demanda de agua para la agricultura, la industria y el consumo doméstico, todo esto debido al crecimiento demográfico y a la falta de planificación, educación y conciencia para el manejo y uso adecuado del agua, lo que genera consecuencias como acidez de los suelos, enormes cantidades de sedimentos en ríos y lagos, enfermedades, aumento de abortos y malformaciones genéticas por la presencia de metales pesados en aguas (Agudelo, 2005).

El uso racional del agua en la actualidad constituye uno de los mayores retos de la humanidad, en este sentido, según cálculos del Programa Ambiental de Naciones Unidas, América Latina cuenta con el 65% de agua dulce del mundo (Yáñez & Villacís, 2016; Hernández, *et al.*, 2015). Ante ésta realidad se hace indispensable gestionar y proteger el agua (Del Valle, 2017), seguir trabajando en la conservación de los páramos Andinos, manteniendo su biodiversidad, que garanticen la cantidad y calidad del agua, considerando a éste ecosistema natural una fuente hídrica invaluable para la vida en el planeta (Yáñez & Villacís, 2016).

Es esencial enfatizar la importancia de la conservación del ecosistema y la biodiversidad ya que esta última es la clave del equilibrio de la naturaleza (AQUAE, 2017) y particularmente los ecosistemas son la fuente de los bienes y servicios ambientales que brindan y ayudan a desarrollar, mantener y garantizar el bienestar humano a través de la obtención de recursos como aire, agua limpia, suelos aptos para provisión de alimentos, medicamentos, etc., (Najera, 2010).

Los ecosistemas acuáticos concentran un gran porcentaje de la biodiversidad del planeta (Uribe, 2015), esto es comprensible si consideramos que la vida surgió en estos ambientes hace aproximadamente 3,500 millones de años, que comprenden más del 70% de la superficie de la Tierra y abarcan una gran variedad de hábitats, incluyendo dulceacuícolas, salobres y marinos. No obstante, la poca penetrabilidad para muestrear y monitorear estos sistemas, debido a su extrema heterogeneidad espacial y temporal, dificultan el reto de comprender los procesos evolutivos que originan y mantienen su biodiversidad (Serrato, *et al.*, 2013).

Los ecosistemas dulceacuícolas son calificados como uno de los recursos naturales renovables más significativos para la vida, siendo imprescindibles para la subsistencia y desarrollo de los pueblos a nivel socioeconómico y en términos de servicios ecosistémicos (Quiroz, *et al.*, 2017; Meza, *et al.*, 2012), además en su valor biológico, estos ecosistemas también se destacan por contener una biota rica y variada, encerrando una alta diversidad de peces y otros vertebrados, y una mayor diversidad de invertebrados, plantas y algas. El transporte de partículas disueltas y materia orgánica generada desde la cabecera hasta la desembocadura de los ecosistemas hídricos genera una estrecha relación entre el río y el ecosistema terrestre (Meza *et al.*, 2012).

Los ríos tienen una gran importancia por ser conectores de las cuencas terrestres con la atmósfera y el mar, funcionando como los auténticos riñones de la Tierra (Miravet, *et al.*, 2016). La utilización del agua de los ríos es de suma importancia para desarrollar actividades como la agricultura, la industria, el turismo, la ganadería etc. (Rueda & Hernández, 2018). A pesar de su gran importancia, alrededor del mundo los ríos, son contaminados química y biológicamente (Gastañaga, 2018; Arango Á. 2013) por actividades agropecuarias, vertidos de aguas servidas y en mayor medida, por los desechos de los tratamientos industriales (Amado, *et al.*, 2016).

La demanda mundial de los ríos para actividades productivas y recreativas es cada día mayor, lo que aumenta su extracción y reduce los caudales disponibles en los ríos, así mismos estos han sido receptores de los residuos generados por las actividades humanas como las agua servidas (CEPAL, 2002). Estos y entre otros factores son determinantes de la alteración del agua de los ríos, tanto en su cantidad como en su calidad. La contaminación de los ríos tiene efectos en la salud humana; la disponibilidad de agua de calidad adecuada para diferentes actividades económicas y recreativas, así como la alteración de los ecosistemas acuáticos, de la vegetación y la fauna ribereña (Bustamante, *et al.*, 2016).

Ante esta problemática bien marcada en los ríos, se han implementado planes para mitigar los efectos degradantes sobre los ecosistemas dulceacuícolas donde se presenta como estrategias preponderantes el manejo y la conservación del agua en conjunto con su biodiversidad que permitan llevar proyectos sociales sostenibles que abastezcan de buena calidad de agua (Ochoa, 2015; CEPAL, 2002). En consecuencia, como primer punto hacia la búsqueda de esa sostenibilidad,

se deben realizar diagnósticos en los cuerpos de agua, y posteriormente formular las alternativas endógenas que tiendan a corregir los problemas en aquellas que presenten contaminación y/o prevenir los mismos (Yumbo et al., 2018).

En la búsqueda infatigable de obtener una buena calidad de agua para las innumerables actividades humanas, se ha hecho imprescindible a lo largo de los años realizar análisis y evaluaciones de los ecosistemas acuáticos a través de parámetros físico - químicos y microbiológicos (Samboni et al., 2017) por un lado; por otro lado, mediante componentes biológicos donde se usan macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad y biodiversidad acuática (Vásquez & Medina, 2015; Lucas, 2014). A través de monitoreos periódico de los cuerpos de agua que permite la detección temprana de los cambios físico - químicos y en su diversidad biológica lo que por repercusión directa afecta su calidad (Castro, et al., 2014).

Los grupos de macroinvertebrados que viven en agua dulce muestran un sinfín de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida, dado que algunos grupos pasan todo, o casi todo, su ciclo de vida en el agua (Hanson, et al., 2010). Y es esta diversidad de especies de macroinvertebrados del medio acuático la que crea un insumo transcendental en la evaluación de los cambios en la calidad del agua, el uso racional de los recursos acuáticos y la detección de efectos de contaminación (Guevara, 2018), por esta razón se han incrementado estudios en base a estos seres acuáticos que han sido reconocidos como potenciales indicadores de la calidad biológica de estos ecosistemas desde hace mucho tiempo, por su amplia distribución y diversidad, lo que les permite adaptarse a características muy definidas de calidad del agua (Villanueva & Chanamé, 2016).

El Ecuador es un país muy dotado en recursos hídricos, existe a nivel nacional una escorrentía media total de 432.000 hm³ por año, con una escorrentía específica de 1600 mm / año muy superior a la media mundial que es del orden de 300 mm/año, lo que supone 43.500 m³ por habitante al año, igualmente superior a la media mundial de 10.800 m³ (Consejo Nacional de Recursos Hídricos, 2002). Esta escorrentía corre por las 79 cuencas hidrográficas y las 137 subcuencas que hay en el país, las cuales están organizadas para fines de planificación, en 31 sistemas hidrográficos (GeoEcuador, 2008).

El total de estas cuencas está distribuido en dos vertientes que nacen en la sierra ecuatoriana y que se distribuyen hacia ambos lados de la misma. Hacia el lado occidental, la vertiente del Pacífico distribuye 72 cuencas, que suman 123.216 km² (Food and Agriculture Organization, 2016). Hacia el Oriente, la vertiente del Amazonas posee siete cuencas que ocupan 131.726 km² del territorio nacional (CEPAL, 2012). Las fuentes hídricas que proveen de agua a las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar se encuentran en la Reserva de Producción de Fauna

Chimborazo (RPFCH), con una extensión de 58.560 ha, mantienen los caudales de los ríos Ambato, Chambo y Chimbo, siendo este último el afluente del río Guayas (Gavilanes, *et al.*, 2019).

La subcuenca del río Chimbo tiene una extensión aproximada de 3 635 km² y comprende parte de los territorios de dos provincias de la región altoandina de Ecuador (Bolívar y Chimborazo) (Barrera, *et al.*, 2010). Nace en los deshielos del Chimborazo, de la unión de los ríos Salinas y Llangama, y recorre la provincia de Bolívar y la hoya de su mismo nombre en dirección sur, para regar con sus aguas los valles de Guaranda, San José, San Miguel y Pallatanga; posteriormente se introduce en la provincia del Guayas donde se junta con el río Chanchán para formar el río Yaguachi, el cual desemboca en el río Babahoyo y este último alimenta el Río Guayas (Avilés E. , 2009). Las principales ciudades que se asientan en la cuenca son Guaranda, San José de Chimbo y San Miguel, Chillanes y Pallatanga. La cuenca del río Chimbo es casi totalmente agrícola, destacándose en la producción de caña de azúcar, papa, maní, lentejas, trigo, maíz, quinua, café, tabaco y madera. azufre y sal (Orozco, 2010).

El presente estudio se desarrolló bajo la línea de investigación; Gestión del turismo sustentable, y bajo la sub línea; Ambiente, Biodiversidad y Recursos naturales para el turismo sustentable de la Carrera de Ingeniería en Ecoturismo, con el fin de determinar la calidad de agua a través de parámetros físico-químicos y biológicos (estructura trófica) de la cuenca del río Chimbo, en donde se tomó en cuenta 9 puntos en los siguientes sectores para su análisis: Cruz del arenal, antes de Guaranda, después de Guaranda, antes de San José de Chimbo, después de San José de Chimbo, después de San Miguel, Cascajal, La Victoria y el puente Bucay-Cumandá. De esta forma se procura fundamentalmente ayudar al desarrollo socio ambiental de los pueblos aledaños para de este modo generar oportunidades de desarrollo de un turismo sostenible para la localidad.

OBJETIVOS

1. Objetivo general

Identificar la estructura trófica de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo.

2. Objetivos específicos

- Inventariar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo.
- Analizar los grupos funcionales de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo.
- Analizar cenóticamente los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo.
- Diseñar propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

Por muchos años en Ecuador, el manejo y gestión del agua se ha centrado en iniciativas para mejorar el suministro de la misma en cantidad, y no en calidad. A esto suele sumarse la limitada disponibilidad de recursos económicos para conservación de fuentes primarias de agua y de un criterio de manejo a nivel de cuenca hidrográfica como unidad de análisis. Consecuentemente, los esfuerzos por prevenir la contaminación y recuperar los cuerpos de agua contaminados han sido mínimos, o su alcance ha respondido a intereses particulares (Terneus & Yáñez, 2018).

La cuenca del Río Chimbo se ha visto afectada a lo largo de los años por actividades de desarrollo micro empresarial y sus desechos industriales vertidos por algunas fábricas ubicadas en la cabecera parroquial de Salinas (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Salinas, 2015) y Guaranda ; además de problemas de contaminación espontánea al río con los vertederos directos de aguas negras y servidas sin previo tratamiento de purificación, sobre todo de centros poblados y en la eliminación de desechos de granjas, camales y basuras, y materiales arrojados a los ríos, que contaminan y ponen en peligro la salud humana. El alto flujo erosivo de la provincia origina un alto nivel de sedimentación y turbidez del agua. De acuerdo a datos proporcionados por el Gobierno Provincial de Bolívar, se estima que sólo en la subcuenca del Chimbo se registran alrededor de 8'000 000 de toneladas métricas de sedimentos anuales (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolivar, 2015).

Por otro lado los principales problemas ambientales que afectan a las microcuencas afluentes del río Chimbo se ven marcadas por contaminación del agua por agro-químicos, la disminución de las zonas de recarga hídrica, especialmente en las zonas más altas, la pérdida de fertilidad de los suelos por procesos naturales de erosión y malas prácticas agrícolas, y la pérdida de la diversidad biológica que se refleja a través de la disminución de las poblaciones nativas de especies animales y vegetales (Barrera, *et al.*, 2010). Específicamente en la microcuenca del río Llangama según un estudio realizado por el INIAP y MAGAP (2010), más del 80% de los hogares señalaron que el páramo se ve amenazado por la actividad humana y reconocen el vínculo entre la degradación del páramo y los impactos sobre la cantidad y calidad del agua. Sin embargo, sólo el 31% de ellos expresaron que se abstuvieron de utilizar el páramo para las actividades productivas, el 61% indican extraer madera y leña, el 6% realiza cultivos en estas áreas, y 3% han formado pastizales.

El impacto sobre la calidad de agua de la subcuenca tiene también repercusiones en la salud humana, por lo que se ha evidenciado problemas de salud, en particular infecciones gastrointestinales debido a la mala calidad del agua. Así pues, aunque la conservación es vista

como una actividad importante, son pocos los hogares de las zonas de las microcuencas afluentes del río Chimbo que adoptan prácticas de conservación (Barrera *et al.*, 2010).

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Agua

El agua es un recurso con características únicas, de gran significancia para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural (García *et al.*, s.f.), El componente agua no es más que una parte del ecosistema acuático en el que se desarrollan una serie de organismos vivos, los mismos obedecen a las características fisicoquímicas de sus aguas que, pueden verse notablemente modificadas con la consiguiente alteración de aquéllas (López F. M., 1995), concuerda totalmente con lo expuesto Fernández (2012), y añade que el agua es un recurso renovable pero finito, que contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra.

2.2 Cuenca hidrológica

Una cuenca es conocida mundialmente como el territorio idóneo para gestionar el agua y los recursos naturales vinculados con ella, las cuencas forman sistemas y subsistemas interrelacionados, interdependientes e inseparables (Rotoplas, 2015). La cuenca es un territorio cuyas aguas fluyen todas hacia un mismo río, lago o mar, y a esta clase de cuencas se les llama cuencas hidrográficas (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019).

La cuenca hidrográfica es un espacio de captación natural del agua de precipitación de la lluvia que hace dirigirse los escurrimientos hacia un único punto de salida, llamado exutorio, cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas (NATGEO, 2018). Una cuenca hidrográfica considera también la dinámica del agua en el subsuelo, lo que permite identificar la localización de acuíferos y sus zonas de recarga (Rotoplas, 2015). La Agencia Nacional de Aguas de Brasil (2013) hace una recopilación de todo y resume que la cuenca hidrográfica está compuesta por un conjunto de superficies vertientes constituidas por la superficie del suelo y de una red de drenaje formada por los cursos de agua que confluyen hasta llegar a un lecho único en el punto de salida.

2.2.1 Clasificación

De acuerdo a Rojas (2017), Guevara (2018) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2019) las cuencas hidrográficas se pueden clasificar de la siguiente manera:

2.2.1.1 Según el punto de salida

- 1) Exorreica. - Son las cuencas que tiene una o más salidas de agua hacia un caudal mayor o hacia un lago o hacia el mar.
- 2) Cuenca Endorreica. - Se dice de las cuencas que no tienen ninguna salida y por lo general da origen a un lago, si la impermeabilidad del suelo se lo permite
- 3) Cuenca Arreica: Las cuencas arreicas son aquellas en que las aguas se evaporan o filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos y riachuelos son de este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.
- 4) Cuenca Criptorreica: Son aquellas cuencas que fluyen subterráneamente por lo general poseen suelos con cal que permiten una infiltración casi inmediata de la lluvia y la formación de corrientes subterráneas

2.2.1.2 Según su categoría

- 1) Microcuenca: área determinada por divorcios de agua, con una superficie menor o igual a 10.000 Ha.
- 2) Cuenca pequeña: área con una superficie mayor a 10.000 Ha., pero menor o igual a 100.000 Ha.
- 3) Cuenca mediana: le corresponde una superficie mayor a 100.000 Ha., pero menor o igual a 500.000 Ha.
- 4) Cuenca grande: es aquella que tiene una superficie mayor de 500.000 Ha, pero menor o igual a 1.000.000 Ha.
- 5) Cuenca muy grande: es la que tiene una superficie mayor a 1.000.000 de Ha.

2.2.2 Unidades de la Cuenca Hidrográfica

Según Zury (2008), las cuencas hidrográficas están compuestas por unidades determinadas que se utilizan para caracterizarlas mejor estas son:

2.2.2.1 Subcuencas

Unidades intermedias que poseen entre 150 a 1000 km², donde las aguas superficiales y subterráneas alimentan a las cuencas. Por lo general las componen aquellas cuencas de segundo orden en adelante

2.2.2.2 Microcuencas

Unidades formadoras de la subcuenca, que forman el espacio práctico donde se ejecutan los proyectos diseñados para la cuenca y subcuenca. Varios autores concuerdan que el tamaño de las microcuencas se encuentra entre los 15 y 150 km².

2.2.2.3 *Tributarios*

Llamados así desde un punto de vista teórico, mientras que los campesinos las denominan quebradas, vertientes u ojos de agua; son unidades menores que se encuentran en el interior de las microcuencas.

2.3 **Calidad del agua**

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. La calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares (ONU, 2014). En concordancia con este enunciado Bidault (2016), expresa y agrega que la calidad del agua se refiere también a las características biológicas y radiológicas del agua.

La calidad hídrica de las cuencas es un factor que incurre directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar del ser humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. (IDICT&ONI, s.f.). El término calidad, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición, por el contrario, es un concepto relativo que depende del destino final del recurso.

De modo que, y a título de ejemplo, las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de calidad apropiada para la bebida de consumo humano, sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica podrían resultar excelentes para el riego de plantas ornamentales o de plantaciones forestales. Del mismo modo aguas de alta montaña, que intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental (Bidault, 2016), por lo tanto, no se puede discernir a la ligera la calidad del agua, y para ello se debe establecer rangos por cada situación de uso y consumo de este recurso.

La terminología de la calidad del agua surge con el fin de describir las características biológicas y fisicoquímicas del recurso agua, lo que implica conocer el uso del agua y a la vez permitiría apreciar su contaminación, fuentes y efectos:

2.4 **Contaminación del agua**

La contaminación del agua de acuerdo a Roldan (1992), es el cambio que sufre el agua ya sean estas químico, físico o biológico, una vez dado este evento en el agua, este tiene un efecto dañino para cualquier ser vivo que lo consuma, La contaminación del agua puede darse de origen inerte y de origen vivo, pues el primero implica restos o sustancias por ejemplo el plomo, mercurio como resultante de la actividad minera, mientras que la segunda hace énfasis a la contaminación

proveniente de microorganismos de desechos domésticos; es decir los que surgen a partir de las aguas servidas.

2.4.1 Fuentes de la contaminación del agua

Jaque y Potocí (2015), describen a continuación las diferentes fuentes de contaminación:

2.4.1.1 Fuente industrias

Desechos desconsiderados de diferentes residuos industriales, de los cuales muchos de estos son perjudiciales para el recurso agua, debido a que son difíciles de eliminar peor aún sin ningún tipo de tratamiento.

2.4.1.2 Fuentes antrópicas

Es la contaminación provocada por el hombre, entre las actividades más destacadas tenemos: la minería, la agricultura y la ganadería.

2.4.1.3 Fuentes naturales

Es el resultante de los diferentes fenómenos naturales; que implica en muchos casos el cambio de la composición físico - químico del agua.

2.4.2 Efectos de la contaminación del agua

La contaminación del agua, ya sean estas ocasionadas por residuos orgánicos o inorgánicos, ocasionan en los diferentes ecosistemas acuáticos graves problemas irreversibles, debido a que estas ocasionan modificaciones fisicoquímicas que, a las ves, éstas repercuten en la distribución y composición de las diferentes comunidades, de este modo Roldan (1992) separa y define 2 efectos de la contaminación del agua.

2.4.2.1 Biológico

Las diferentes especies que habitan en un medio natural están adaptadas a las condiciones ambientales propias del lugar y cualquier tipo de alteración ocasionadas por diferentes factores, puede significar la disminución y en el peor de los casos la desaparición de estos organismos que a la vez son considerados como fundamentales para la fuente de vida de la humanidad. Bajo este mismo contexto, los diferentes organismos una vez afectados por los distintos tipos de contaminación sean estas: industrial, natural o antrópica, solo tienen dos opciones o se adaptan o simplemente mueren y dejan de cumplir su rol en el ambiente en el que habitan, que implica además la desaparición de otros organismos dependientes de este, pues cabe, mencionar que todos los organismos vivientes se interactúan entre sí.

2.4.2.2 Químico y bioquímico

El término biodegradable es muy común en la actualidad, pues se asume que toda cosa biodegradable es amigable con el ambiente, debido a que son fáciles de descomponer para los diferentes organismos acuáticos. Pero así también ha traído consigo la pérdida de especies de animales grandes, según estudios realizados en los últimos años muestran que esta noción parcialmente invalida, a pesar de que son fáciles de descomponer, pues se detectó que por ejemplo las fundas biodegradables servían de alimento para muchos animales, que implicó la muerte por asfixia (LA REPÚBLICA, 2017).

2.5 Biodiversidad

Se denomina así a la variabilidad genética entre especies que viven en un lugar determinado donde están incluidos los organismos vivos de ecosistemas terrestres marinos y demás sistemas acuáticos (Castañeda, 2017; Galindo, 2011). Los *componentes* de la biodiversidad están formados por tres factores; diversidad de ecosistemas (lugares o espacios en donde se concibe la vida); diversidad genética (conjunto de genes); diversidad taxonómica que expresa diversidad de especies con características comunes (Raffino, 2019).

2.6 Especie

Costas (2014), describe a las especies como los miembros de una población que se reproducen entre sí y no por una apariencia similar; sin embargo, existen diferentes definiciones de especie de acuerdo al autor y el enfoque que cada uno tiene. La especie es un linaje único, donde las poblaciones de organismos son descendientes de un ancestro común y mantienen sus características evolutivas a través del tiempo (Vargas *et al.*, 2014).

2.7 Ecosistema

Es el conjunto de seres vivos, los mismos que articulados forman elementos bióticos y abióticos, es el hogar de los seres vivos en el cual se producen interrelaciones, que de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2019), son de adaptación, depredación, competencia, parasitismo entre otras; propias del resultado del actuar de la materia y energía (Margalef, 1997; Rice, 2017).

2.8 Parámetros

Un parámetro es un indicativo para lograr evaluar o valorar una situación particular. A partir de un parámetro, una determinada circunstancia puede ser entendida o colocada en perspectiva (Yirda, 2018). Un parámetro estadístico es un número que resume la ingente cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. El cálculo de este número está bien definido,

usualmente mediante una fórmula aritmética obtenida a partir de datos de la población (Martinez & Marí, s.f.).

2.8.1 Parámetros físico – químicos

Este tipo de parámetros dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática (Samboni *et al.*, 2007). A lo expresado, Bidault (2016), concuerda y detalla por partes lo que se puede observar a través de cada parámetro:

Químicos: observa pH, dureza, sólidos disueltos y en suspensión, alcalinidad, coloides, acidez mineral, residuo seco, sulfatos, cloruros, nitratos, fluoruros, fosfatos, sílice, carbonatos y presencia de otros componentes como ácido sulfhídrico, ácido húmico, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, metales tóxicos y gases disueltos. Podemos medir la concentración de hidrógeno del agua (pH) para determinar el nivel de iones H⁺ usando un medidor de pH o bandas de prueba especiales que indican el nivel de acidez o alcalinidad del agua que está siendo investigada.

Físicos: Incluyen el sabor, olor, color, turbidez y conductividad del agua.

2.8.1.1 PH

El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Ésta medida es necesaria porque muchas veces no es suficiente decir que el agua está caliente, o en ocasiones, no es suficiente decir que el jugo de limón es ácido, al saber que su pH es 2.3 nos dice el grado exacto de acidez, por lo tanto, el pH presenta un rango que varía de 0,00 a 14,00 siendo 7,00 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7,00 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7,00 indica un rango básico. Aguas fuera del rango normal de 6,00 a 9,00 pueden ser dañinas para la vida acuática, estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática (González, 2011).

2.8.1.2 Turbidez

La turbidez se describe a lo despejada o turbia que pueda estar el agua, los niveles altos de turbidez pueden ser causados por las diferentes partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton, cuyas partículas evitan el paso de la radiación solar, por lo tanto, las macrófitas existentes serán más frágiles, debido a que tiene valores bajos de oxígeno disuelto (Méndez, 2011). De acuerdo con Marcó, Azario, Metzler, & García (2004), la turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación. La turbidez del agua se genera por la presencia de partículas en suspensión. La velocidad de sedimentación de las

partículas pequeñas (menores al micrón de diámetro) es muy baja, por lo que requieren tratamiento para lograrla en tiempos útiles. Las mayores a un micrón sedimentan espontáneamente. Mientras algunas son de naturaleza inorgánica (arcillas, fangos y óxidos minerales), que provienen de la erosión del suelo, otras son de naturaleza orgánica (bacterias, parásitos, algas, zooplancton, y coloides húmicos). Además de las fuentes naturales, las actividades humanas generan efluentes cargados de estas partículas y el aporte de otras sustancias que pueden combinarse con ellas (virus entéricos, contaminantes químicos, cloro, etc...) tanto en el cuerpo de agua como en las plantas y redes de distribución.

2.8.1.3 Conductión específica o conductividad eléctrica

Al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro (Goyenola, 2007).

2.8.1.4 Sólidos totales disueltos

Más conocidos como los TDS (Sólidos Disueltos Totales - Total dissolved solids), Panachlor (2015) los describe como la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea la molécula de agua pura (H₂O) y sólidos en suspensión. Los sólidos en suspensión son partículas o sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, como la como pulpa de madera. Algunos sólidos disueltos provienen de fuentes orgánicas como hojas, sedimentos, plancton, y los desechos industriales y aguas residuales. Otras fuentes provienen de la escorrentía de las zonas urbanas de los fertilizantes y pesticidas usados en céspedes y granjas. Los sólidos disueltos también vienen a partir de materiales inorgánicos tales como rocas y de aire que puede contener bicarbonato de calcio, de nitrógeno, de fósforo de hierro, azufre, y otros minerales. Muchos de estos materiales forman sales, que son compuestos que contienen tanto un metal y un no metal. Las sales usualmente se disuelven en agua formando iones. Los iones son partículas que tienen una carga positiva o negativa.

2.8.1.5 Calcio

El calcio es una unidad química, cuya representación simbólica es Ca y de número atómico 40. Se encuentra en el medio interno de los organismos como ion calcio (Ca²⁺) o a su vez formando parte de otras moléculas; en algunos seres vivos se halla precipitado en forma de esqueleto interno o externo (Rodríguez , 2009).

2.8.1.6 Fósforo

IDEAM (2004), considera al fósforo como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, se encuentra en aguas naturales y residuales casi. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polis fosfatados.

2.8.1.7 Magnesio

El magnesio generalmente es un elemento poco reactivo, pero su reactividad aumenta con niveles de oxígeno. Además, el magnesio reacciona con el vapor de agua para dar lugar a hidróxido de magnesio y gas hidrógeno: $Mg(s) + 2H_2O(g) \rightarrow Mg(OH)_2(aq) + H_2(g)$. El magnesio es un metal que junto a otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, mientras que, el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda (Lenntech, 2019).

2.8.1.8 Coliformes fecales

Ramos *et al.* (2008), expresa que la presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población.

2.8.1.9 Color

Wheaton (1987), señala que el color del agua es el resultado neto de la interacción entre las impurezas del agua y la luz incidente. El agua pura; es decir de buena calidad a la luz del sol tiene una coloración azul, debido a que la luz azul penetra con mayor intensidad en el agua a comparación a los otros colores.

2.8.1.10 Temperatura del agua

Según Reinoso (2016), dependiendo del valor de la temperatura que posee un cuerpo de agua puede causar alteraciones a la química del mismo y a las funciones de los organismos acuáticos debido a que esta interviene en la cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de plantas y metabólica de organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, entre otras, lo que dará como resultado afectaciones a medidas de otros parámetros como pH o conductividad.

2.8.1.11 Dureza

La dureza es uno de los parámetros químicos más importantes a la hora de calificar la calidad de un agua, además añade que las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua son: mg CaCO_3/l o ppm de CaCO_3 . Miligramos de carbonato cálcico (CaCO_3) en un litro de agua; esto es equivalente a ppm de CaCO_3 . Facsa (2016) señala que la dureza del agua es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad. La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación.

2.8.1.12 Amonio

Ebures (2015), describe al amoníaco como un nutriente que está compuesto de nitrógeno e hidrógeno, cuya fórmula química es NH_3 en su estado sin ionizar y NH_4^+ en la forma ionizada. La suma de los iones ya mencionados; es decir de NH_3 y NH_4^+ constituye el amoníaco que se mide analíticamente en el agua.

2.8.1.13 Demanda bioquímica de Oxígeno 5

La DBO5 es un análisis empírico de tipo biológico que mide el oxígeno molecular utilizado por los microorganismos para la degradación de la materia orgánica al cabo de un periodo de incubación de 5 d. La muestra de agua o en una dilución apropiada es incubada por 5 d a 20°C en la oscuridad. El progreso de la descomposición o la estabilización de la materia orgánica en el agua se refleja en un lento agotamiento del oxígeno disuelto durante el período de incubación, es decir, que la DBO está satisfecha (INEN, 2013). Es un método usado para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas. Su aplicación permite medir los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas, los mismos que son catalogados como receptoras de todas las descargas mencionadas (Laboratorio de Química Ambiental, 1997).

2.8.1.14 Demanda química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno es definida como la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas. Esta medida es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen, este puede ser orgánico o mineral. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 - 5 ppm, o algo superiores. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm, cabe, cabe mencionar que en las residuales industriales la concentración depende del proceso de fabricación (MNCN, 2010).

La relación entre DBO y DQO nos indicará el tipo de vertido y su posibilidad de depuración:

$DBO/DQO > 0,6$, es un vertido orgánico, fácilmente depurable de forma biológica.

$DBO/DQO < 0,2$, es un vertido inorgánico, imposible de depurar de forma biológica (Jaque & Potocí, 2015).

2.8.2 Parámetros biológicos

Estos parámetros evalúan la calidad del agua, basándose en los organismos que lo habitan, su presencia o ausencia nos informa del estado ecológico del medio; por este motivo, estos organismos se llaman bioindicadores. La sensibilidad propia de cada uno a la contaminación se utiliza para asignarle un valor de un índice biológico. Teniendo el problema de que los seres vivos se ven afectados por un sinnúmero de factores que son difíciles de medir y cuantificar se crean estos índices biológicos de fácil utilización, donde se han mostrado como buenas herramientas en el control de la calidad ecológica de los ecosistemas acuáticos. El rango de los organismos acuáticos en tamaño y complejidad va desde el muy pequeño o unicelular hasta el pez de mayor tamaño y estos miembros de la comunidad biológica son en algún sentido parámetros de la calidad del agua, dado que su presencia o ausencia pueden indicar la situación en que se encuentra un cuerpo de agua (Seg, 2009)

2.8.2.1 Macroinvertebrados

Wisconsin (2013), indica que macroinvertebrado es un término dedicado para describir a animales invertebrados tales como insectos, crustáceos, moluscos y anélidos entre otros, los cuales habitan principalmente sistemas de agua dulce. Los macroinvertebrados pueden pertenecer al necton cuando son nadadores activos, al neuston cuando habitan la superficie del agua, o a los bentos si permanecen la mayor parte del tiempo en el fondo del cuerpo del agua, ya sea en sustratos orgánicos como el detrito, plantas acuáticas, hojarasca, ramas y troncos, o cualquier sustrato inorgánico, como rocas, grava, y arena. Estos organismos además pueden habitar tanto ecosistemas lóticos como lénticos.

Los macroinvertebrados son importantes funcionalmente en muchos ecosistemas terrestres y acuáticos. En los bentos de los sistemas de aguas dulces son diversos y abundantes y tienen a menudo una distribución agregada, por lo tanto, difícil de muestrear. Dentro de los macroinvertebrados, los insectos son el grupo de organismos más abundantes y diversos. Alguno de ellos puede desarrollar parte de su ciclo de vida dentro del ambiente acuático y otros dependen totalmente del agua. La mayoría son bentónicos y viven asociados al sedimento, a las macrófitas o al detritus (Turizo, 2018).

2.8.2.2 *Los macronivertebrados como bioindicadores*

Las comunidades de macroinvertebrados pueden ser reconocidas en diferentes niveles, si las alteraciones son de tamaños considerables los efectos serán claramente evidentes a nivel de la comunidad entera y puede dar a lugar a cambios de dimensiones mayores como la desaparición de algunas o todas las especies. Mientras que otras perturbaciones más leves no modificarían la estructura de la comunidad o muchos de estos cambios pueden ser paulatinos (Barangue & Perry, 2009).

La evaluación de la calidad del ambiente y de las comunidades acuáticas han sido desarrolladas por los posibles efectos de una alteración de las condiciones del medio en el cual una comunidad de macroinvertebrados habita (Encalda, *et al.*, 2011). Lógicamente la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; debido a esto, los métodos de evaluación basados en dichos seres han sido ampliamente utilizados desde muchos años atrás como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua (Roldán, 2016).

Los macroinvertebrados usualmente se alimentan de algas, plantas acuáticas, restos de materia orgánica, peces, otros invertebrados, restos de comida en descomposición, elementos nutritivos del suelo, animales descomponiéndose, elementos nutritivos del agua, sangre de animales (Carrera & Fierro, 2002), por lo tanto cualquiera que sea la modificación con respecto al alimento de estos organismos será un indicio en el proceso de selección de las poblaciones de determinadas especies en los ecosistemas y su alteración.

2.8.2.3 *Macroinvertebrados acuáticos*

“Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente” (Roldán, 2016, p. 2). Uno de los grupos de macroinvertebrados acuáticos más ampliamente distribuido en las aguas dulces es el de los insectos. Los adultos habitualmente no viven en el agua (excepto en algunos casos), pero los estados inmaduros (huevos y larvas) sí que son acuáticos en muchos grupos de insectos. En estos casos, los adultos salen del agua y completan su desarrollo en el medio aéreo, que suele durar pocas horas o días frente a los muchos meses que pasan en el agua (Ladrera, *et al.*, 2016).

Los macroinvertebrados acuáticos son pequeños invertebrados que se puede visualizar a simple vista. Se los llaman macro porque pueden medir entre 2 milímetros y 30 centímetros, Los macroinvertebrados bentónicos incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además de los insectos, otros

macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres (Carrera & Fierro, 2001).

2.8.2.4 Principales órdenes de macroinvertebrados

Tabla 1-2: Principales órdenes de macroinvertebrados

| ORDEN | FAMILIA |
|---------------|-----------------|
| Amphipoda | Hyalellidae |
| | Anyphaenidae |
| | Araneidae |
| | Elmidae |
| Coleoptera | Hydrophilidae |
| | Ptilodactylidae |
| | Scirtidae |
| | Staphylinidae |
| Diptera | Blephariceridae |
| | Ceratopogonidae |
| | Chironomidae |
| | Dixidae |
| | Empididae |
| | Simuliidae |
| | Muscidae |
| | Tipulidae |
| | Psychodidae |
| Trichoptera | Calamoceratidae |
| | Hydrobiosidae |
| | Hydropsychidae |
| | Leptoceridae |
| | Glossosomatidae |
| Tricladida | Planariidae |
| Ephemeroptera | Baetidae |
| | Leptohyphidae |
| | Oligoneuridae |
| Hemiptera | Belostomatidae |

Fuente: Meza *et al.*, 2012

2.9 Índices de calidad de agua

2.9.1 Físico – químicos

2.9.1.1 ICA – WQI (NFS)

Este índice fue creado con base en las características de los ríos norteamericanos. Las variables que involucra y los pesos que asigna a cada uno de los rasgos distintivos corresponde a la problemática específica de contaminación, propia de sus procesos productivos, la naturaleza de

sus desechos, sus políticas públicas y sus normas. Para la evaluación de este índice se considera 9 parámetros: pH, cambio de temperatura, turbidez, DB05, SDT, %OD, nitratos, fosfatos, Coliformes fecales. Considera como puntaje máximo 100 y como mínimo 0 (Behar, *et al.*, 1997).

El ICA-WQI es utilizado fuertemente entre todos los índices de calidad de agua existentes, la misma que fue diseñada en 1970, además puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados arrojados por este sistema de determinación de la calidad del agua son utilizados para determinar si un tramo particular de dichas aguas es saludable o no (Romero, 2002).

2.9.2 Índices bióticos

Las aplicaciones de los índices bióticos consisten en conferir valores a la presencia o ausencia de los diferentes grupos de invertebrados acuáticos, donde la sumatoria de estos puntajes indica un rango cualitativo de las categorías de la calidad del agua (Acosta, *et al.*, 2009). Los índices bióticos Biological Monitoring Water Party BMWP de Colombia y el Andean Biological Index ABI, son el resultado de la adaptación a la presencia y dominancia de las familias descritas para ríos de las zonas templadas. El Biological Monitoring Working Party fue establecido en Inglaterra en 1970 con la finalidad de conocer la calidad del agua de acuerdo a la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación orgánica. El puntaje va de 1 a 10 y requiere llegar al nivel de familia, la suma del puntaje de cada familia da como resultado el valor del índice que tiene un significado de calidad (Roldán, 2016).

2.9.2.1 Índice BMWP/Col

El índice BMWP/Col establecido por Roldan (2003) se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra. Para aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10. El 10 indica el grupo más sensible, la presencia de muchos organismos con valor 10 o valores altos, indica que el río tiene aguas limpias, y si por el contrario solo se encuentran organismos resistentes con valores bajos, esto indica que el río tiene aguas contaminadas (Roldán, 2012).

El puntaje se asigna una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio de estudio brinda el valor final del índice (Roldan, 2003). El Índice establece valores altos de puntajes para las familias conocidas como intolerantes y modifica los puntajes para aquellas familias que solo existen en la zona neotropical, adaptando de este modo el índice para Colombia (Roldán, 2016).

Tabla 2-1: Listado de categorías para determinar la calidad del agua – Índice BMWP

| BMWP~CR | Nivel de Calidad del Agua |
|---------|---|
| >120 | Aguas de calidad excelente |
| 101-120 | Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible |
| 61-100 | Aguas de calidad regular, contaminación moderada |
| 36-60 | Aguas de calidad mala, contaminadas |
| 16-35 | Aguas de calidad mala, muy contaminadas |
| <15 | Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminada |

Fuente: Roldan, 2003

Tabla 3-2: Puntaje de las familias de macrobentos para aplicar el índice BMWP

| FAMILIA | PUNTUACIÓN |
|--|------------|
| Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae. | 10 |
| Ampullariidae, Dystiscidae, Ephemeridae, Euthplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopatomidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae. | 9 |
| Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hidrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae. | 8 |
| Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptothyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae. | 7 |
| Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae. | 6 |
| Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveiidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae. | 5 |
| Chysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Dolichopodidae. | 4 |
| Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae. | 3 |
| Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae | 2 |
| Tubificidae | 1 |

Fuente: Roldan, 2003

2.9.2.2 Índice ABI

El Andean Biotic Index (ABI) es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos. Este índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Encalda, *et al.*, 2011).

| | Ecuador | Perú |
|-----------|---------|-------|
| Muy Bueno | > 96 | > 74 |
| Bueno | 59-96 | 45-74 |
| Moderado | 35-58 | 27-44 |
| Malo | 14-34 | 11-26 |
| Pésimo | < 14 | < 11 |

Figura 1-2: Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador y Perú

Fuente: Acosta *et al.*, 2009

2.10 Análisis

El análisis sirve para el estudio de problemas, para lo cual se los separan en partes, hasta conocer los elementos básicos que los conforman y sus relaciones. El análisis es un método de investigación, en el cual se dividen dificultades de cada parte, de forma que permita llegar a elementos simples. Además, el análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Analizar significa desintegrar, descomponer un todo en sus partes para estudiar en forma intensiva cada uno de sus elementos, así como las relaciones entre sí y con el todo. La importancia del análisis reside en que para comprender la esencia de un todo hay que conocer la naturaleza de sus partes (Ruiz, 2006).

2.10.1 Análisis cenóticos

Se destaca la gran importancia de este tipo de análisis, porque a través de este se pueden detectar discontinuidades a lo largo del eje longitudinal de un río que son consecuencia de la respuesta de los organismos a las diferentes condiciones ambientales a las que están sometidos. Cuando estas rupturas del continuo biológico fluvial no son achacables a causas naturales, ponen de manifiesto, en la medida en que los valores de similitud entre estaciones disminuyen, el grado del impacto en términos de cambio biológico de las biocenosis. Desde el punto de vista faunístico el coeficiente de similitud de Bray-Curtis tanto para las comparaciones cuantitativas como para las cualitativas, establecidas únicamente en el criterio de presencia/ausencia; en este caso, aunque su interés parezca relativamente limitado, nos permite, sin embargo, integrar la información recogida en varias series de muestreos donde la comparación de los inventarios parciales o totales se los pueden hacer a través de dendrogramas de similitud (Álvarez E. , 2007).

2.11 Grupos funcionales

Cardona (2014), señala que cada una de las especies de un ecosistema ocupa un nicho ecológico oportuno, diferente al de cualquier otra, gracias a la acción del mecanismo conocido como exclusión competitiva. Por lo tanto, para comprender el funcionamiento del ecosistema es necesario conocer el nicho de cada especie. El reconocimiento de la redundancia ecológica lleva

en fin al concepto de grupo funcional, entendido como un conjunto de especies con un papel ecológico similar.

Las relaciones nutritivo son una propiedad emergente transcendental en la estructura de las comunidades bióticas en los cuerpos de agua, especialmente por las interacciones que se dan entre las especies que componen la trama alimenticia del sistema (Uba, 2016). Es esta razón se permite organizar las especies de la comunidad de acuerdo a grupos funcionales alimenticios, tales como trituradores, colectores, raspadores y depredadores; como también los macroinvertebrados pueden clasificarse en gremios tróficos según el tipo de alimento consumido, de tal manera que pueden ser detritívoros, herbívoros o depredadores (Turizo, 2018).

2.11.1 Grupos funcionales de macroinvertebrados

Hanson *et al.* (2010), expresa que los grupos funcionales de macroinvertebrados se basan al comportamiento alimenticio, aunque esto tiende a cambiar a través del ciclo de vida de cada especie de macrobentos:

Los herbívoros se sustentan de plantas vasculares acuáticas o de algas filamentosas. Generalmente toman pedazos grandes (>1mm) de tejido vegetal y son llamados fragmentadores (desmenuzadores). Pueden alimentarse externamente o internamente como minadores de tallos u hojas (algunos Chironomidae), o pueden alimentarse de raíces enterradas en los sedimentos.

Los carnívoros basan su alimentación de otros animales e incluyen tres categorías: los depredadores, los parasitoides y los parásitos. Entre los macroinvertebrados carnívoros más comunes de agua dulce están los depredadores. La mayoría mastican la presa, pero algunos le inyectan enzimas y succionan su contenido (chinchas; larvas de los coleópteros Gyrinidae y Dytiscidae; ninfas y adultos de ácaros).

Los parásitos son organismos que viven en una asociación íntima con un hospedero, pero generalmente no lo matan.

Los detritívoros se alimentan de detritus que es la materia orgánica muerta e incluyen los siguientes grupos funcionales. Los fragmentadores (desmenuzadores) se alimentan de pedazos (>1mm) de hojas en descomposición o fragmentos de madera, una dieta que incluye muchos microorganismos (bacterias y hongos), lo cual aumenta el valor nutricional de las hojas. Ellos convierten estos fragmentos en partículas más finas de materia orgánica.

2.12 Estructura trófica

Todos los seres vivos deben disponer de una cantidad de alimentos que les permita realizar sus funciones vitales. Los alimentos proporcionan materia y energía. Como ya se sabe, la fotosíntesis

es imprescindible para mantener la vida sobre la Tierra, y los seres heterótrofos dependemos de la producción de alimentos que realizan los autótrofos. Teniendo en cuenta el tipo de nutrición y la función que los organismos desempeñan en los ecosistemas, podemos clasificarlos en tres grandes grupos, llamados niveles tróficos: productores, consumidores y descomponedores (Colvin, 2012).

La estructura trófica se refiere a la forma en la que se organizan las especies al interior de las comunidades con base al alimento que consumen, entre los parámetros más usados para describir la estructura trófica de una comunidad, se encuentran los niveles tróficos, la cadena trófica, la longitud de la cadena trófica y la red trófica (Becerril, 2010). Las pirámides ecológicas representan gráficamente la estructura trófica de un ecosistema, mediante rectángulos horizontales superpuestos que nos informan de las transferencias de la energía de una comunidad hasta llegar al último nivel trófico (Vallejo, 2018).

En el funcionamiento de los ecosistemas no ocurre desperdicio alguno: todos los organismos, muertos o vivos, son fuente potencial de alimento para otros seres. Las especies intercambian energía a través de la alimentación, en los ecosistemas se establecen relaciones alimentarias en la que todos los organismos están enlazados como los eslabones de una cadena. Esas estructuras se llaman cadenas tróficas (Deguate.com, 2005).

2.12.1 Niveles de las estructuras tróficas

2.12.1.1 Productores

Las plantas verdes pueden fabricar compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas sencillas realizando la función clorofílica o fotosíntesis. Son el primer nivel en la pirámide alimenticia y comprende a organismos que generan el alimento usado por todos los otros organismos no productores del ecosistema. Estos seres, también se conocen con el nombre de autótrofos. Son capaces de fabricar su propio alimento, como las plantas, algas y algunas bacterias; ellos realizan el proceso de fotosíntesis transformando la energía del sol para fabricar oxígeno, para respirar y sustancias nutritivas como azúcares, agua, sales minerales y dióxido de carbono, para poder hacer su propia comida (Balvanera, 2011).

2.12.1.2 Consumidores

Castañeda (2018) los divide en primarios y secundarios describiéndolos así:

1) Consumidores primarios

También llamados heterótrofos, son aquellos que no producen su propio alimento porque son incapaces de transformar la energía proveniente de la luz solar; por lo tanto, deben conseguir el

alimento de las plantas y de otros animales. El hombre, los animales y los hongos son organismos heterótrofos.

2) Consumidores secundarios:

Los animales como los guepardos o también el hombre se alimentan de carne, por eso los llamaremos consumidores secundarios. Los guepardos al comer solo animales reciben el nombre de animal carnívoro; en cambio el hombre es omnívoro ya que ingiere alimentos de origen vegetal y animal. El hombre al comer vegetales es un consumidor primario; cuando come animales herbívoros es un consumidor secundario.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la cuenca del río Chimbo (que nace de los bofedales de la RPFCH) específicamente en 9 puntos estratégicos a lo largo de la cuenca (Cruz del Arenal, antes y después de Guaranda, antes y después de San José de Chimbo, después de San Miguel, Cascajal, La victoria, Puente Bucay-Cumandá) localizados en las provincias de Bolívar (en su mayoría), Chimborazo y Guayas.

Los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo se ubican dentro de las siguientes coordenadas proyectadas UTM en la Zona 17S, Datum WGS84, como se muestra a continuación.

Tabla 1-3: Ubicación geográfica de los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo

| Puntos de estudio | X | Y | Z |
|----------------------------------|--------|---------|------|
| P1- Cruz del Arenal | 733003 | 9839895 | 4076 |
| P2- Antes de Guaranda | 723789 | 9825239 | 2679 |
| P3-Después de Guaranda | 722634 | 9821284 | 2559 |
| P4-Antes de San José de Chimbo | 721516 | 9814170 | 2387 |
| P5-Después de San José de Chimbo | 719843 | 9811968 | 2310 |
| P6-Después de San Miguel | 719671 | 9810187 | 2280 |
| P7-Cascajal | 716171 | 9762078 | 523 |
| P8-La Victoria | 710378 | 9757130 | 372 |
| P9-Puente Bucay-Cumandá | 707852 | 9756464 | 307 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Los límites de la Provincia de Bolívar donde se forma la cuenca del río Chimbo según el PDOT del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar (2015), son:

Norte: Provincia de Cotopaxi

Sur: Provincias del Guayas y Chimborazo

Este: Provincias del Tungurahua y Chimborazo

Oeste: Provincia de Los Ríos

De acuerdo al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar (GADM Bolívar) (2015), las características climáticas del sector donde se desarrolló el presente trabajo de investigación son las siguientes:

Temperatura: oscila entre 2 a 26 °C

Precipitación: 500 - 3000 mm/año

Humedad: 72%

Según el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) (2013) y el GADM Bolivar (2015) la cuenca del río Chimbo cuenta con 7 zonas de vida, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 2-3: Clasificación ecológica de la cuenca del río Chimbo

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | ALTITUD |
|----------------------------|--|-------------------------|
| Páramos herbáceos | Los páramos herbáceos (pajonales) ocupan la mayor parte de las tierras entre los 3.400 y 4.000 m.s.n.m. En su límite inferior se encuentra la Ceja Andina arbustiva o, frecuentemente, campos cultivados donde el bosque andino ya ha sido deforestado. Estos páramos están dominados por hierbas en penacho (manejo) de los géneros Calamagrostis y Festuca. Estos grupos de hierbas generalmente se entremezclan con otro tipo de hierbas y pequeños arbustos. | 3.400-4.000 m.s.n.m |
| Bosque muy húmedo montano | Se extienden dentro de una franja más amplia que en las estribaciones orientales, desde los 2.900 hasta los 3.600 m.s.n.m. Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo. El suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de musgo y los árboles tienden a crecer irregularmente, siendo ésta la fisonomía típica de los bosques alto andinos, con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales | 2.900-3.600 m.s.n.m. |
| Bosque húmedo montano | Se extienden desde los 3.000 hasta los 3.400 m.s.n.m. Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo. El bosque siempre verde (húmedo) montano alto es similar al bosque nublado en su fisonomía y en la cantidad de musgos y plantas epífitas. Una diferencia importante es que el suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de musgo y los árboles tienden a crecer irregularmente, con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales. | 3.000-3.400 m.s.n.m. |
| Bosque húmedo montano bajo | Se encuentra en los valles relativamente húmedos entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. La cobertura vegetal está casi totalmente destruida y fue reemplazada hace mucho tiempo por cultivos o por bosques de Eucalyptus globulus, ampliamente cultivados en esta región. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas, en pendientes pronunciadas y en otros sitios poco accesibles a lo largo de todo el sector. | 2.000-3.000 m.s.n.m. |
| Bosque seco montano bajo | Comprende a los valles relativamente húmedos entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. que se encuentran en el callejón | 2.000-3.000 m.s.n.m. |

| | | |
|---------------------------|--|-----------------------|
| | interandino. La vegetación original está, en su mayor parte, destruida y ha sido reemplazada por cultivos y por bosques de Eucalipto. Los remanentes de vegetación original se encuentran generalmente en pendientes pronunciadas, barrancos y otros sitios poco accesibles. Los matorrales o los pequeños remanentes de bosques naturales pueden presentar una composición de especies distintas entre distintas localidades, dependiendo del grado de humedad y el tipo de suelo. | |
| Bosque húmedo pre montano | Comprende los bosques que van de los 1.300 m hasta los 1.800 m.s.n.m., con un dosel entre 25 a 30 m. En esta faja de vegetación, la mayoría de especies y familias enteras de árboles características de las tierras bajas desaparece. En otros casos, éste es el límite superior de su distribución. Las leñosas trepadoras también 86 disminuyen, tanto en el número de especies como en el de individuos, mientras que las epífitas (musgos, helechos, orquídeas y bromelias) se vuelven más abundante. | 1.300-1.800 m.s.n.m. |
| Bosque húmedo tropical | Esta formación boscosa llega hasta los 300 m.s.n.m., con árboles de más de 30 m de altura, dominada por especies arbóreas de las familias Myristicaceae, Arecaceae, Moraceae, Fabaceae y Meliaceae. Presenta abundantes epífitas, trepadoras y un estrato bajo herbáceo denso dominado por especies de la familia Araceae y por Polypodiophyta (Helechos). | Hasta los 300 m.s.n.m |

Fuente: MAE, 2013; GADM Bolívar, 2015

En la cuenca del río Chimbo los suelos son de origen volcánico (Barrera *et al.*, 2010). Los suelos a lo largo de la cuenca son de estructura diversa y han dado origen a una variedad de estos, cuya composición física - química y textura está caracterizada por los factores climáticos y por el relieve (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar, 2015), sin embargo los suelos que se destacan son de orden inceptisol, entisol y molisoles (Arcilla –arenosa– mayor arcilla con profundidad – áreas húmedas PH: 7.0) (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Salinas, 2015).

Para la recolección e identificación de muestras se utilizaron los siguientes materiales: botes de 21cm de diámetro con tapón hermético mínimo de 4 litros, alcohol etílico 70%, etiquetas de papel vegetal, viales de plástico o vidrio, formaldehído al 10%, torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm., tubos spondorf de 5ml, porta tubos spondorf de 5ml, bandeja plástica blanca de 30cm x 20cm x 3cm, termómetro portátil, red de SURBER de 500µm de luz de malla y marco de 0,3m, pinzas entomológicas, envases de polietileno de alta densidad (HDEP), caja cooler, placas de petri, viales de vidrio con tapones herméticos de 300 ml y claves de identificación taxonómica para macroinvertebrados (Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del

Departamento de Antioquia de Roldán (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004); Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); INVÉRTEBRÉS D'EAU DOUCE-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010); Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)).

Además, los siguientes equipos: Computadora portátil, cámara fotográfica LEICA MC 1090, nevera portátil, GPS GARMIN OREGON 650, oxímetro portátil HANNA HI 9146-04, pHímetro portátil PC-PH22 y estereomicroscopio trilocular NIKON X20.

La presente investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo y cuantitativo, donde se usaron técnicas de revisión bibliográfica, análisis de muestras en laboratorios especializados y salidas de campo a un nivel exploratorio, analítico, descriptivo y prospectivo, para el cumplimiento del primer objetivo: Inventariar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo, se realizaron las siguientes actividades:

Se georreferenciaron mediante un GPS (Garmin Oregón 650) los 9 puntos de estudio (Cruz del Arenal, antes y después de Guaranda, antes y después de San José de Chimbo, después de San Miguel, Cascajal, La victoria, Puente Bucay-Cumandá) a lo largo de la cuenca del río Chimbo. Además, se caracterizaron los 9 puntos de estudio, con datos específicos que se detallan a continuación:

Tabla 3-1: Caracterización de los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo

| Punto | Nombre- Descripción | Provincia | Cantón | Localización Geográfica: | | | Ecosistema |
|---------|------------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------------|---------|--------------|--|
| | | | | Coordenadas | | | |
| | | | | X | Y | Z | |
| Punto 1 | Cruz del Arenal | Bolívar | Guaranda | 733003 | 9839895 | 4076 msnm | Páramos herbáceos. |
| Punto 2 | Antes de Guaranda | Bolívar | Guaranda | 723789 | 9825239 | 2679 msnm | Bosque muy húmedo montano, bosque húmedo montano bajo. |
| Punto 3 | Después de Guaranda | Bolívar | Guaranda | 722634 | 9821284 | 2559 msnm | Bosque húmedo montano, bosque húmedo montano bajo. |
| Punto 4 | Antes de San José de Chimbo | Bolívar | San José de Chimbo | 721516 | 9814170 | 2387 msnm | Bosque húmedo montano bajo. |

| | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------|---------|--------------|----------------------------|
| Punto 5 | Después de San José de Chimbo | Bolívar | San José de Chimbo | 719843 | 9811968 | 2310 msnm | Bosque seco montano bajo. |
| Punto 6 | Después de San Miguel | Bolívar | San Miguel | 719671 | 9810187 | 2280 msnm | Bosque húmedo pre montano. |
| Punto 7 | Cascajal | Chimborazo | Cumandá | 716171 | 9762078 | 523 msnm | Bosque húmedo tropical. |
| Punto 8 | La Victoria | Chimborazo | Cumandá | 710378 | 9757130 | 372 msnm | Bosque húmedo tropical. |
| Punto 9 | Puente de Bucay | Guayas, Chimborazo | General Elizalde (Bucay), Cumandá | 707852 | 9756464 | 307 msnm | Bosque húmedo tropical. |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Por el mismo hecho de que a lo largo de los ríos se desarrollan actividades que pueden afectar la calidad del agua y siguiendo la metodología de Carrera & Fierro (2001), se establecieron los puntos de estudio estratégicamente antes y después de un poblado importante y en tramos específicos donde se había evidenciado anteriormente fuerte impacto en la cuenca por actividades antrópicas. Una vez definido los lugares de muestreo, se tomaron datos *in situ* de pH y temperatura para lo cual se utilizó un pHímetro portátil (PC-PH22) y un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04), luego de esto, se realizó la recolección de macroinvertebrados siguiendo la metodología de Ramírez (2010) y Walteros, Rojas, & Marulanda (2016), quienes exponen en sus artículos 2 tipos de recolección los cuales se detallan a continuación:

La red de Surber tipo D que Consiste en colocar este equipo de recolección (hecho de un marco metálico de 30 x 30 cm², al cual está sujeta una red de 80 cm de longitud y con una abertura de malla de 500 µm) en el fondo de la cuenca y a contra corriente, con las manos se remueve el sedimento dentro del marco, quedando atrapados los organismos en la red. El material colectado se vacía en una bandeja blanca plástica para luego pasar por una torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm donde son separados los macrobentos del sedimento y otras partículas, finalmente se fijan los especímenes en alcohol al 70% en un recipiente etiquetado. Para este método de recolección cuantitativa se seleccionaron 3 puntos aleatoriamente a lo ancho del punto seleccionado en la cuenca, que mediante tres lances de la red Surber tipo D se obtuvo una superficie de muestreo de 1 m² tratando de muestrear en lo posible sustratos heterogéneos (Walteros *et al.*, 2016).

El método de captura directa el cual consiste en levantar o remover, piedras, ramas sumergidas, macrófitas y troncos dentro de la cuenca. Se realizan búsquedas intensivas de macroinvertebrados por un período de tiempo establecido (1 hora), y con un número de investigadores definidos (3-5

personas). Los macrobentos son tomados con pinzas entomológicas y depositados en frascos etiquetados con alcohol metílico al 70% (Ramírez, 2010).

Las muestras colectadas fueron transportadas al laboratorio de Entomología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH en botes estériles con alcohol metílico al 70%, luego las muestras se separaron e identificaron con la ayuda del estereomicroscopio LEICA MC1090. Una vez finalizado este proceso las muestras fueron conservadas en tubos ependorff de 5ml y 10 ml con alcohol metílico al 70% y su respectiva etiqueta interna y externa.

La identificación de los individuos se realizó mediante el uso de claves dicotómicas (Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004); Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); INVÉRTEBRÉS D'EAU DOUCE-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010); Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)) con las cuales se logró identificar a un nivel taxonómico de familia, y se realizó el conteo de individuos.

Cada familia fue fotografiada con ayuda de la cámara del estereomicroscopio LEICA MC 1090, en tres vistas (dorsal, ventral y lateral)

Los datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo de Excel para su posterior análisis.

Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar los grupos funcionales de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo, se realizaron las siguientes actividades:

A través de una investigación bibliográfica se determinó el grupo funcional de alimentación de cada una de las familias de macroinvertebrados recolectadas en la cuenca del río Chimbo, en base a la clasificación propuesta por Cummins *et al.*(2005), Rivera *et al.* (2013) y Holzenthal & Ríos (2015), para tener una mayor magnitud de los grupos funcionales, con las siguientes categorías:

Tabla 4-3: Grupos tróficos funcionales

| CATEGORÍA | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|-------------------|--------|---|
| Fragmentadores | F | Se alimentan de materia orgánica particulada gruesa. |
| Filtradores | CF | Es un grupo especial que filtran en la columna de agua. |
| Raspadores | R | Son herbívoros y se alimentan de perifiton. |
| Predadores | P | Se alimentan de otros organismos vivos. |
| Colector-Raspador | CR | Consumen materia orgánica particulada fina (MOPF). |
| Omnívoro | O | Se alimentan de todo |

| | | |
|-------------|---|----------------------------------|
| Detritívoro | D | Se alimentan de materia orgánica |
|-------------|---|----------------------------------|

Fuente: Cummins *et al.* 2005; Rivera *et al.*, 2013

Posterior a esto y siguiendo la metodología de Álvarez (2007), se analizó las categorías de los grupos funcionales con sus respectivas familias en cada punto de estudio de la cuenca del río Chimbo a través de un análisis estadístico descriptivo con el fin de determinar las acciones ecológicas de las familias presentes en cada punto para de esta forma determinar la relación entre los materiales exógenos y endógenos, y comprender las posibles alteraciones en la cuenca producidas por aportes externos.

Para el cumplimiento del tercer objetivo: Analizar cenóticamente los macroinvertebrados presentes en la cuenca del Río Chimbo, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Aplicar índices de diversidad biológica y pruebas de similitud, con los datos obtenidos a través del inventario de macroinvertebrados se procedió a cuantificar y comparar la diversidad de macroinvertebrados en los diferentes puntos de estudio a lo largo de la cuenca del río Chimbo para lo cual se aplicaron los siguientes índices de diversidad biológica alfa: Margalef, Pielou, Shannon, Fisher y Simpson (Álvarez, 2007). Posterior a esto y en base a la metodología expuesta por Álvarez (2007), se realizó la prueba de similitud de Bray-Curtis faunística semi cuantitativa y cuantitativa de los 9 puntos muestreados del río Chimbo, donde se obtuvieron dendrogramas de similitud (clúster) con los cuales se procedió hacer su respectivo análisis. De esta forma se pueden detectar discontinuidades a lo largo del eje longitudinal de la cuenca del río que son consecuencia de la respuesta de los organismos a las diferentes condiciones ambientales a las que están sometidos. Cabe mencionar que los índices de diversidad biológica y pruebas de similitud se realizó a través del programa Primer 5.

Aplicar índices biológicos, de acuerdo con la propuesta de Acosta *et al.* (2009), (Rojas, 2015), y Alomía *et al.* (2017 se aplicaron 4 Índices bióticos: BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia), BMWP/Bolivia; ABI (Andean Biotic Index) para Perú y Ecuador, los cuales evalúan la sensibilidad de los organismos presentes en las cuencas hidrográficas y dan valores y categorías de calidad de agua.

BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia), se analizaron los datos obtenidos de las familias de macroinvertebrados aplicando el índice BMWP/Col. adaptado a Colombia por Roldán (2012), que consiste en la presencia y ausencia de familias de macroinvertebrados. Los puntajes asignados para cada una de las familias van de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación orgánica del sistema hídrico con base en el conocimiento de la distribución y abundancia de macrobentos (tabla 8-2). La suma de la puntuación de cada familia encontrada en cada punto de estudio arrojó el puntaje total BMWP/Col y asignó categorías de calidad de agua (tabla 9-2) a cada uno de estos (Meneses & Jaramillo, 2019).

Tabla 5-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de Roldán (2012)

| Familias | Puntajes |
|---|----------|
| Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, 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, Thiaridae | 5 |
| Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae | 4 |
| Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae. | 3 |
| Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, | 2 |
| Tubificidae | 1 |

Fuente: Roldán, 2012

Tabla 6-3: Categorías del Índice BMWP/Col de Roldán (2012)

| 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

BMWP/Bol (Biological Monitoring Working Party-Bolivia), este índice fue desarrollado y adecuado para Bolivia por Rocabado y Goitia (2011); quienes adaptaron valores de sensibilidad para cada una de las familias encontradas (Tabla 10-2), posteriormente se sumaron dichos valores, para obtener el valor total el cual será contrastado con la tabla de referencia sobre la determinación de juicio de calidad del agua (Tabla 11-2).

Tabla 7-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col de Roldán (2012)

| Familias | Puntajes |
|--|----------|
| Perlidae, Oligoneuriidae, Gripopterygidae, Odontoceridae, Psephenidae, Athericidae, Blephariceridae. | 10 |
| Calamoceratidae, Hidrobiosidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Ptylodactilidae, Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Polymitarcydae. | 9 |
| Helicopsychidae, Psychomyiidae, Glossosomatidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Simuliidae, Gomphidae, Polythoridae, Megapodagrionidae. | 8 |
| Leptohyphidae, Hydraenidae, Scirtidae, Corydalidae, Calopterygidae, Limnephilidae, Hydroptilidae. | 7 |
| Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Ancyliidae, Corixidae, Naucoridae, Notonectidae, Mesoveliidae, Hebridae, Dixidae, Psychodidae, Dryopidae, Lutrochidae | 6 |
| Baetidae, Elmidae, Staphylinidae, Dytiscidae, Noteridae, Pyralidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Belostomatidae, Gerridae, Nepidae, Veliidae, Hydrobiidae, Ampullaridae, Caenidae. | 5 |
| Hydrophilidae, Haliplidae, Heteroceridae, Gyrinidae, Ceratopogonidae, Dolichopodidae, Empididae, Tabanidae, Stratiomyidae, Pleidae, Gelastocoridae, Planorbiidae, Physidae, Lymnaeidae, Aeglidae, Palaemonidae, Sphaeriidae, Planariidae, Nematoda (todas las clases), Ostracoda (todas las clases), Amphypoda (todas las clases), Hidracarina (todas las clases). | 4 |
| Glossiphoniidae, Muscidae. | 3 |
| Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Hyriidae. | 2 |
| Oligochaeta (todas las clases) | 1 |

Fuente: Rojas, 2015

Tabla 8-3: Categorías del índice BMWP/Bol

| Clase | Calidad | BMWP/Col | Significado | Color |
|-------|-------------|-----------------|----------------------------------|----------|
| I | Buena | >120 101-120 | 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: Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, 2012

ABI/Per (Andean Biotic Index-Perú), para la aplicación de este índice se utilizó la asignación de valores para cada familia de macroinvertebrados (figura 2-2) y las categorías de calidad de agua (tabla 12-2) propuesta para Perú por Acosta *et al.*, 2009. Los valores de tolerancia son asignados a cada familia de acuerdo con la contaminación orgánica y finalmente se suman las puntuaciones de todas las familias presentes en el sitio.

Tabla 9-3: Categorías del índice biótico andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba)

| ABI | Calidad |
|-----|-----------|
| >74 | Muy buena |

| | |
|-------|---------|
| 45-74 | Buena |
| 27-44 | Regular |
| 11-26 | Mala |
| <11 | Pésima |

Fuente: Acosta *et al.*, 2009

| | | | | | |
|---------------|-------------------|----|-------------|-----------------------|----|
| Turbellaria | | 5 | Lepidoptera | Pyrilidae | 4 |
| Hirudinea | | 3 | Coleoptera | Ptilodactylidae | 5 |
| Oligochaeta | | 1 | | Lampyridae | 5 |
| Gasteropoda | Ancylidae | 6 | | Psephenidae | 5 |
| | Physidae | 3 | | Scirtidae (Helodidae) | 5 |
| | Hydrobiidae | 3 | | Staphylinidae | 3 |
| | Limnaeidae | 3 | | Elmidae | 5 |
| | Planorbidae | 3 | | Dryopidae | 5 |
| Bivalvia | Sphaeriidae | 3 | | Gyrinidae | 3 |
| Amphipoda | Hyalellidae | 6 | | Dytiscidae | 3 |
| Ostracoda | | 3 | | Hydrophilidae | 3 |
| Hydracarina | | 4 | | Hydraenidae | 5 |
| Ephemeroptera | Baetidae | 4 | Diptera | Blepharoceridae | 10 |
| | Leptophlebiidae | 10 | | Simuliidae | 5 |
| | Leptohyphidae | 7 | | Tabanidae | 4 |
| | Oligoneuridae | 10 | | Tipulidae | 5 |
| Odonata | Aeshnidae | 6 | | Limoniidae | 4 |
| | Gomphidae | 8 | | Ceratopogonidae | 4 |
| | Libellulidae | 6 | | Dixidae | 4 |
| | Coenagrionidae | 6 | | Psychodidae | 3 |
| | Calopterygidae | 8 | | Dolichopodidae | 4 |
| | Polythoridae | 10 | | Stratiomyidae | 4 |
| Plecoptera | Perlidae | 10 | | Empididae | 4 |
| | Gripopterygidae | 10 | | Chironomidae | 2 |
| Heteroptera | Veliidae | 5 | | Culicidae | 2 |
| | Gerridae | 5 | | Muscidae | 2 |
| | Corixidae | 5 | | Ephydriidae | 2 |
| | Notonectidae | 5 | | Athericidae | 10 |
| | Belostomatidae | 4 | | Syrphidae | 1 |
| | Naucoridae | 5 | | | |
| Trichoptera | Helicopsychidae | 10 | | | |
| | Calamoceratidae | 10 | | | |
| | Odontoceridae | 10 | | | |
| | Leptoceridae | 8 | | | |
| | Polycentropodidae | 8 | | | |
| | Hydroptilidae | 6 | | | |
| | Xiphocentronidae | 8 | | | |
| | Hydrobiosidae | 8 | | | |
| | Glossosomatidae | 7 | | | |
| | Hydropsychidae | 5 | | | |
| | Anomalopsychidae | 10 | | | |
| | Philopotamidae | 8 | | | |
| | Limnephilidae | 7 | | | |

Figura 1-3: Puntuación del índice biótico andino (ABI) para Perú

Fuente: Acosta *et al.*, 2011

ABI/Ecu (Andean Biotic Index-Ecuador, para este Índice se utilizó la asignación de valores para cada familia de macroinvertebrados (figura 3-2) y las categorías de calidad de agua (tabla 13-2)

propuesta para Ecuador por Encalada *et al.*, (2011). Los valores de tolerancia son asignados a cada familia de acuerdo con la contaminación orgánica y finalmente se suman las puntuaciones de todas las familias presentes en los puntos de estudio.

Tabla 10-3: Categorías del índice biótico andino (ABI para la cuenca alta del río Guayllabamba)

| ABI | Calidad |
|-------|-----------|
| >96 | Muy buena |
| 59-96 | Buena |
| 35-58 | Regular |
| <35 | Mala |

Fuente: Encalada *et al.*, 2011

| ORDEN | FAMILIA | PUNTUACION ABI | ORDEN | FAMILIA | PUNTUACION ABI |
|----------------------|------------------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------------|
| TURBELARIOS | <i>Planariidae</i> | 5 | TRICÓPTEROS | <i>Anamalopsichidae</i> | 10 |
| HIRUDÍNEOS | | 3 | | <i>Calamoceratidae</i> | 10 |
| OLIGOQUETOS | | 1 | | <i>Glossosomatidae</i> | 7 |
| GASTRÓPODA | <i>Ancylidae</i> | 6 | | <i>Helicopsychidae</i> | 10 |
| | <i>Hydrobiidae</i> | 3 | | <i>Hydrobiosidae</i> | 8 |
| | <i>Lymnaeidae</i> | 3 | | <i>Hydropsychidae</i> | 5 |
| | <i>Physidae</i> | 3 | | <i>Hydroptilidae</i> | 6 |
| | <i>Planorbidae</i> | 3 | | <i>Leptoceridae</i> | 8 |
| VIVALVIA | <i>Sphaeriidae</i> | 3 | | <i>Limnephilidae</i> | 7 |
| AMPHIPODA | <i>Hyallellidae</i> | 6 | | <i>Odontoceridae</i> | 10 |
| OSTRACODA | | 3 | | <i>Philopotamidae</i> | 8 |
| HYDRACARINA | | 4 | | <i>Polycentropodidae</i> | 8 |
| EFEMERÓPTEROS | <i>Baetidae</i> | 4 | | <i>Xiphocentronidae</i> | 8 |
| | <i>Leptophlebiidae</i> | 10 | DÍPTEROS | <i>Athericidae</i> | 10 |
| | <i>Leptohyphidae</i> | 7 | | <i>Blephariceridae</i> | 10 |
| ODONATOS | <i>Oligoneuriidae</i> | 10 | | <i>Ceratopogonidae</i> | 4 |
| | <i>Aeshnidae</i> | 6 | | <i>Chironomidae</i> | 2 |
| | <i>Gomphidae</i> | 8 | | <i>Culicidae</i> | 2 |
| | <i>Libellulidae</i> | 6 | | <i>Dixidae</i> | 4 |
| | <i>Calopterygidae</i> | 6 | | <i>Dolichopodidae</i> | 4 |
| | <i>Coenagrionidae</i> | 8 | | <i>Empididae</i> | 4 |
| | <i>Polythoridae</i> | 10 | | <i>Ephydriidae</i> | 2 |
| PLECÓPTEROS | <i>Gripopterygidae</i> | 10 | | <i>Limoniidae</i> | 4 |
| | <i>Perlidae</i> | 10 | | <i>Muscidae</i> | 2 |
| HETERÓPTEROS | <i>Belostomatidae</i> | 4 | | <i>Psychodidae</i> | 3 |
| | <i>Corixidae</i> | 5 | | <i>Simuliidae</i> | 5 |
| | <i>Gerridae</i> | 5 | | <i>Stratiomyidae</i> | 4 |
| | <i>Naucoridae</i> | 5 | | <i>Syrphidae</i> | 1 |
| | <i>Notonectidae</i> | 5 | | <i>Tabanidae</i> | 4 |
| | <i>Veliidae</i> | 5 | | <i>Tipulidae</i> | 5 |
| LEPIDÓPTEROS | <i>Pyalidae</i> | 4 | | | |
| COLEÓPTEROS | <i>Dryopidae</i> | 5 | | | |
| | <i>Dytiscidae</i> | 3 | | | |
| | <i>Elmidae</i> | 5 | | | |
| | <i>Gyrinidae</i> | 3 | | | |
| | <i>Hydraenidae</i> | 5 | | | |
| | <i>Hydrophilidae</i> | 3 | | | |
| | <i>Lampyridae</i> | 5 | | | |
| | <i>Ptilodactylidae</i> | 5 | | | |
| | <i>Psephenidae</i> | 5 | | | |
| | <i>Scirtidae</i> | 5 | | | |
| <i>Staphylinidae</i> | 3 | | | | |

Figura 2-3: Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para familias de ríos altoandinos del Ecuador
Fuente: Encalada et al., 2011

Índice adaptado (IA), para el cálculo de este índice Adaptado a la cuenca del río Chimbo se tomó como referencia los resultados de similitud obtenidos de la prueba de Bray Curtis de los índices

BMWP/Col, BMWP/Bol, ABI/Per, ABI/Ecu como también los resultados totales de cada Índice por punto estudiado.

Para la consecución de este índice que podrá darnos valores más cercanos a la realidad, nos basamos en los índices ya establecidos para evaluar la aparición de macrobentos, el número de individuos por familia y las afectaciones morfológicas que estos sufren por el impacto de los niveles de contaminación presentes en el cuerpo de agua. Una vez que se cuenta con la comparación de los criterios anteriormente mencionados se realiza el ajuste del puntaje de las familias (1 más tolerante, 10 más sensible) (Sánchez M. , 2005) dando como resultado el Índice Adaptado para la cuenca del río Chimbo. Además, para determinar el grado de contaminación de todos los sitios muestreados, se consideró las siguientes categorías: >90 calidad muy buena; 61-90, calidad buena; 20-60, calidad regular; <20, calidad mala; estos basados en el Índice BMWP adaptado por Roldan (2003).

Análisis físico - químicos, recolección de muestras: Se tomaron muestras de agua por duplicado en cada sitio de muestreo, las cuales fueron recolectadas a un nivel superficial del caudal en envases de vidrio estéril de 1-l, que fueron lavados previamente con agua de la misma cuenca.

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluentes Industriales LASA (Acreditación N° SAE LEN 06-002) en la ciudad de Quito en cajas cooler con hielo o neveras portátiles según disponibilidad,

Parámetros analizados, en el laboratorio se realizaron los análisis físico - químicos del agua para obtener los siguientes parámetros:

Amonio (NH₄⁺), calcio (Ca), conductividad (λ), demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), demanda Química de Oxígeno (DQO), dureza Total (DT), fósforo total (P), magnesio (Mg), nitratos (NO₃⁻), nitritos (NO₂⁻), oxígeno Disuelto (OD), turbidez (TU), coliformes fecales (CF)(microbiológico), sólidos totales suspendidos (STD) y sulfatos (SO₄²⁻)

In situ se registraron datos de: temperatura del agua y aire con termómetros análogos de agua y aire, el pH a través del pehachímetro (PC-PH22) y el oxígeno disuelto y la conductividad por medio de un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04). La toma, conservación y análisis de las muestras se realizaron mediante la metodología establecida en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de APHA (2005).

Los parámetros obtenidos fueron seleccionados en base al Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA), en su libro VI de Calidad de agua.

Una vez obtenido los resultados, estos se compararon con las tablas de: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (tabla 14-2); Criterios de calidad admisibles

para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces (tabla 15-2); las cuales están dadas por el TULSMA emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015), mismos que se detallan a continuación:

Tabla 11-3: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

| Parámetro | Expresado Como | Unidad | Criterio de calidad |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Aceites y grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Amonio | NH ₄ | mg/l | 0,05 |
| Arsénico | As | mg/l | 0,1 |
| Coliformes fecales | NMP | NMP/100 ml | 1000 |
| Bario | Ba | mg/l | 1 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 |
| Cianuro | CN | mg/l | 0,1 |
| Cobre | Cu | mg/l | 2 |
| Color | Color real | Unidades de Platino-Cobalto | 75 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Fluoruro (total) | F | mg/l | 1,5 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | <4 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | <2 |
| Dureza | CaCO ₃ | mg/l | 400 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 1,0 |
| Mercurio | Hg | mg/l | 0,006 |
| Nitratos | NO ₃ | mg/l | 10,0 |
| Nitritos | NO ₂ | mg/l | 1 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,01 |
| Potencial de hidrógeno | pH | Unidades de pH | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻² | mg/l | 400 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 0,2 |
| Temperatura | | C° | Condición natural |
| Turbiedad | Unidades nefelométricas de turbiedad | UNT | 100,0 |

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015

Tabla 12-3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces

| Parámetros | Expresados como | Unidad | Criterio de calidad |
|------------|-----------------|--------|---------------------|
| | | | |

| | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|-------------------|
| Clorofenoles | | mg/l | 0,5 |
| Bifenilos policlorados/PCBs | Concentración total de PCBs. | µg/l | 1 |
| Oxígeno Disuelto | O.D. | % mg/l | >80% >6 mg/l |
| Potencial de hidrógeno | pH | Unidades de pH | 6,5-9 |
| Amoniaco | NH ₃ | mg/l | - |
| Aluminio | Al | mg/l | 0,1 |
| Arsénico | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro | B | mg/l | 0,75 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 |
| Cianuros | CN ⁻ | mg/l | 0,01 |
| Cinc | Zn | mg/l | 0,03 |
| Cloro residual total | Cl ₂ | mg/l | 0,01 |
| Estaño | Sn | mg/l | - |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,001 |
| Cobre | Cu | mg/l | 0,005 |
| Coliformes Fecales | NMP | NMP/100ml | 100 |
| Cromo total | Cr | mg/l | 0,032 |
| Fenoles monohídricos | Expresado como fenoles | mg/l | 0,001 |
| Grasas y aceites | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Hierro | Fe | mg/l | 0,3 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 0,5 |
| Manganeso | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia flotante de origen antrópico | Visible | | Ausencia |
| Mercurio | Hg | mg/l | 0,0002 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 |
| Plaguicidas organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | µg/l | 10,0 |
| Plaguicidas organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales | µg/l | 10,0 |
| Piretroides | Concentración de piretroides totales | mg/l | 0,05 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,01 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,001 |
| Temperatura | | C° | Condición natural |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Nitratos | NO ₃ | mg/l | 13,0 |
| Nitritos | NO ₂ | mg/l | 0,2 |

| | | | |
|---|------------------|------|------|
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 40 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 20 |
| Sólidos Suspendidos Totales | SST | mg/l | 1000 |

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015

A partir de los resultados obtenidos, se determinó el Índice de Calidad de Agua (ICA), propuesto por la National Sanitation Foundation (NSF) (1970), el cual está basado en la estructura del índice de Horton y en el método Delphi (para definir los parámetros, pesos ponderados, subíndices, y su clasificación a ser empleados en el cálculo) (Pérez, *et al.*, 2018). Por lo que su uso es considerado principalmente para consumo humano, este índice tiene en cuenta los valores de 9 parámetros que son: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua, fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales (Forrero, *et al.*, 2013). La asignación de pesos ponderados de cada parámetro (tabla 16-2) tiene relación con la importancia del uso que se le da al agua y la incidencia de cada variable en el índice, siendo los de mayor importancia, el oxígeno disuelto y los coliformes fecales (Viteri, Miguel, 2017).

El cálculo del ICA-NSF se realizó por medio del sistema online “Calculadora” del Water Research Center, desarrollado por Oram (2015), donde se calcula el valor Qi para cada parámetro, que es el valor mejorado obtenido por medio del arreglo polinómico y luego se realiza la sumatoria sacando el valor ponderado para cada parámetro (Guerrero & Herrera 2015). Una vez determinado el valor numérico se asignó la categorización cualitativa (tabla 17-2), se analizó su calidad en base a la escala de valores que presenta el ICA-NFS y finalmente se compararon los resultados del ICA por punto calculando índices de similitud mediante la prueba de Bray Curtis (Aguirre, *et al.*, 2016).

Tabla 13-3: Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS

| Calculo Global del Índice de Calidad de Agua | | |
|--|-----------|------|
| PARÁMETROS | Unidades | Peso |
| PH | | 0,11 |
| CAMBIO DE TEMPERATURA | C° | 0,10 |
| D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/l | 0,11 |
| FÓSFORO TOTAL | mg/l | 0,10 |
| TURBIDEZ | mg/l | 0,08 |
| N-NITRATOS | mg/l | 0,10 |
| OXÍGENO DISUELTO | % | 0,17 |
| SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | mg/l | 0,07 |
| COLIFORMES FECALES | UFC/100ml | 0,16 |

Fuente: Oram, 2015

Tabla 14-3: Categorías del ICA-NFS

| Valor del ICA | Categorías | Escala de color |
|---------------|-------------------|-----------------|
| 91-100 | Excelente calidad | Azul |
| 71-90 | Buena calidad | Verde |
| 51-70 | Mediana calida | Amarillo |
| 26-50 | Mala calidad | Naranja |
| 0-25 | Muy mala calidad | Rojo |

Fuente: Oram, 2015

Para el cumplimiento del cuarto objetivo: Diseñar propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

En base a los resultados obtenidos de los análisis de calidad de agua tanto biológicos y físicos químicos a lo largo de los puntos establecidos en la cuenca del río Chimbo y siguiendo la metodología de González (2014), Bibby & Alder (2003) y Gureschi (2015), para la conservación de cuencas hídricas y su biodiversidad, se plantearon 2 fases, las cuales serán fundamentales, para alcanzar los objetivos trazados:

En la fase de diagnóstico se comienza haciendo la visita, revisión e inspección de todos los puntos de estudio de la cuenca del río Chimbo. Esta fase es trascendental debido a que en esta instancia se recopila la información biótica (macroinvertebrados, parámetros microbiológicos) y abiótica (parámetros físicos y químicos) del río, la cual servirá de base para la elaboración de un plan de conservación. Además, se recopiló información secundaria de los problemas ambientales en cada punto de estudio.

A partir de la información recolectada de los análisis de calidad de agua a través de parámetros físicos-químicos, microbiológicos y biológicos, procedemos a identificar los impactos a través de evaluaciones de componentes bióticos y abióticos presente en la cuenca del río Chimbo. Para esto hacemos un análisis comparativo de los resultados de los índices de calidad del agua tanto biológicos como fisicoquímicos. Al final de esto a través del análisis y con ayuda de información secundaria se detectaron los problemas ambientales que tiene la cuenca.

Para el plan de Manejo Ambiental se plantearon acciones a partir de los problemas identificados a lo largo de la cuenca del río Chimbo, los cuales fueron plasmados en una tabla con las siguientes componentes: Programas, proyectos, actividades, actores, recursos y tiempo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Inventariar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chambo

4.1.1 Caracterización de la cuenca del río Chimbo y los puntos de monitoreo

La caracterización de la cuenca del río Chimbo y los puntos de monitoreo es necesaria debido a que permite una visión breve de los sitios donde se realizó la recolección de muestras de macroinvertebrados.

4.1.1.1 Distribución geográfica – espacial de la cuenca del río Chimbo y sus puntos de estudio

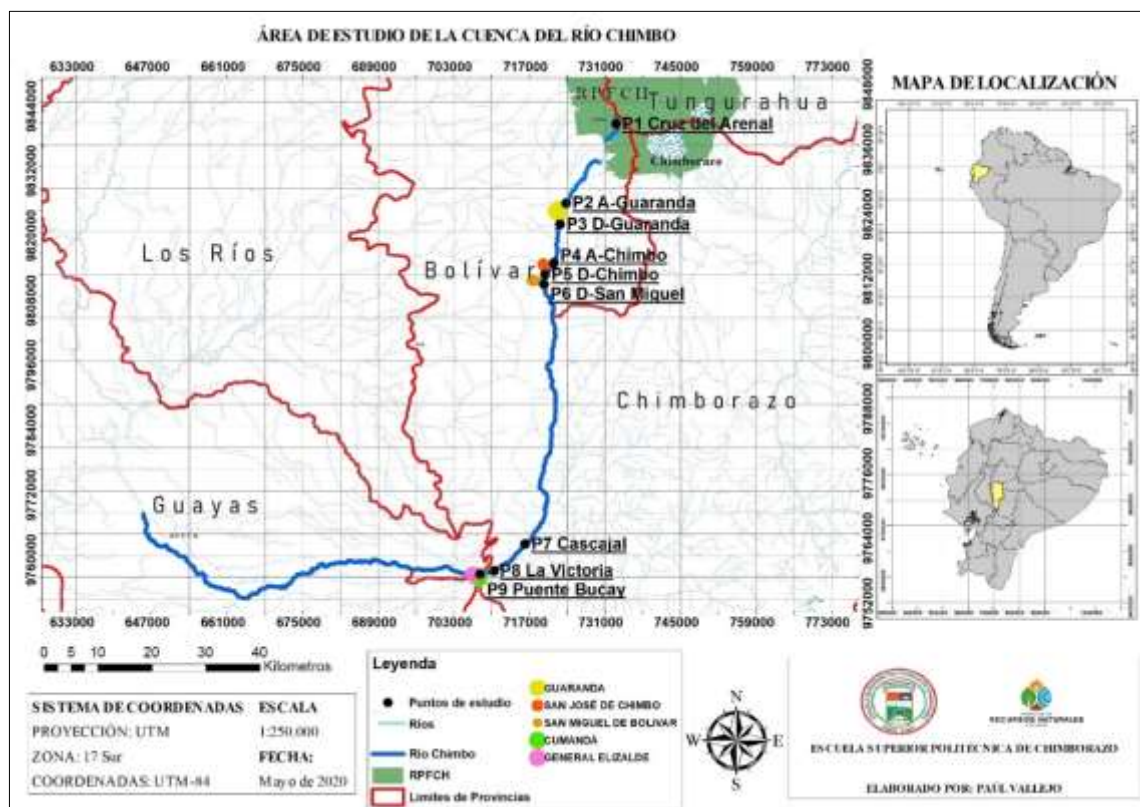


Figura 1-4: Distribución geográfica de la cuenca del río Chimbo y los puntos de monitoreo. Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.1.2 Inventario de las familias y abundancia de macroinvertebrados recolectados en los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo

4.1.2.1 Punto 1

El muestreo de macroinvertebrados se estableció en Cruz del Arenal donde se registró una temperatura del agua de 9°C y un pH neutro de 7, en el lugar se observó que el uso del suelo está dado en gran parte por la presencia de camélidos y sembríos de hierba para vacunos.

Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 1, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 87 individuos con una riqueza de 7 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 26 individuos con una riqueza de 7 familias. Al presentarse un mayor número de individuos recolectados a través del método cuantitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en el sedimento del río.

Tabla 1-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 1

| Punto 1 | | | | | |
|-------------|---------------|------------------------|--------------------|------------|------------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | | 1 | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 16 | | 16 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 3 | 67 | 70 |
| Insecta | Plecóptera | Nemouridae | 1 | 7 | 8 |
| Insecta | Plecóptera | Perlidae | 2 | 3 | 5 |
| Insecta | Megalóptera | <i>Corydalidae</i> | 1 | 1 | 2 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Elmidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Psephenidae</i> | | 1 | 1 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 2 | 7 | 9 |
| Abundancia | | | 26 | 87 | 113 |
| Riqueza | | | 7 | 7 | 9 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

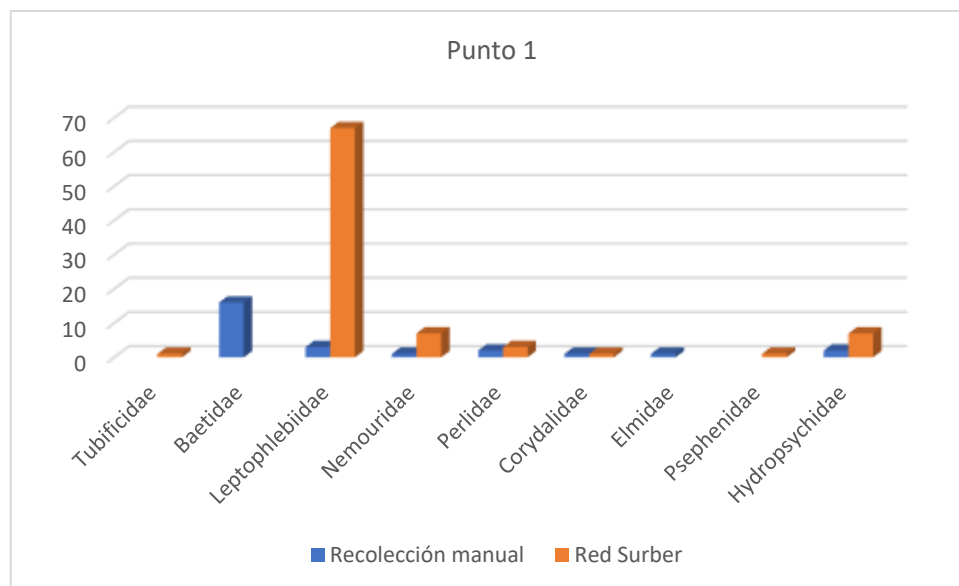


Gráfico 1-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 1

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 1 muestra (gráfico 1-3) una riqueza de 9 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Leptophlebiidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este

grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que presenta el método de Red de Surber, frente a recolección manual.

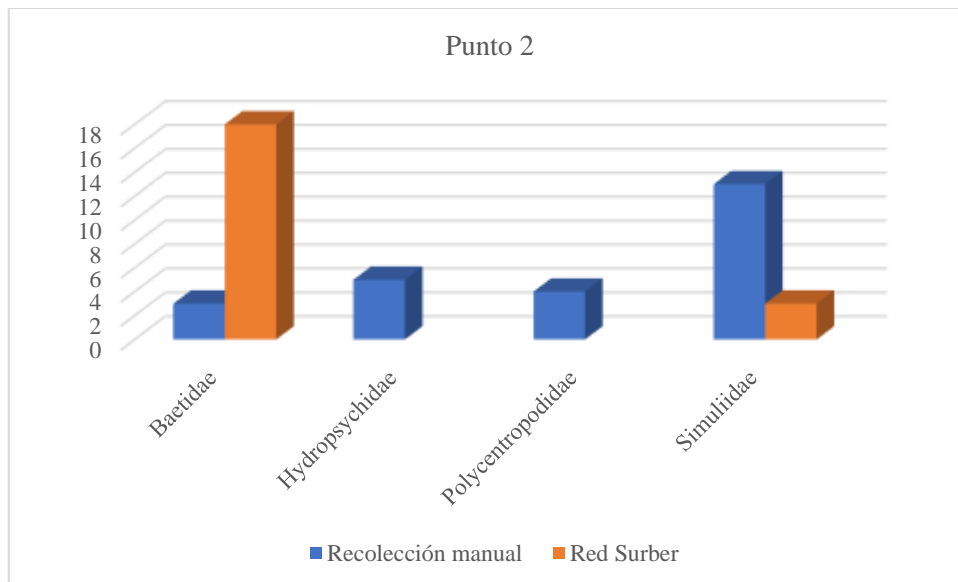
4.1.2.2 Punto 2

El muestreo de macroinvertebrados se estableció antes de Guaranda donde se registró una temperatura del agua de 10°C y un pH ligeramente ácido de 6. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 2, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 21 individuos con una riqueza de 2 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 25 individuos con una riqueza de 2 familias. En este punto no se presenta una superioridad significativa de un método sobre otro, en consecuencia, a esto, no se refleja ninguna preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en este sitio.

Tabla 2-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 2

| Punto 2 | | | | | |
|------------|---------------|--------------------------|--------------------|------------|-----------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 3 | 18 | 21 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 5 | | 5 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Polycentropodidae</i> | 4 | | 4 |
| Insecta | Diptera | <i>Simuliidae</i> | 13 | 3 | 16 |
| Abundancia | | | 25 | 21 | 46 |
| Riqueza | | | 4 | 2 | 4 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 2-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 2

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 2 muestra (gráfico 2-3) una riqueza de 4 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia Baetidae posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar una insignificante superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual, frente al de Red de Surber.

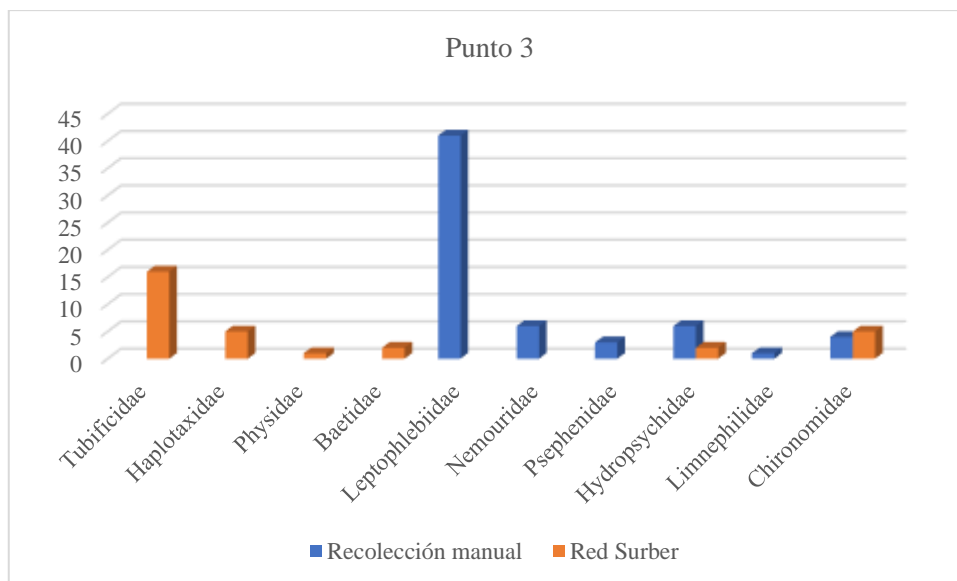
4.1.2.3 Punto 3

El muestreo de macroinvertebrados se estableció después de Guaranda donde se registró una temperatura del agua de 10°C y un pH neutro de 7. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 3, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 31 individuos con una riqueza de 6 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 61 individuos con una riqueza de 6 familias. Al presentarse un mayor número de individuos recolectados a través del método cualitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en la superficie del río.

Tabla 3-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 3

| Punto 3 | | | | | |
|-------------|---------------|------------------------|--------------------|------------|-----------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | | 16 | 16 |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Haplotaxidae</i> | | 5 | 5 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | | 1 | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | | 2 | 2 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 41 | | 41 |
| Insecta | Plecóptera | <i>Nemouridae</i> | 6 | | 6 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Psephenidae</i> | 3 | | 3 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 6 | 2 | 8 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Limnephilidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Diptera | <i>Chironomidae</i> | 4 | 5 | 9 |
| Abundancia | | | 61 | 31 | 92 |
| Riqueza | | | 6 | 6 | 10 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 3-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 3

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 3 muestra (gráfico 3-3) una riqueza de 10 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia Leptophlebiidae posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar una gran superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual, frente al de Red de Surber.

4.1.2.4 Punto 4

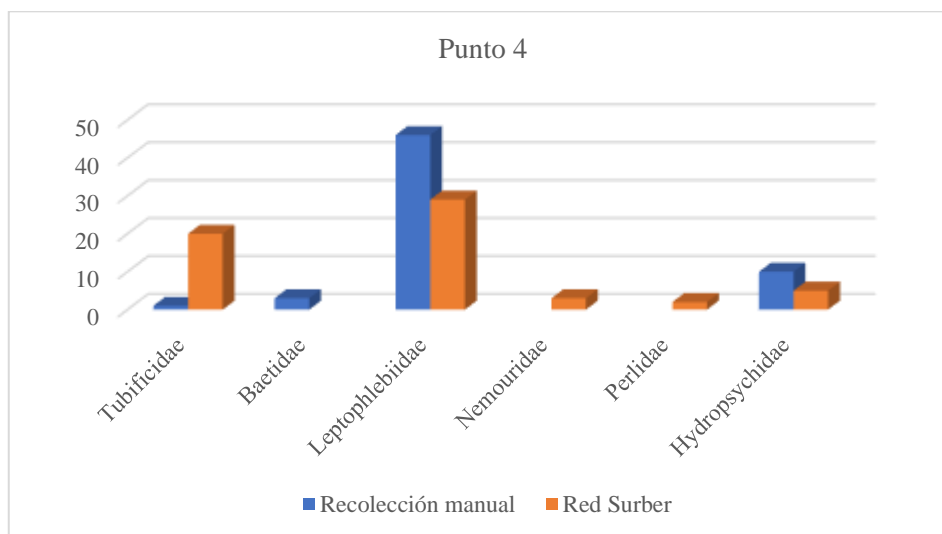
El muestreo de macroinvertebrados se estableció antes de San José de Chimbo, donde se registró una temperatura del agua de 13°C y un pH ligeramente ácido de 6. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 4, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 59 individuos con una riqueza de 5 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 60 individuos con una riqueza de 4 familias. En este punto no se presenta una superioridad significativa de un método sobre otro, en consecuencia, a esto, no se refleja ninguna preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en este sitio.

Tabla 4-1: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 4

| Punto 4 | | | | | |
|-------------|---------------|------------------------|--------------------|------------|-------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | 1 | 20 | 21 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 3 | | 3 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 46 | 29 | 75 |
| Insecta | Plecóptera | <i>Nemouridae</i> | | 3 | 3 |
| Insecta | Plecóptera | <i>Perlidae</i> | | 2 | 2 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 10 | 5 | 15 |

| | | | |
|------------|----|----|-----|
| Abundancia | 60 | 59 | 119 |
| Riqueza | 4 | 5 | 6 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 4-1: Relación riqueza y abundancia en el Punto 4

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 4 muestra (gráfico 4-3) una riqueza de 6 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia Leptophlebiidae posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar una insignificante superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual, frente al de Red de Surber.

4.1.2.5 Punto 5

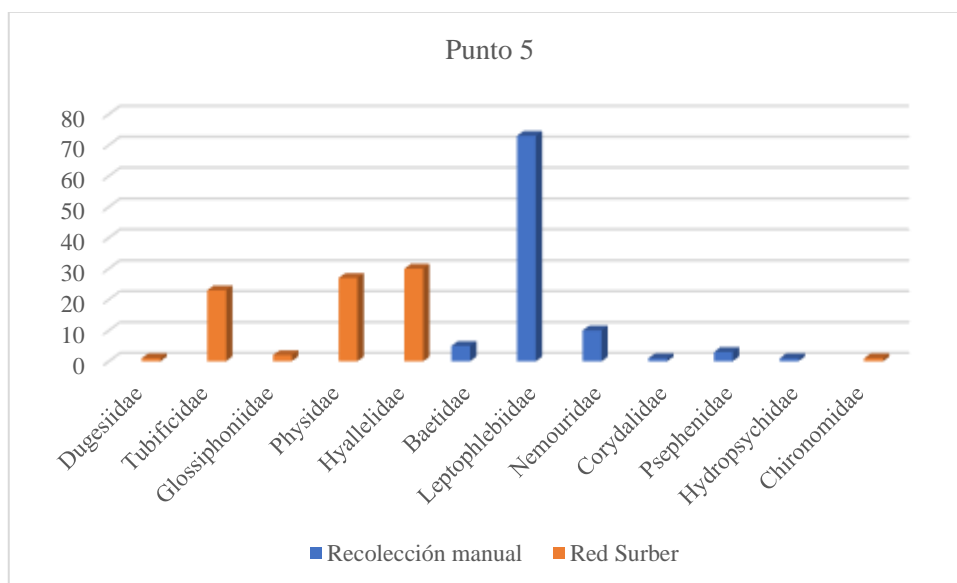
El muestreo de macroinvertebrados se estableció después de San José de Chimbo, donde se registró una temperatura del agua de 15°C y un pH neutro de 7. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 5, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 84 individuos con una riqueza de 6 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 93 individuos con una riqueza de 6 familias. En este punto se presenta una pequeña superioridad del método de recolección manual lo que evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en la superficie del río.

Tabla 5-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 5

| Punto 5 | | | | | |
|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------|-------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Turbellaria | Tricladida | <i>Dugesidae</i> | | 1 | 1 |
| Oligochaeta | Haplotaaxida | <i>Tubificidae</i> | | 23 | 23 |
| Hirudinea | Glossiphoniiformes | <i>Glossiphoniidae</i> | | 2 | 2 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | | 27 | 27 |

| | | | | | |
|--------------|---------------|------------------------|----|-----------|-----------|
| Malacostraca | Amphipoda | <i>Hyallellidae</i> | | 30 | 30 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 5 | | 5 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 73 | | 73 |
| Insecta | Plecóptera | Nemouridae | 10 | | 10 |
| Insecta | Megalóptera | <i>Corydalidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Psephenidae</i> | 3 | | 3 |
| Insecta | Trichoptera | <i>Hydropsychidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Diptera | <i>Chironomidae</i> | | 1 | 1 |
| Abundancia | | | | 93 | 84 |
| Riqueza | | | | 6 | 6 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 5-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 5

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 5 muestra (gráfico 5-3) una riqueza de 12 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Leptophlebiidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual, frente al de Red de Surber.

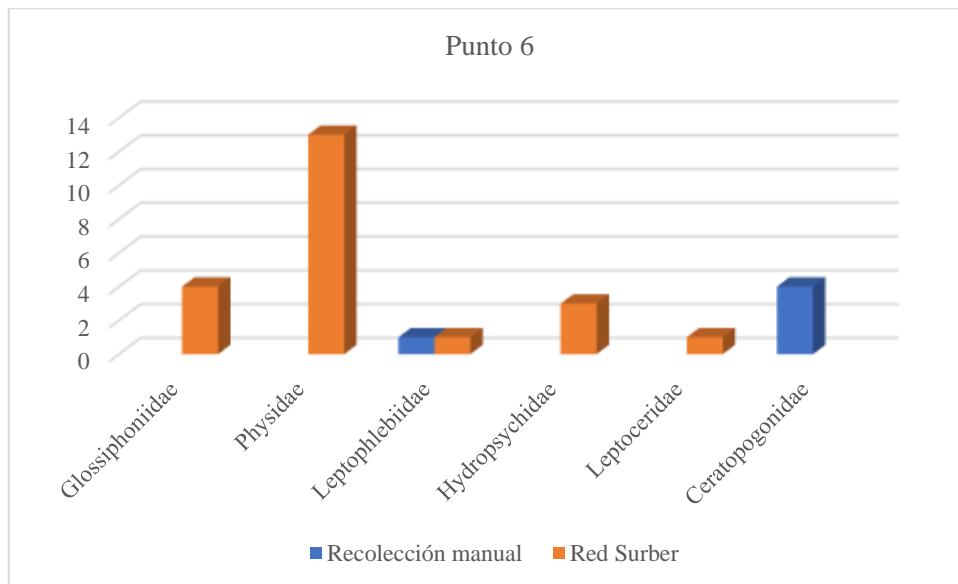
4.1.2.6 Punto 6

El muestreo de macroinvertebrados se estableció después de San Miguel donde se registró una temperatura del agua de 18°C y un pH ligeramente ácido de 6. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 6, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 22 individuos con una riqueza de 5 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 5 individuos con una riqueza de 2 familias. Al presentarse un mayor número de individuos recolectados a través del método cuantitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en el sedimento del río.

Tabla 6-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 6

| Punto 6 | | | | | |
|------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------|-------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Hirudinea | Glossiphoniiformes | <i>Glossiphoniidae</i> | | 4 | 4 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | | 13 | 13 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 1 | 1 | 2 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | | 3 | 3 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Leptoceridae</i> | | 1 | 1 |
| Insecta | Diptera | <i>Ceratopogonidae</i> | 4 | | 4 |
| Abundancia | | | 5 | 22 | 27 |
| Riqueza | | | 2 | 5 | 6 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 6-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 6

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 6 muestra (gráfico 6-3) una riqueza de 6 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Physidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que presenta el método de Red de Surber, frente al de recolección manual.

4.1.2.7 Punto 7

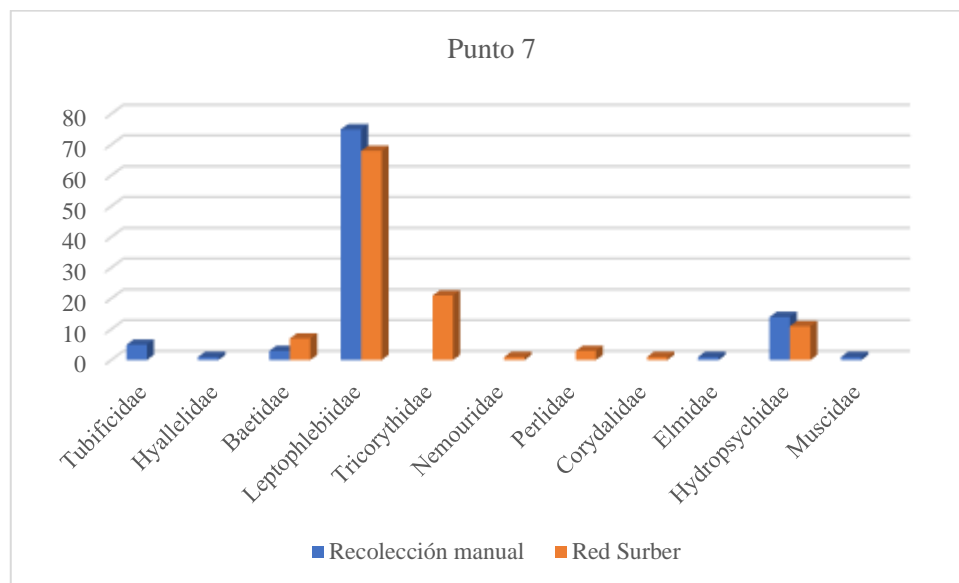
El muestreo de macroinvertebrados se estableció en Cascajal, donde se registró una temperatura del agua de 20°C y un pH ligeramente ácido de 6. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 7, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 112 individuos con una riqueza de 7 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 100 individuos con una riqueza de 7 familias. Al presentarse un mayor número de individuos

recolectados a través del método cuantitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en el sedimento del río.

Tabla 7-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 7

| Punto 7 | | | | | |
|-------------|---------------|------------------------|--------------------|------------|------------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | 5 | | 5 |
| Malacostra | Amphipoda | <i>Hyallelidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 3 | 7 | 10 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 75 | 68 | 143 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Tricorythidae</i> | | 21 | 21 |
| Insecta | Plecóptera | Nemouridae | | 1 | 1 |
| Insecta | Plecóptera | Perlidae | | 3 | 3 |
| Insecta | Megalóptera | <i>Corydalidae</i> | | 1 | 1 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Elmidae</i> | 1 | | 1 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 14 | 11 | 25 |
| Insecta | Diptera | <i>Tabanidae</i> | 1 | | 1 |
| Abundancia | | | 100 | 112 | 212 |
| Riqueza | | | 7 | 7 | 11 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 7-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 7

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 7 muestra (gráfico 7-3) una riqueza de 11 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Leptophlebiidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la

superioridad por individuos que presenta el método de Red de Surber, frente al de recolección manual.

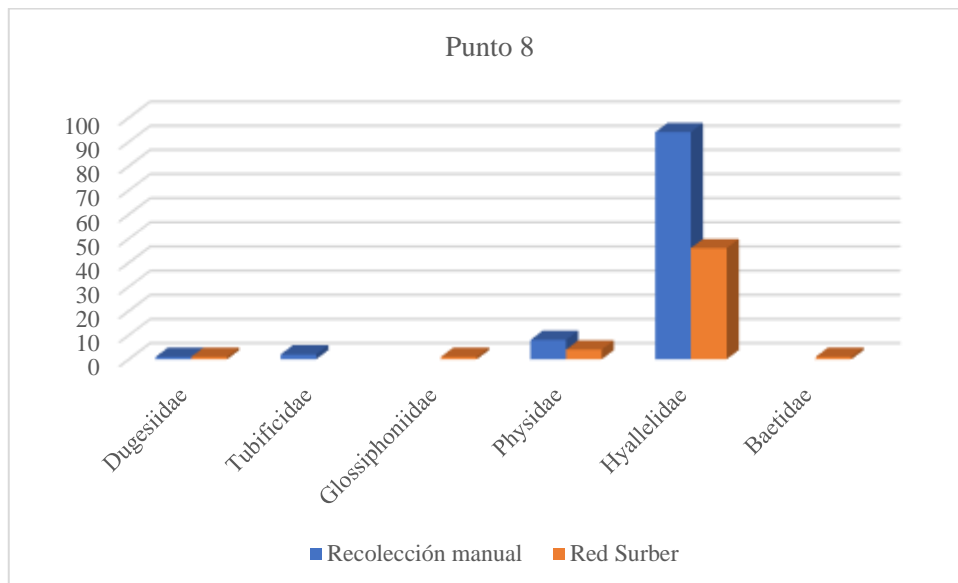
4.1.2.8 Punto 8

El muestreo de macroinvertebrados se estableció en La Victoria, donde se registró una temperatura del agua de 20°C y un pH neutro de 7. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 8, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 53 individuos con una riqueza de 5 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 105 individuos con una riqueza de 4 familias. Al presentarse un mayor número de individuos recolectados a través del método cualitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en la superficie del río.

Tabla 8-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 8

| Punto 8 | | | | | |
|--------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------|------------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Turbellaria | Tricladida | <i>Dugesiidae</i> | 1 | 1 | 2 |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | 2 | | 2 |
| Hirudinea | Glossiphoniiformes | <i>Glossiphoniidae</i> | | 1 | 1 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | 8 | 4 | 12 |
| Malacostraca | Amphipoda | <i>Hyallellidae</i> | 94 | 46 | 140 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | | 1 | 1 |
| Abundancia | | | 105 | 53 | 158 |
| Riqueza | | | 4 | 5 | 6 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 8-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 8

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El Punto 8 muestra (gráfico 8-3) una riqueza de 6 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Hyallelidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual frente al de Red de Surber.

4.1.2.9 Punto 9

El muestreo de macroinvertebrados se estableció en el Puente Bucay-Cumandá, donde se registró una temperatura del agua de 23°C y un pH ligeramente ácido de 6. Las muestras analizadas de macroinvertebrados del Punto 9, a través del método Red de surber, presentaron una abundancia de 47 individuos con una riqueza de 2 familias, en tanto que, por recolección manual se obtuvo una abundancia de 83 individuos con una riqueza de 4 familias. Al presentarse un mayor número de individuos recolectados a través del método cualitativo, se evidencia la preferencia de hábitat de los macroinvertebrados en la superficie del río.

Tabla 9-4: Lista de familias de macroinvertebrados registradas en el Punto 9

| Punto 9 | | | | | |
|-------------|-------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Recolección manual | Red Surber | Total |
| Turbellaria | Tricladida | <i>Dugesiiidae</i> | 4 | | 4 |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Haplotaxidae</i> | 3 | | 3 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | 5 | 15 | 20 |
| Malacostra | Amphipoda | <i>Hyallelidae</i> | 71 | 32 | 103 |
| Abundancia | | | 83 | 47 | 130 |
| Riqueza | | | 4 | 2 | 4 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

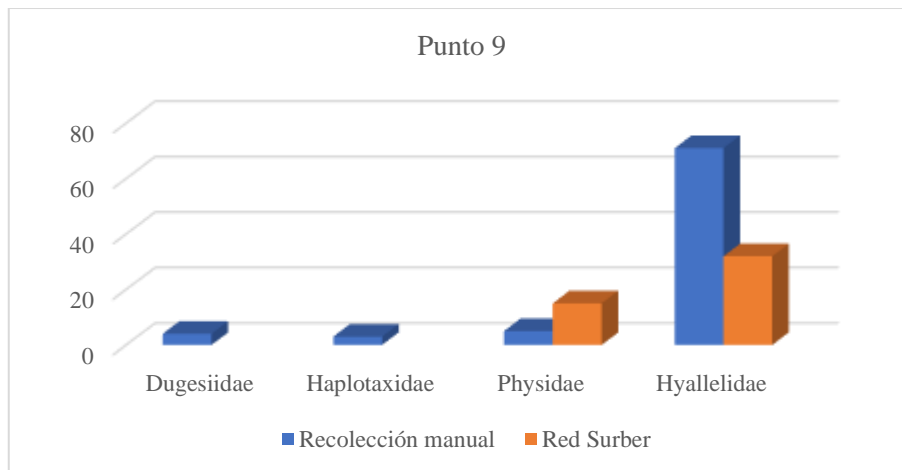


Gráfico 9-4: Relación riqueza y abundancia en el Punto 9






Realizado por: Vallejo Henry, 2019








El Punto 9 muestra (gráfico 9-3) una riqueza de 6 familias de macroinvertebrados, de las cuales la familia *Hyallelidae* posee mayor abundancia, esto quiere decir que hay dominancia de este








grupo en este punto del río, además de esto se puede observar la superioridad por individuos que presenta el método de recolección manual frente al de Red de Surber.




4.1.3 Inventario general de los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo

Tabla 10-4: Inventario de familias de macroinvertebrados en la cuenca del río Chimbo

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | LUGARES ENCONTRADOS | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|-------------|--------------------|------------------------|--|---|
| Turbellaria | Tricladida | <i>Dugesidae</i> | Punto 5 Punto 8 Punto 9 |  |
| Oligochaeta | Haplotaxidae | <i>Tubificidae</i> | Punto 1 Punto 3 Punto 4 Punto 5 Punto 7 Punto 8 |  |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Haplotaxidae</i> | Punto 3 Punto 9 |  |
| Hirudinea | Glossiphoniiformes | <i>Glossiphoniidae</i> | Punto 5 Punto 6 Punto 8 |  |
| Gastropoda | Basommatophora | <i>Physidae</i> | Punto 3 Punto 5 Punto 6 Punto 8 Punto 9 |  |

| | | | | |
|--------------|---------------|------------------------|---|---|
| Malacostraca | Amphipoda | <i>Hyalellidae</i> | Punto 5 Punto 7 Punto 8 Punto 9 |  1 mm |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | Punto 1 Punto 2 Punto 3 Punto 4 Punto 5 Punto 7 Punto 8 |  1 mm |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | Punto 1 Punto 3 Punto 4 Punto 5 Punto 6 Punto 7 |  2 mm |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Tricorythidae</i> | Punto 7 |  2 mm |
| Insecta | Plecóptera | <i>Nemouridae</i> | Punto 1 Punto 3 Punto 4 Punto 5 Punto 7 |  2 mm |
| Insecta | Plecóptera | <i>Perlidae</i> | Punto 1 Punto 4 Punto 7 |  2 mm |
| Insecta | Megalóptera | <i>Corydalidae</i> | Punto 1 Punto 5 Punto 7 |  2 mm |

| | | | | |
|---------|-------------|--------------------------|---|---|
| Insecta | Coleóptera | <i>Elmidae</i> | Punto 1 Punto 7 |  |
| Insecta | Coleóptera | <i>Psephenidae</i> | Punto 1 Punto 3 Punto 5 |  |
| Insecta | Trichóptera | <i>Hydropsychidae</i> | Punto 1 Punto 2 Punto 3 Punto 4 Punto 5 Punto 6 Punto 7 |  |
| Insecta | Trichóptera | <i>Leptoceridae</i> | Punto 6 |  |
| Insecta | Trichóptera | <i>Limnephilidae</i> | Punto 3 |  |
| Insecta | Trichóptera | <i>Polycentropodidae</i> | Punto 2 |  |
| Insecta | Díptera | <i>Ceratopogonidae</i> | Punto 6 |  |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|--------------------|---|
| Insecta | Díptera | <i>Chironomidae</i> | Punto 3 Punto 5 |  |
| Insecta | Díptera | <i>Simuliidae</i> | Punto 2 |  |
| Insecta | Díptera | <i>Tabanidae</i> | Punto 7 |  |

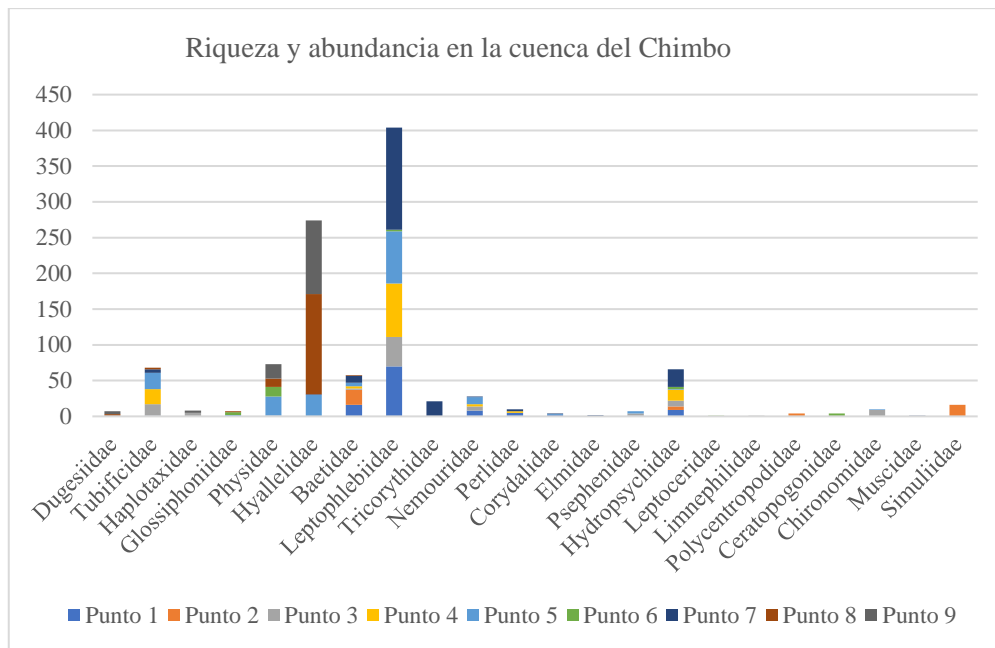
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 11-4: Listado de macroinvertebrados registrados en los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 | Punto 4 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 8 | Punto 9 | Total |
|-------------------|--------------------|--------------------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| Turbellaria | Tricladida | <i>DugesIIDae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Tubificidae</i> | 1 | 0 | 16 | 21 | 23 | 0 | 5 | 2 | 0 | 68 |
| Oligochaeta | Haplotaxida | <i>Haplotaxidae</i> | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| Hirudinea | Glossiphoniiformes | <i>Glossiphoniidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| Mollusca | Gastrópoda | <i>Physidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 27 | 13 | 0 | 12 | 20 | 73 |
| Malacostraca | Amphipoda | <i>Hyallelidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 1 | 140 | 103 | 274 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Baetidae</i> | 16 | 21 | 2 | 3 | 5 | 0 | 10 | 1 | 0 | 58 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Leptophlebiidae</i> | 70 | 0 | 41 | 75 | 73 | 2 | 143 | 0 | 0 | 404 |
| Insecta | Ephemeroptera | <i>Tricorythidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 21 |
| Insecta | Plecóptera | <i>Nemouridae</i> | 8 | 0 | 6 | 3 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 28 |
| Insecta | Plecóptera | <i>Perlidae</i> | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 |
| Insecta | Megalóptera | <i>Corydalidae</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Elmidae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Insecta | Coleóptera | <i>Psephenidae</i> | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Hydropsychidae</i> | 9 | 5 | 8 | 15 | 1 | 3 | 25 | 0 | 0 | 66 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Leptoceridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Limnephilidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Insecta | Trichopteras | <i>Polycentropodidae</i> | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Insecta | Diptera | <i>Ceratopogonidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Insecta | Diptera | <i>Chironomidae</i> | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Insecta | Diptera | <i>Simuliidae</i> | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Insecta | Diptera | <i>Tabanidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Abundancia | | | 113 | 46 | 92 | 119 | 177 | 27 | 212 | 158 | 130 | 1074 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Riqueza | 9 | 4 | 10 | 6 | 12 | 6 | 11 | 6 | 4 | 22 |
|----------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 10-4: Relación riqueza y abundancia de los 9 puntos de monitoreo en la cuenca del río Chimbo

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Al concluir el análisis de todas las muestras de macroinvertebrados que fueron recolectados en 9 puntos de la cuenca del río Chimbo, se obtuvieron datos totales que muestran una riqueza de 22 familias donde todas se lograron identificar, en relación a la abundancia, se logró un resultado de 1070 individuos recolectados, de los cuales como se refleja claramente en el gráfico 10-3 la mayoría pertenece a 2 familias: Hyalellidae y Leptophlebiidae, por otra parte, se observa que los Puntos 3, 5 y 7 presenta un mayor número de familias (10, 12, y 11 respectivamente), esto quiere decir que estos puntos de monitoreo presentan las mejores condiciones para el desarrollo de macroinvertebrados en la cuenca del río Chimbo.

4.2 Determinar la composición trófica de los macroinvertebrados en los sitios de estudio

4.2.1 Fichas

Tabla 12-4: Familia Dugesiidae

| Clase | Turbelaria | Orden | Tricladida |
|---|---------------------|---|----------------------|
| FAMILIA DUGESIIDAE | | | |
| <p>Descripción: Son lombrices aplanadas, alargadas que a la vez muestran estrategias predatorias y carroñeras. La cabeza es triangular, poseedora de aurículas lateras, generalmente con dos ojos, raramente cuatro como en D. La superficie del cuerpo suele estar pigmentada, mostrando un uniforme patrón de color gris o marrón o moteado (Malhao, <i>et al.</i>, 2007). También presentan a menudo manchas de varios colores, la cavidad del cuerpo es típicamente gastrovascular y presenta una sola apertura que funciona como boca y ano a la vez, son hermafroditas, pueden reproducirse asexualmente por fisión, en la que el animal se divide por la mitad y luego regenera las partes faltantes del cuerpo. La reproducción sexual también es posible, los huevos son depositados en capullos esféricos y se unen por lo regular al sustrato mediante pedúnculo (Roldan, 1996; Malhao et al., 2007).</p> | | <p>Hábitos: La familia Dugesiidae está muy extendida Principalmente en lagos, usualmente en aguas poco profundas en Costas pedregosas abrigadas debido a su foto negativa sensibilidad. Viven en su mayoría debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas, y corrientes estancadas, estos son fuentes de alimentos para ninfas de odonatos y otros insectos acuáticos, nematodos, anélidos y algunos crustáceos (Malhao et al., 2007; Muñoz & Vélez, 2007).</p> <p>Composición trófica: Predadores (Hamrsky, 2018).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 7</p> <p>Valor ABI: 1</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 13-4: Familia Tubificidae

| Clase | Oligochaeta | Orden | Haplotaxida |
|---|-------------|--|-------------|
| FAMILIA TUBIFICIDAE | | | |
| <p>Descripción: Presentan quetas dorsales capilares acompañadas por quetas pectinadas o bífidas, las quetas ventrales son semejantes a las dorsales, los haces ventrales presentan numerosas quetas bífidas o en ocasiones bicúspides. Llega a medir de 3 a 5 cm en estado adulto, aunque en algunos casos rebasa los 8 cm de largo su grosor, no es mucho, apenas unos milímetros. Cuerpo segmentado, sin estrechamiento entre los segmentos. Sin probóscide y sin ventosas. Con más de dos quetas por fascículo, de forma variable. Coloración generalmente rojiza (Contreras, 2014; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España, 2012).</p> | | <p>Hábitos: Son organismos oportunistas que se caracterizan por presentar dos estrategias reproductivas: asexual (la que en muchos casos se produce mediante una fisión transversa) y sexual, siendo la primera la más común en condiciones ambientales favorables y provocando un rápido crecimiento poblacional. La segunda estrategia, en cambio, es utilizada comúnmente en condiciones desfavorables. Viven principalmente en ambientes lenticos, muy frecuentes en el fondo de embalses, todos son hermafroditas y carecen de una etapa larval (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España, 2012; Armendariz, 2008).</p> <p>Composición trófica: Detritívoros (Ferrú & Fierro, 2015).</p> | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | Valor IBMWP/Col: 1 | |
| | | Valor ABI: 1 | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
| <p>Mapa de registro de la familia Haplotaxidae en Ecuador. El mapa muestra las provincias de Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. Se indican los siguientes puntos de muestreo: Punto 1- Cruz del Arenal (Tungurahua), Punto 3-D. Guaranda (Bolívar), Punto 4-A. Chimbo (Chimborazo), Punto 5-D. Chimbo (Chimborazo), Punto 7- Cascajal (Chimborazo) y Punto 8- La Victoria (Chimborazo).</p> | <p>Vista dorsal de un gusano Haplotaxidae. El cuerpo es alargado y segmentado, con una coloración amarillenta y marrón. Se incluye una escala de 2 mm.</p> | <p>Vista ventral de un gusano Haplotaxidae. El cuerpo es alargado y segmentado, con una coloración amarillenta y marrón. Se incluye una escala de 2 mm.</p> | <p>Vista lateral de un gusano Haplotaxidae. El cuerpo es alargado y segmentado, con una coloración amarillenta y marrón. Se incluye una escala de 2 mm.</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 14-4: Familia Haplotaxidae





| | | | |
|--|-------------|--|-------------|
| Clase | Oligochaeta | Orden | Haplotaxida |
| FAMILIA HAPLOTAXIDAE | | | |
| <p>Descripción: Cuerpo segmentado, sin ventosas. Con una queta por fascículo. Ecología Habitan en el curso medio de ríos. La mayoría de las especies tienen una longitud de 2 a 10 cm y son muy alargadas en relación con su anchura. A menudo, los haplotaxidos tienen coloración rosa o marrón cuando están vivos. Tiene una piel muy delgada y permeable, por la cual capta oxígeno para respirar. No tiene ojos, pero sí unos diminutos órganos sensibles a la luz y otros receptores</p> | | <p>Hábitos: La mayoría de las especies de Haplotaxidae se encuentran en hábitats semi-terrestres como las orillas de los ríos o en sedimentos superficiales de lagos y arroyos. Excava túneles, come materia orgánica en descomposición. Sale a la superficie solo cuando hay mucha humedad o en la noche, para alimentarse o reproducirse. Los haplotaxidos, como todos los oligochaetes, son hermafroditas, con genitales masculinos y femeninos. Un par de apareamiento se superpone ventajosamente a los extremos anteriores y cada uno</p> | |

| | | | |
|--|---------------------|---|----------------------|
| <p>sensibles a los agentes químicos, al tacto y a las vibraciones. En la parte media del cuerpo tiene un abultamiento sin segmentar que contiene los órganos genitales (Australian Biological Resource Study, s.f; Ceibal, 2012; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-España, 2012).</p> | | <p>intercambia esperma con el otro. Luego, los gusanos se separan y el clitelo segrega el capullo que forma un anillo alrededor del gusano en el que se depositan los huevos y se depositan los espermatozoides (Australian Biological Resource Study, s.f; Ceibal, 2012).</p> <p>Composición trófica: Detritívoros (Cabrera <i>et al.</i>, 2015).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 1</p> <p>Valor ABI: 1</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
| | | | |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 15-4: Familia Glossiphoniidae

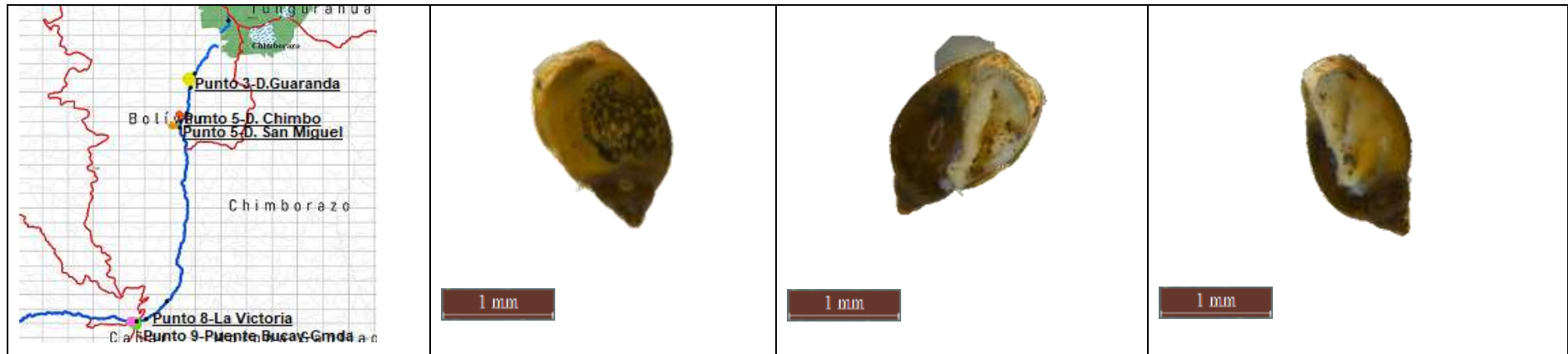
| | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|--------------------|
| Clase | Hirudinea | Orden | Glossiphoniiformes |
| FAMILIA GLOSSIPHONIIDAE | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Descripción: Las sanguijuelas son anélidos hermafroditas, con aberturas genitales masculinas y femeninas no pareadas en la región del cinturón de glandulosa llamada clitellum, y con una ventosa tanto en el anterior como en el posterior extremo del cuerpo las cuales utiliza para fijarse fuertemente al sustrato, su cuerpo está formado por 34 segmentos, cada uno de los cuales posee un ganglio y un par de nervios. Muchas sanguijuelas chupan sangre de vertebrados o invertebrados; los otros son principalmente depredadores, raramente carroñeros. Los miembros de esta familia se caracterizan por la presencia de una probóscide sobresaliente que se utiliza para alimentarse de presas de invertebrados y vertebrados (Gullo, 2014; Sket & Trontelj, 2008).</p> | <p>Hábitos: La mayoría habitan las aguas dulces, pero hay especies marinas y terrestres, también. Tienen su máxima concentración en la vegetación sumergida y son escasos a grandes profundidades debido a la falta de vegetación, sustratos adecuados y nutrientes. Sus limitaciones en el ambiente son: disponibilidad de nutrientes, naturaleza del sustrato, profundidad del agua, corriente tamaño y naturaleza del cuerpo de agua, dureza, pH, temperatura, mínima concentración de oxígeno disuelto, turbidez y salinidad. Se reproducen por huevos depositados en capullos. segregado por el clitellum (Gullo, 2014; Rivera, <i>et al.</i>, 2013).</p> <p>Composición trófica: Detritívoros (Rivera, <i>et al.</i>, 2013).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 3</p> <p>Valor ABI: 3</p> | | |
| <p>Mapa de registro</p> | <p>Vista dorsal</p> | <p>Vista ventral</p> | <p>Vista lateral</p> |
|  |  |  |  |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 16-4: Familia Physidae





| Clase | Mollusca | Orden | Gastrópoda |
|---|---------------------|---|----------------------|
| FAMILIA PHYSIDAE | | | |
| <p>Descripción: La familia se distingue por la falta de un opérculo para cerrar la cáscara, la forma espiral alta de la cáscara y la dirección sinistral ("zurda") de la espiral: cuando se ve desde la abertura, la cáscara gira en espiral hacia la izquierda. Al igual que otras familias en su orden, tienen un solo par de tentáculos sensoriales en la cabeza y un ojo en la base de cada tentáculo. La mayoría tienen cáscaras comparativamente pequeñas, y tanto los tentáculos como el pie son delgados. Como todos los pulmonados, tienen una cavidad en la cáscara que se utiliza para el intercambio de gases. A menudo tienen dientes relativamente más pequeños y más complicados en su rótula que las otras familias, y esto puede reflejar la adaptación para el pastoreo de perifita. En comparación con otros gasterópodos de agua dulce, los physidos a menudo maduran antes y tienen una mayor fecundidad. También pueden moverse más rápido que las especies en otros grupos, y estas características juntas dan a la familia una mayor tasa de dispersión a nuevos hábitats (Hammond & Burch, 2014; Wethington & Lydeard, 2007).</p> | | <p>Hábitos: La mayoría de las especies mantienen una burbuja de aire en la cavidad, y ocasionalmente la refrescan en la superficie del agua. Algunas especies llenan la cavidad con agua y viven sin acercarse nunca a la superficie; se alimentan más de detritus y perifito que en algas filamentosas o partículas suspendidas en la columna de agua. Los physidos son hermafroditas simultáneos, y pueden auto-fertilizarse, aunque intercambiarán esperma con otros individuos si pueden. La mayoría de las especies maduran y se reproducen en 9-15 meses, pero en regiones cálidas, pueden completar más de una generación al año (Hammond & Burch, 2014; Wethington & Lydeard, 2007).</p> <p>Composición trófica: Colector-Raspador (Rivera et al., 2013).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 3</p> <p>Valor ABI: 3</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 17-4: Familia Hyallelidae

| Clase | Malacostra | Orden | Amphipoda |
|---|------------|--|-----------|
| FAMILIA HYALLELIDAE | | | |
| <p>Descripción: Cuerpo comprimido lateralmente, teson no fusionado al último somito abdominal, apéndices branquiales unidos a los apéndices torácicos, 3 pares de pleópodos y con ramas multiarticuladas, 3 pares de urópodos con 1 o 2 artejos, sin palpo mandibular, antena sin flagelo accesorio, tercer urópodo muy reducido unirramoso, ojos presentes (De los Ríos, <i>et al.</i>, 2012; Fernandez & Dominguez, 2001).</p> | | <p>Hábitos: Se hallan bien representados en las aguas continentales dulces y salobres y aún en ambientes semiterrestres. Como grupo están adaptados a distintos modos de vida, vagantes sobre el sustrato, cavadores, nadadores, tubícolas, unos pocos son comensales y parásitos en organismos hospedadores. La reproducción singámica es la regla, pero los machos son a menudo escasos. Los crustáceos de agua dulce del orden Amphipoda ocurren principalmente en climas fríos y templados. Sin embargo, en los trópicos, estos animales pueden ser más abundantes en ambientes subterráneos, donde las temperaturas son más suaves que en la superficie (Macdonald, Yampolsky, & Duffy, 2005).</p> | |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | Composición trófica: Colectores-Raspadores (Macdonald, Yampolsky, & Duffy, 2005). | |
| | | Valor IBMWP/Col: 7 | |
| | | Valor ABI: 6 | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|  |  |  |  |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 18-4: Familia Baetidae

| | | | |
|---|---------|--|---------------|
| Clase | Insecta | Orden | Ephemeroptera |
| FAMILIA BAETIDAE | | | |
| Descripción: Son generalmente larvas pequeñas y aerodinámicas que miden 3-12 mm cuando están maduras. Una de las características más evidentes de este grupo es la antena larga. Por lo general, son dos o tres veces más largas que el ancho de la cabeza. Las almohadillas de sus alas traseras están ausentes en algún momento o son diminutas. Las branquias ovaladas o en forma de corazón están presentes en los segmentos abdominales (pero estas branquias a menudo se rompen durante la recolección). Los segmentos | | Hábitos: Sus formas larvarias son acuáticas y las formas aladas, no se alimentan y son terrestres y de vida muy corta. De ahí que se les conozca con el nombre de efímeras. Las ninfas son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de una variedad de algas y detritus. La mayoría viven en la superficie de piedras, arena o barro. Son tolerantes amplios a la temperatura y, | |





abdominales posteriores generalmente carecen de espinas que apuntan hacia atrás, pero rara vez tienen espinas moderadamente desarrolladas. Su cabeza está orientada verticalmente y están presentes 2 o 3 colas o filamentos caudales (Departamento de Salud de Dakota del Norte, s.f.).

hasta cierto punto, a la contaminación. Las hembras adultas se arrastran dentro del agua para pegar sus huevos a las piedras del fondo (Tercerdor, 2015).

Composición trófica: Raspadores (Flowers & De la Rosa, 2010)

Valor IBMWP/Col: 7

Valor ABI: 4

| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|---|---|--|--|
|  <p>Mapa de registro de Ecuador que muestra los puntos de muestreo de la familia Leptophlebiidae. Los puntos están etiquetados como: Punto 1- Cruz del Arrenal (Tungurahua), Punto 2-A. Guaranda, Punto 3-D. Guaranda, Punto 4-A. Chimbo, Punto 5-D. Chimbo, Punto 7- Cascajal (Cacha) y Punto 8- La Victoria (Morona Santiago).</p> |  <p>Vista dorsal de un insecto de agua, mostrando su cuerpo alargado y sus patas. Incluye una escala de 1 mm.</p> |  <p>Vista ventral de un insecto de agua, mostrando su estructura interna y sus patas. Incluye una escala de 1 mm.</p> |  <p>Vista lateral de un insecto de agua, mostrando su perfil y sus patas. Incluye una escala de 1 mm.</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 19-4: Familia Leptophlebiidae

| | | | |
|--------------------------------|---------|-------|---------------|
| Clase | Insecta | Orden | Ephemeroptera |
| FAMILIA LEPTOPHLEBIIDAE | | | |





Descripción: Cuerpos y cabezas aplanadas dorsoventralmente. Piernas aplanadas con fémures anchos, branquias laterales prominentes en segmentos abdominales 1-7 vagamente como hojas. Espinas apuntando hacia atrás, pequeñas y bien desarrolladas, en los bordes de los segmentos abdominales 7-9. Filamentos caudales con anillos o verticilos de setas. Pueden llegar a medir hasta 20 mm (Janssen, 2019).

Hábitos: Las ninfas se caracterizan por vivir en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas y estar adheridas a rocas, troncos, hojas o vegetación sumergida; pocas especies se pue den encontrar enterradas en fondos lodosos o arenosos (Murillo & Córdova, 2017). Los insectos acuáticos ejercen numerosos papeles relacionados con la actividad biológica de las aguas corrientes. Entre ellos destaca la estimulación del crecimiento de la microflora, la descomposición de la materia orgánica y su papel en la transformación del sustrato en heces, que finalmente presenta propiedades físicas y químicas que afectan a los sistemas lóticos. En particular, los hábitos de alimentación de los insectos acuáticos favorecen la interacción entre la microflora y otros componentes de la fauna como los protozoos, incrementándose así el flujo de carbono y el ciclaje de nutrientes (Bello & Cabrera, 2001).

Composición trófica: Detritivoro (Bello & Cabrera, 2001)

Valor IBMWP/Col: 9

Valor ABI: 10

| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|--|--|--|--|
|  |  <div data-bbox="636 1235 808 1275" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |  <div data-bbox="1079 1203 1254 1243" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |  <div data-bbox="1532 1246 1706 1286" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 20-4: Familia Tricorythidae





| Clase | Insecta | Orden | Ephemeroptera |
|---|---------------------|--|----------------------|
| FAMILIA TRICORYTHIDAE | | | |
| <p>Descripción: Cuerpo densamente cubierto con microtrichias robustas. Márgenes frontales y laterales de la cabeza; márgenes laterales del tórax, piernas y abdomen; y márgenes laterales externos de branquias operculadas con flecos largos setas. Maxilas estrechas alargadas y sin palpos. Labio con palpos de tres segmentos. Fémora bien desarrollada, con amplio convexo. margen posterior (más producido en patas delanteras); márgenes con pelos largos laterles y pequeñas espinas; superficie dorsal con hilera mediana de setas espinosas, que continúan de forma anterobasal. Garras tarsales carentes de dentículos. Las branquias están presentes en los segmentos abdominales</p> <p>1-6. Las branquias consisten en un solo filamento con setas como pelos. Agallas operculadas, más o menos cuadrada, con forma de Y. Segmentos abdominales con proyecciones posterolaterales bien desarrolladas en los segmentos 2, 6 y 7; Diversamente menos desarrollado en los segmentos 5, 8 y 9 (McCafferty & Wang, 1995).</p> | | <p>Hábitos: La mayoría están presentes en ríos y arroyos, en areas de bajas corrientes y están asociados con una variedad de sustratos, también se presentan en los márgenes de los lagos (Bouchard R. , 2004). Esta especie parece encontrarse sólo por encima de los 1.000 mts. de altura. Respira a través de branquias. Las hembras cargan sus huevos en el abdomen (Dominguez, 1984).</p> <p>Composición trófica: Colectores-Raspadores (Rodríguez, Ospina, & Turizo, 2011).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 9</p> <p>Valor ABI: 10</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 21-4: Familia Nemouridae

| Clase | Insecta | Orden | Plecóptera |
|---|---------|--|------------|
| FAMILIA NEMOURIDAE | | | |
| <p>Descripción: Sus principales características son: testículos grandes, largos e irradiados desde la curva anterior del conducto deferente en forma de estrella; ganglios abdominales reducidos a cinco; el último segmento del palpi labial es grande, redondo y aplanado; la forma y el sitio de inserción de las coxas. Las adultas generalmente son pequeñas mariposas de color marrón que son a menudo de apariencia peluda; a las almohadillas divergen en gran medida desde la línea media. Segmento tarsal 2 mucho más corto que el segmento 1; patas traseras cuando se estira alcanza o superar la punta del abdomen; Labio compacto con tres pequeños. muescas paraglossa no se extiende más allá de glossa; palpos labiales robustas; las branquias pueden estar presentes en el cuello entre el tórax y la cabeza (Bouchard, 2004; Riley, 2004).</p> | | <p>Hábitos: Las ninfas son muy distintivas en ser amplias, generalmente erizadas y con almohadillas de alas divergentes. Ocurren en una gran variedad de arroyos, pero probablemente son más diversos en arroyos más pequeños y en corridas de primavera (Riley, 2004). Son más comunes en pequeñas corrientes de agua fría, pero también se pueden encontrar en ríos más grandes y orillas del lago. Suelen habitar en montones de hojas, raíces y enganches (Bouchard R. , 2004).</p> <p>Composición trófica: Fragmentadores (Bouchard R. , 2004).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 10</p> <p>Valor ABI: 10</p> | |

| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|--|--|---|---|
|  <p>Mapa de registro de la familia Perlidae en Ecuador. Se muestran los puntos de registro: Punto 1 - Cruz del Arenal (Tungurahua), Punto 3 - D. Guaranda (Chimborazo), Punto 4 - A. Chimbo (Chimborazo), Punto 5 - D. Chimbo (Chimborazo) y Punto 7 - Cascajal (Morona Santiago). El mapa incluye las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Bolívar y Morona Santiago.</p> |  <p>2 mm</p> |  <p>2 mm</p> |  <p>2 mm</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 22-4: Familia Perlidae

| Clase | Insecta | Orden | Plecóptera |
|---|--|-------|------------|
| FAMILIA PERLIDAE | | | |
| <p>Descripción: Las ninfas de Perlidae se caracterizan por tener piezas mandibulares de tipo carnívoro, la paraglosa es más larga que la glosa y todos los segmentos torácicos poseen branquias ramificadas en la coxa, algunos géneros poseen además branquias en la región anal. Las patas delanteras son rapaces. Cada uno de los dos ocelos está lo más lejos posible del más cercano. El abdomen termina en dos cercos compuestos por al menos 25-60 segmentos, el tórax está más o menos aplanado dorsoventralmente y dividido en tres placas dorsales fuertemente esclerotizadas.</p> | <p>Hábitos: Los plecópteros viven en ambientes acuáticos con aguas de excelente calidad y muy oxigenada. Su distribución regional depende de factores naturales tales como: temperatura, elevación, tipo de sustrato, caudal, velocidad de corriente, clima y vegetación local, además de factores antrópicos, tales como la alteración o contaminación de su hábitat. En estadio adulto las hembras pueden ovipositar sus huevos de varias maneras; lo pueden hacer en un vuelo veloz sobre el agua dejando caer masas de huevos o dejando caer huevos individuales, aunque algunas especies los</p> | | |

| <p>Posee una cabeza tipo prognata. Los ojos compuestos están bien desarrollados, ocupando gran parte de la porción lateral de la cabeza; los ocelos en posición dorsal pueden ser dos o tres dependiendo el género. Las antenas son largas y multisegmentadas con 50 a 100 segmentos (Gutierrez, 2010).</p> | | <p>adhieren a algún sustrato sumergido. Los adultos viven desde unos pocos días hasta algunas semanas, y suelen ubicarse en la vegetación ribereña (Gutierrez, 2010; Gutierrez P. , 2009).</p> <p>Composición trófica: Predador (Gutierrez, 2010; Gutierrez P. , 2009).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 10</p> <p>Valor ABI: 10</p> | |
|---|--------------|--|---------------|
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
| | | | |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 23-4: Familia Corydalidae

| | | | |
|---|---------|---|-------------|
| Clase | Insecta | Orden | Megalóptera |
| FAMILIA CORYDALIDAE | | | |
| Descripción: Las larvas pueden alcanzar hasta 9cm de longitud en su madurez. Se caracterizan por poseer de 7 a 8 filamentos laterales abdominales. Las larvas de ciertos | | Hábitos: Las larvas del último estadio, cuando están maduras, dejan el agua y construyen la celda pupal con pequeñas partículas de detritos del ambiente, por lo | |





coridálidos poseen racimos de branquias traqueales bajo los filamentos. Además de filamentos laterales y branquias traqueales, las larvas presentan espiráculos para el intercambio gaseoso a partir de aire atmosférico, lo cual les confiere mayor resistencia a la desecación temporal del habitat. Defen, tienen mandíbulas grandes, lo que las hace bastante distintivas. Las larvas más pequeñas se parecen a las de Gyrinidae y otros dos géneros Coleoptera . Se pueden distinguir de estas larvas de escarabajo por la presencia de dos prolongaciones terminales, cada una con dos anzuelos. La pupa de Megaloptera es terrestre; ésta surge de una larva que abandona el medio acuático y no se alimenta, la prepupa, que construye una cámara pupal cerca del agua bajo un substrato como una piedra. La pupa posee mandíbulas conspicuas y funcionales, por lo cual es capaz de morder en su (Contreras & Rosas, 2014; Dewalt & Hilsenhoff, 2010).

general debajo de piedras, madera, etc. no muy lejos del agua. El período prepupal es de cerca de siete días y el pupal varía, de 8–24 días. Las pupas son décticas y exaradas; los adultos, que son de vida corta, generalmente no se alimentan. Ponen los huevos en grupos que forman de una a cinco capas, en la vegetación o piedras próximas al agua. Las larvas recién nacidas caen o se dirigen al agua. Las larvas viven en ambientes lóticos; respiran el oxígeno del aire diluido en el agua por medio de ocho pares de traqueo–branquias abdominales laterales y otra accesoria en grupos pegados a los urómeros I–VII (Costa, *et al.*,2007).

Composición trófica: Predadores (Cover & Bogan, 2015).

Valor IBMWP/Col: 6

Valor ABI: 6

| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|--|--|---|---|
|  |  <div data-bbox="705 1117 873 1157" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |  <div data-bbox="1142 1117 1310 1157" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |  <div data-bbox="1579 1117 1747 1157" style="background-color: #800000; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2 mm</div> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 24-4: Familia Elmidae





| | | | |
|---|---------------------|---|----------------------|
| Clase | Insecta | Orden | Coleóptera |
| FAMILIA ELMIDAE | | | |
| <p>Descripción: En las larvas la longitud antenal es menor que el ancho de la cabeza, el labrum separado de la cápsula de la cabeza por sutura completa mola mandibular ausente. El cuerpo generalmente es alargado, algunos son anchos y planos, el ápice abdominal con opérculo articulado ventralmente que oculta 3 mechones extrusibles de branquias finas y delgadas, 2 ganchos anales en el opérculo, piernas segmentadas, incluyendo garras, su tamaño puede ser de hasta 8 - 10 mm (La Trobe University, s.f.). En los adultos el segmento abdominal terminal es bífido o ligeramente emarginado en la parte posterior y con bordes laterales, cápsula craneal con grupos de 5 ocelos laterales. Noveno segmento abdominal con un opérculo en forma de tapa Esternitos abdominales 1 - 8 a veces sin agallas, cuerpo cilíndrico, subcilíndrico, o fusiforme. La cabeza y las piernas son visibles desde una vista dorsal (University of New Hampshire, 2013)..</p> | | <p>Hábitos: Vive en aguas corrientes, con alto contenido de oxígeno, pero algunas especies pueden encontrarse en aguas estancadas. Se alimentan de algas y detritos. Tienen respiración por medio de plastrón y rara vez salen a la superficie, el ciclo de vida de las larvas es lento (Roldán G. , 1996). Los elmidae tienen tiempos de incubación cortos de 5 a 15 días y el período larvario puede durar de 6 a 36 meses. Elmidae puede tener entre 5 y 8 estadios (University of New Hampshire, 2013).</p> <p>Composición trófica: Raspadores (González, Zúñiga, & Manzo, 2015).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 6</p> <p>Valor ABI: 5</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 25-4: Familia Psephenidae





| Clase | Insecta | Orden | Coleóptera |
|--|---------|---|------------|
| FAMILIA PSEPHENIDAE | | | |
| <p>Descripción: Las larvas tienen forma onisciforme del cuerpo, los márgenes laterales están expandidos en segmentos torácicos y abdominales, la cabeza está oculta dorsalmente. Las agallas traqueales se ven expuestas en varios esternitos abdominales u ocultas bajo un opérculo terminal ventral (Shepard, 2011). Las larvas miden entre 3 y 10 mm de largo, y varían en color desde ámbar pálido hasta casi negro y tienen una forma distintiva. Se aplanan dorso-ventralmente, con expansiones de las placas dorsales que se extienden tan lejos que son oblongas o casi redondas cuando se ven desde arriba: la cabeza y las piernas están completamente cubiertas. Esta forma plana y redonda, más su color marrón, les otorga el nombre de "monedas de agua". Las larvas tienen patas con garras para</p> | | <p>Hábitos: Las larvas se aferran a las rocas en secciones de corrientes y ríos con corrientes o turbulentas, pero también pueden sobrevivir en tramos de agua estancada bien oxigenada. Los adultos son terrestres y crípticos, por lo general permanecen ocultos entre la hojarasca y la vegetación ribereña en las orillas de los arroyos. Las larvas son rozadoras y raspadoras que se alimentan de la biopelícula asociada con las rocas y la madera. Las larvas evitan la luz del día al aferrarse a la parte inferior de las piedras en los arroyos. En condiciones de poca luz y por la noche, se arrastran a las superficies superiores para pastar. Las larvas respiran el oxígeno disuelto en el agua a través de un mechón de agallas anales y pueden respirar el oxígeno atmosférico cuando están fuera del agua (La Trobe University, s.f.).</p> | |

| | | | |
|--|---|---|---|
| aferrarse a las rocas en el agua en movimiento, y masticar las piezas bucales para raspar los alimentos de la roca y otro sustrato duro (Hammond, 2014). | | Composición trófica: Raspadores (Shepard, 2011). | |
| | | Valor IBMWP/Col: 10 | |
| | | Valor ABI: 5 | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|  |  1 mm |  1 mm |  1 mm |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 26-4: Familia Hydropsychidae





| | | | |
|---|---------|---|--------------|
| Clase | Insecta | Orden | Trichopteras |
| FAMILIA HYDROPSYCHIDAE | | | |
| Descripción: Pueden ser reconocidas por la presencia de branquias abdominales ramificadas y un cuerpo recubierto de setas (Álvarez & Guzmán, 2011). No forman verdaderos estuches o refugios móviles, aunque las larvas pueden estar más o menos envueltas de seda, entre piedras y construir redes relativamente grandes, cuyo tamaño aumenta con el tamaño del organismo. Los estuches se construyen fijos sobre las piedras, troncos, ramas u otros sustratos disponibles en ríos y quebradas de todos los tamaños, velocidades y temperaturas. Las larvas tienen los segmentos torácicos esclerotizados, | | Hábitos: Regularmente se localizan en zonas de corrientes rápidas, sustratos rocosos y espacios abiertos con mayor incidencia de luz solar (Álvarez & Guzmán, 2011). Las larvas habitan en arroyos y ríos y los adultos en la vegetación cercana; pueden ser atraído por la luz artificial. Las larvas se alimentan de algas, diatomeas, crustáceos e insectos acuáticos inmaduros que son arrastrados por la corriente hacia sus redes de seda (Iowa State University, 2014). Las hembras | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>branquias ventrolaterales abdominales y torácicas ramificadas y un denso cepillo de setas adyacente a cada uña anal. La cabeza es más o menos aplanada dorsalmente, cuerpo frecuentemente arqueado en forma de C, algunos pelos del abdomen muy ensanchados (Cortolima, 2008).</p> | | <p>adultas ponen huevos bajo el agua en cuerdas unidas a rocas sumergidas u otros objetos. Los huevos están en una matriz de cemento (Brown W. , 2017).</p> <p>Composición trófica: Predadores (Álvarez & Guzmán, 2011).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 5</p> <p>Valor ABI: 5</p> | |
| <p>Mapa de registro</p>  | <p>Vista dorsal</p>  <p>2 mm</p> | <p>Vista ventral</p>  <p>2 mm</p> | <p>Vista lateral</p>  <p>2 mm</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 27-4: Familia Leptoceridae

| | | | |
|--|---------|---|--------------|
| Clase | Insecta | Orden | Trichopteras |
| FAMILIA LEPTOCERIDAE | | | |
| <p>Descripción: Tiene un pronoto y mesonoto esclerotizados y un metanoto membranoso. Su principal carácter de identificación es una antena más larga que todas las demás familias de trichopteras (longitud de al menos 6x de ancho). Hay un género que tiene</p> | | <p>Hábitos: Las larvas de leptocéridos se encuentran en una variedad de hábitats de pantanos o ríos de flujo lento en regiones cálidas para enfriar arroyos alpinos que fluyen rápidamente, incluidas las aguas temporales y lagos salinos. Suelen</p> | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>antenas cortas, pero se identifica fácilmente por el par de líneas curvas oscuras en el mesonoto. Las antenas están situadas en la parte frontal de la cápsula de la cabeza. Las formas y tamaños de estos casos varían considerablemente, Las patas traseras suelen ser largas y el fémur dividido en 2 segmentos, la tibia a menudo dividida en 2 sobre segmentos iguales, presentan branquias con filamentos simples o múltiples (uno muy corto) (University of Minnesota, 2018).</p> | <p>encontrarse en detritos o macrófitos acuáticos. La construcción de la casa generalmente es específica de la especie, sin embargo, el tipo de materiales utilizados puede cambiar a medida que las larvas se desarrollan a través de los estadios, y algunos casos se recopilan con la mitad del material del instar temprano, por ejemplo, granos de arena, y luego se rematan con materiales del instar posterior, por ejemplo, detritus en barra. Generalmente las hembras ponen sus huevos sobre las aguas (Iowa State University, 2014).</p> <p>Composición trófica: Raspadores (Holzenthal, <i>et al.</i>, 2015).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 8</p> <p>Valor ABI: 8</p> | | |
| <p>Mapa de registro</p> | <p>Vista dorsal</p> | <p>Vista ventral</p> | <p>Vista lateral</p> |
|  |  <p>2 mm</p> |  <p>2 mm</p> |  <p>2 mm</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 28-4: Familia Limnephilidae

| | | | |
|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| <p>Clase</p> | <p>Insecta</p> | <p>Orden</p> | <p>Trichopteras</p> |
|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|

FAMILIA LIMNEPHILIDAE

Descripción: Las larvas de la familia Limnephilidae poseen el pronoto enteramente esclerotizado, el mesonoto con un par de escleritos dorsales que ocupan casi toda la superficie dorsal del segundo segmento torácico y el metanoto con seis plaquitas esclerotizadas, excepcionalmente dos. El primer segmento abdominal se presenta con una protuberancia mediodorsal y dos laterales, utilizadas para sujetar el «canuto». Poseen traqueobranquias abdominales, exceptuando las larvas terrestres. Presencia de una placa esclerotizada de posición dorsal en el noveno segmento abdominal. Poseen una envoltura cilíndrica transportable o «canuto», construido con seda y, granos de arena, guijarros, detritus, o fragmentos vegetales (Camargo & García, 1988).

Hábitos: Viven en charcos, lagunas y ríos de las zonas altas, generalmente por encima de los 2000 msnm. Forman estuches tubulares de una gran variedad de materiales, mezclando piedritas y materia orgánica, alcanzando hasta 25 mm (Springer, 2006). Las larvas viven en arroyos, estanques y marismas de movimiento lento. Los adultos descansan en la vegetación cerca de estos hábitats durante el día y vuelan por la noche (pueden sentirse atraídos por las luces) (Iowa State University, 2014).

Composición trófica: Omnívoros (Holzenthal *et al.*, 2015).

Valor IBMWP/Col: 8

Valor ABI: 7

Mapa de registro



Vista dorsal



0,5 mm

Vista ventral



0,5 mm

Vista lateral



0,5 mm

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 29-4: Familia Polycentropodidae

| | | | |
|---|---------------------|--|----------------------|
| Clase | Insecta | Orden | Trichopteras |
| FAMILIA POLYCENTROPODIDAE | | | |
| <p>Descripción: La cabeza con patrones de manchas los distinguen de casi todas demás larvas de tricópteros, no tiene patas modificadas, el primer par de patas no modificadas forman pinzas, Superficie ventral de la cabeza con escleritos post mentales fusionados. Pronoto esclerotizado mientras que el mesonoto y metanoto es membranoso, uña anal bien desarrollada sobre propatas. Larva de vida libre, posee propata con uña anal en forma de gancho. Abdomen sin agallas. Prolongaciones abdominales fuertemente desarrolladas, garras anales grandes. Puede medir de 6 - 18 mm (La Trobe University, s.f; Springer, 2006).</p> | | <p>Hábitos: Se encuentra en América del Sur ampliamente distribuida a lo largo de la Cordillera de los Andes y en Argentina su distribución abarca las provincias del noroeste y centro del país. Las larvas se hallan en ríos de tamaño mediano a pequeño, poco caudalosos, con baja velocidad de corriente, de fondos arenosos y aguas frías y claras (Gil, <i>et al.</i>, 2006). Las larvas no crean casas, pero algunas especies construyen retiros de tubos fijos, con aberturas abocinadas, en rocas y otras especies construyen redes de captura de sedimento sueltas, suspendidas entre dos piedras (La Trobe University, s.f.).</p> <p>Composición trófica: Predadores (Ramos P. , 2008).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 9</p> <p>Valor ABI: 8</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 30-4: Familia Ceratopogonidae

| Clase | Insecta | Orden | Diptera |
|---|---------|--|---------|
| FAMILIA CERATOPOGONIDAE | | | |
| <p>Descripción: Cuerpo adornado con sedas en forma de escamas; también posee protuberancias laterales y dorsales con sedas o escamas; protórax y segmento anal presenta un pseudópodo, o el pseudópodo protorácico puede estar ausente y el pseudópodo caudal representado por algunas garras; formas terrestres, encontradas en excrementos de animales; debajo de corteza de árboles o en algas en el suelo húmedo. Segmento caudal con una corona de sedas cortas alrededor del extremo caudal y sin procesos anales esclerosados; estigmas protorácicos situados en la región dorsal. Cabeza claramente más larga que ancha, poco pigmentada; cuerpo</p> | | <p>Hábitos: Se encuentran típicamente en lugares húmedos que están enriquecidos con contenido orgánico, en ambientes naturales y hábitats artificiales, acuáticos y semiacuáticos tales como pantanos y pantanos de agua dulce, de poca profundidad en los márgenes de estanques, arroyos y ríos, como también en los huecos de árboles u otras cavidades en madera podrida, en manglares, marismas y turberas, estiércol de animal y piscinas interiores altamente alcalinas o salinas. El número de larvas disminuye a medida que</p> | |

| <p>vermiforme, con frecuencia alargado, con sedas largas en el extremo caudal del último segmento abdominal (Guimaraes & De Souza, 2006).</p> | | <p>la profundidad aumenta. Las larvas experimentan migraciones verticales a lo largo del día, posiblemente en relación con la alimentación y / o los cambios en diversos factores como la luz y el calor (Erram, 2016).</p> <p>Composición trófica: Predadores (Ramos P. , 2008).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 3</p> <p>Valor ABI: 4</p> | |
|---|---------------|--|---------------|
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
| | <p>0,5 mm</p> | <p>0,5 mm</p> | <p>0,5 mm</p> |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 31-4: Familia Chironomidae

| | | | |
|--|---------|--|---------|
| Clase | Insecta | Orden | Diptera |
| FAMILIA CHIRONOMIDAE | | | |
| Descripción: No tienen patas verdaderas, pero sí tienen un par de "patas falsas" sin articulaciones en el primer segmento del tórax. La presencia de este par de patas falsas, la | | Hábitos: Distribución amplia en todo tipo de ambientes dulceacuícolas y algunos hábitats semiacuáticos y marinos del mundo. Su presencia contribuye a | |

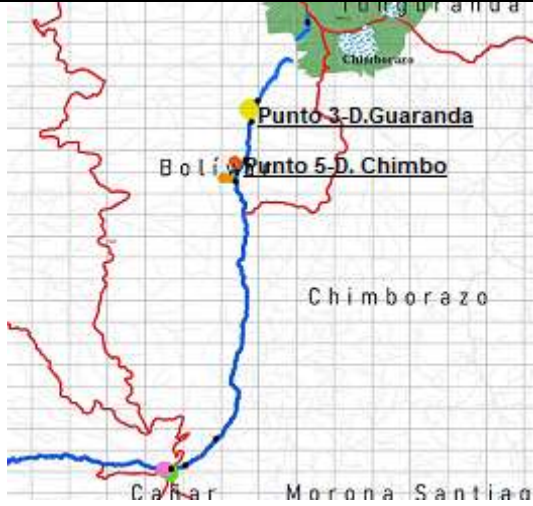



ausencia de verdaderas piernas y la estructura de la cabeza son signos distintivos para la identificación de las larvas de esta familia. El color varía ampliamente entre las larvas; la mayoría son canela o marrón, pero algunos son de color blanquecino y otras de color verde. Cabeza bien diferenciada, quitinizada. Aparato bucal con estructuras de variada complejidad que caracterizan las subfamilias. Cuerpo blando, (de 2 a 20 mm), cilíndrico con setas distribuidas a lo largo de este, presenta, un par de prolongaciones en el primer segmento torácico y un par en el último segmento abdominal. Coloración crema, verde amarilla, y roja en aguas con bajos niveles de oxígeno (CORTOLIMA, 2008).

la buena salud de los ecosistemas, debido a que son consumidores importantes de materia orgánica particulada; detritos, restos en descomposición de plantas, algas y animales, y además, enriquecen la dieta de los peces, crustáceos, odonatos, coleópteros y hemípteros que se alimentan de ellos (Sotelo, *et al.*, 2014).

Composición trófica: Colector-Raspador (Rivera *et al.*, 2013).

Valor IBMWP/Col: 2

Valor ABI: 2

| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |
|--|---|--|--|
|  |  |  |  |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 32-4: Familia Simuliidae





| Clase | Insecta | Orden | Díptera |
|--|---------------------|--|----------------------|
| FAMILIA SIMULIIDAE | | | |
| <p>Descripción: De 5-12 mm de longitud, en su cuarto estadio, tienen un aspecto inconfundible. La forma general del cuerpo de la larva es característica: la cabeza es la región del cuerpo más definida; el tórax y el abdomen están separados solamente por una ligera constricción del cuerpo. El tórax es más ancho que la cabeza y el abdomen es largo y redondeado. Las larvas de los simúlidos no tienen patas. Su forma es constante y muestra tres rasgos principales: un par de largos abanicos cefálicos en la cabeza y dos falsos pies o seudópodos conocidos como propata que le evitará ser arrastrado si se sujetan mediante un hilo de seda a la vegetación, piedras o cualquier otro tipo de sustrato que se encuentre en el cauce. Los abanicos cefálicos son órganos para la alimentación y las propatas son órganos de fijación y locomoción. En el tórax y a cada lado se observan tres pares de discos imaginales o histoblastos, que son estructuras esféricas y transparentes. Las tres manchas superiores encierran los filamentos respiratorios de la pupa, el par de alas y los halterios; debajo de éstos se observan también otras tres manchas que contienen los tres pares de futuras patas (Vitta, 2015).</p> | | <p>Hábitos: Se desarrollan en aguas corrientes muy oxigenadas, debajo de rocas y troncos. Actúan como indicadores de aguas oligotróficas. Los simúlidos habitan tanto el ambiente acuático como terrestre (Arica, 2015). Larvas y pupas viven en su mayoría próximas a la superficie y no más allá de 50 centímetros de profundidad donde la luminosidad del medio acuático es mayor observándose especies a mayor profundidad cuando las aguas son excepcionalmente translúcidas. Los simúlidos son insectos de hábitos predominantemente diurnos. Esto se debe a que las especies necesitan que las aguas reciban luz directa. Cuando los cursos de agua hacen un largo recorrido por lugares sombreados difícilmente se encuentren larvas y pupas de simúlidos (Viita & Pablo, 2014).</p> <p>Composición trófica: Filtradores (Ramos P. , 2008)</p> <p>Valor IBMWP/Col: 8</p> <p>Valor ABI: 5</p> | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral |



Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 33-4: Familia Tabanidae

| Clase | Insecta | Orden | Diptera |
|---|---------|--|---------|
| FAMILIA TABANIDAE | | | |
| <p>Descripción: La larva mide entre 20 y 25 mm de largo máximo; dependiente del grado de estiramiento puede alcanzar 33 hasta 38 mm, por un diámetro máximo de 9 mm. Sin embargo, pueden llegar a medir, hasta 50 mm de largo. Además, presentan una gran cantidad de estadios larvales, dependiendo de la especie. La larva madura es usualmente blanca grisácea, amarilla o verdosa; de cuerpo cilíndrico y elongado terminando en punta en ambos extremos y consiste de una cabeza pequeña y doce segmentos adicionales (Inostroza, 2013). Estigmas posteriores localizados adentro de cisuras de cada lado de un par de trabes verticales o lateralmente asociadas a una espina retráctil; troncos traqueales aproximados entre sí adentro del sifón y del segmento caudal; segmento terminal sin lóbulos o tubérculos; varios o todos los siete segmentos abdominales anteriores con faja circundante de proyecciones que a veces</p> | | <p>Hábitos: Las larvas de muchas especies de tábanos son depredadoras, alimentándose principalmente de cuerpos blandos de larvas, especialmente Tipulidae, chupando los fluidos larvales de insectos, caracoles, crustáceos, gusanos de tierra y otros animales blandos. Otras especies son saprófagas, alimentándose de materia orgánica en descomposición. Las larvas de los tábanos son principalmente acuáticas, encontrándose enterradas en lugares tales como bordes a lo largo de charcas pantanosas, cunetas de caminos y en campos de arroz inundados. Sin embargo algunas especies se encuentran en zonas húmedas, en hojas descompuestas, en lugares barrocos y en áreas pantanosas restringidas (Inostroza, 2013).</p> <p>Composición trófica: Predadores (Ferrú & Fierro, 2015).</p> <p>Valor IBMWP/Col: 5</p> | |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| tienen espículas y sirven como patas falsas; submentón presente (Guimaraes & De Souza, 2006). | | Valor ABI: 4 | | | |
| Mapa de registro | Vista dorsal | Vista ventral | Vista lateral | | |
|  |  |  |  | | |

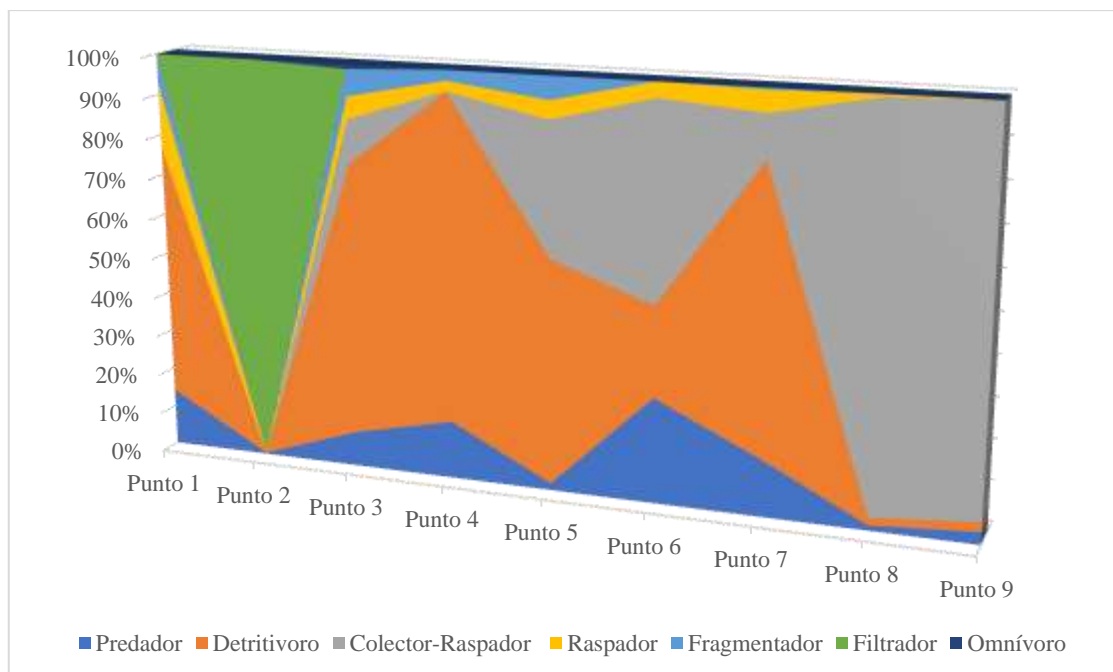
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Tabla 34-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chimbo

| FAMILIA | Grupo trófico Funcional | Punto 1 | Punto 2 | Punto 3 | Punto 4 | Punto 5 | Punto 6 | Punto 7 | Punto 8 | Punto 9 | Total |
|------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Dugesidae | Predador (Hamsky, 2018) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 |
| Tubificidae | Detritivoro (Ferrú & Fierro, 2015) | 1 | 0 | 16 | 21 | 23 | 0 | 5 | 2 | 0 | 68 |
| Haplotaxidae | Detritivoro (Cabrera <i>et al.</i> , 2015) | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| Glossiphoniidae | Detritivoro (Rivera <i>et al.</i> , 2013) | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| Physidae | Colector-Raspador (Rivera <i>et al.</i> , 2013) | 0 | 0 | 1 | 0 | 27 | 13 | 0 | 12 | 20 | 73 |
| Hyallelidae | Colector-Raspador (Macdonald <i>et al.</i> , 2005) | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 1 | 140 | 103 | 274 |
| Baetidae | Raspador (Flowers & De la Rosa, 2010) | 16 | 21 | 2 | 3 | 5 | 0 | 10 | 1 | 0 | 58 |
| Leptophlebiidae | Detritivoro (Bello & Cabrera, 2001) | 70 | 0 | 41 | 75 | 73 | 2 | 143 | 0 | 0 | 404 |
| Tricorythidae | Colector-Raspador (Rodríguez <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 21 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| Nemouridae | Fragmentador (Bouchard R. , 2004) | 8 | 0 | 6 | 3 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 28 |
| Perlidae | Predador (Gutierrez <i>et al.</i> , 2010) | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 |
| Corydalidae | Predador (Cover & Bogan, 2015) | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Elmidae | Raspador (González <i>et al.</i> , 2015) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Psephenidae | Raspador (Shepard, 2011) | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Hydropsychidae | Predador (Álvarez & Guzmán, 2011) | 9 | 5 | 8 | 15 | 1 | 3 | 25 | 0 | 0 | 66 |
| Leptoceridae | Raspador (Holzenthall & Ríos, 2015) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Limnephilidae | Omnívoro (Holzenthall & Ríos, 2015) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Polycentropodidae | Predador (Ramos P. , 2008) | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Ceratopogonidae | Predador (Ramos P. , 2008) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Chironomidae | Colector-Raspador (Rivera <i>et al.</i> , 2013) | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Simuliidae | Filtrador (Ramos P. , 2008) | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Tabanidae | Predador (Ferrú & Fierro, 2015) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Abundancia | | 113 | 46 | 92 | 119 | 177 | 27 | 212 | 158 | 130 | 1074 |
| Riqueza | | 9 | 4 | 10 | 6 | 12 | 6 | 11 | 6 | 4 | 22 |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 11-4: Grupo tróficos en la Cuenca del Río Chimbo

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.2.2 Análisis de la estructura trófica

El análisis de la estructura trófica evidencia algunas señales de irregularidad a lo largo de la cuenca del río Chimbo, en esta línea la primera de las observaciones que se desprenden del análisis de la estructura trófica de la cuenca del Río Chimbo (gráfico 11-3) se refiere al sorprendente predominio de los Colectores-Raspadores (los cuales se alimentan de materia orgánica en suspensión) sobre los demás grupos en el último tramo de la cuenca (Punto 8 y 9 – Tramo Bucay). Su diferencia clara hacia los demás se debe, como se confirmará en el estudio de los índices bióticos y en el análisis de los parámetros físicos-químicos, a un cierto enriquecimiento orgánico en estos puntos, cuyo origen está relacionado con vertidos incontrolados de aguas servidas.

Por otro lado, en los 7 primeros puntos se observa una fuerte presencia de detritívoros que se alimentan de detritos y materia orgánica en descomposición, como consecuencia de los remanentes vegetales, los restos de animales y las excreciones de éstos principalmente, esto debido a las fuertes actividades de sobrepastoreo, ganadería y agricultura evidenciado en estos sectores.

De las 22 familias identificadas, 7 son Predadores, con 4 familias se presentan los Detritívoros, Colectores-Raspadores, y Raspadores; los Filtradores, Fragmentadores y Omnívoros cuentan con una sola familia por cada grupo.

4.3 Analizar cenóticamente los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo

4.3.1 Índices de diversidad

En la tabla 30-3 se adjuntan los valores obtenidos de los índices de diversidad en cada lugar de muestreo.

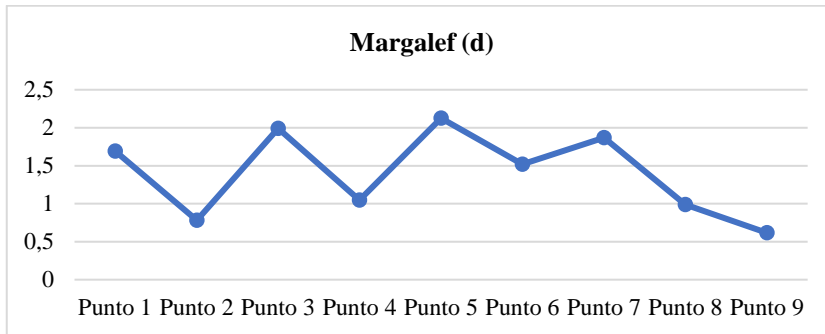
Tabla 35-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chimbo

| Lugar de muestreo | Número de Familias (S) | Número de Individuos (N) | Margalef (d) | Pielou (J)' | Fisher | Shanon (H)' (log10) | Simpson (1-Lambda') |
|-------------------|------------------------|--------------------------|--------------|-------------|--------|---------------------|---------------------|
| Punto 1 | 9 | 113 | 1,692 | 0,5904 | 2,299 | 1,297 | 0,5875 |
| Punto 2 | 4 | 46 | 0,7836 | 0,8504 | 1,053 | 1,179 | 0,6675 |
| Punto 3 | 10 | 92 | 1,99 | 0,7529 | 2,854 | 1,734 | 0,7532 |
| Punto 4 | 6 | 119 | 1,046 | 0,6208 | 1,332 | 1,112 | 0,5589 |
| Punto 5 | 12 | 177 | 2,125 | 0,6914 | 2,909 | 1,718 | 0,7608 |
| Punto 6 | 6 | 27 | 1,517 | 0,8242 | 2,392 | 1,477 | 0,7322 |
| Punto 7 | 11 | 212 | 1,867 | 0,4861 | 2,463 | 1,166 | 0,5207 |
| Punto 8 | 6 | 158 | 0,9876 | 0,2666 | 1,235 | 0,4776 | 0,21 |
| Punto 9 | 4 | 130 | 0,6163 | 0,4808 | 0,7812 | 0,6665 | 0,3498 |

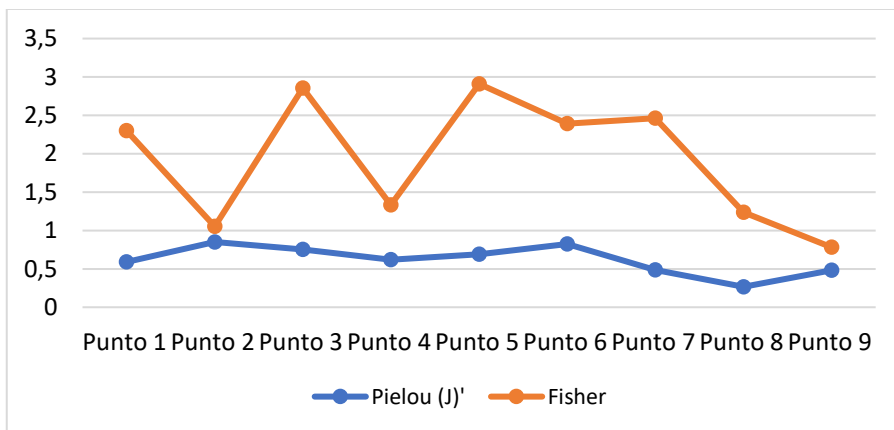
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

El índice de diversidad aplicado en 9 puntos de la cuenca del río Chimbo muestra que en el índice de Margalef, todos los puntos de muestreo a excepción del punto 5 (2,12), tienen una diversidad baja al presentar valores inferiores a dos (gráfico 12-3). Los valores del índice de Pielou, indica que en los 6 primeros puntos la abundancia de las familias en la zona de muestreo va de medianamente alta a alta, por lo tanto existe dominancia de uno o varios grupos pero no es tan marcada respecto de los demás, mientras que en los 3 últimos puntos (7,8,9) la abundancia de las familias en la zona de muestreo es inequitativa, por lo tanto existe una distribución desigual de todas las familias en el número de sus individuos lo que refleja la dominancia de un grupo, en este caso la familia Leptophlebiidae en el Punto 7 y la familia Hyalellidae en los Puntos 8 y 9, los resultados del índice de Pielou y del índice de Fisher pese a tener los mismos rangos de medición no están totalmente de acuerdo, ya que este último presenta valores muy altos por lo que se interpreta que ninguna Familia es claramente dominante en ningún punto (gráfico 13-3). El índice de Shannon muestran valores inferiores a 2 en todos los puntos esto quiere decir que existe una alta probabilidad de encontrar un representante de la misma familia, si tomamos dos individuos al azar de un ecosistema, lo que expresa una baja diversidad (gráfico 14-3), mientras que el índice de dominancia de Simpson presenta valores cercanos a 1 en todos los puntos a excepción del punto 8 y 9, lo que significa que en todos los puntos a excepción de los 2 último (8 y 9) hay una probabilidad medianamente alta y alta de que si tomamos dos individuos al azar en el sitio de

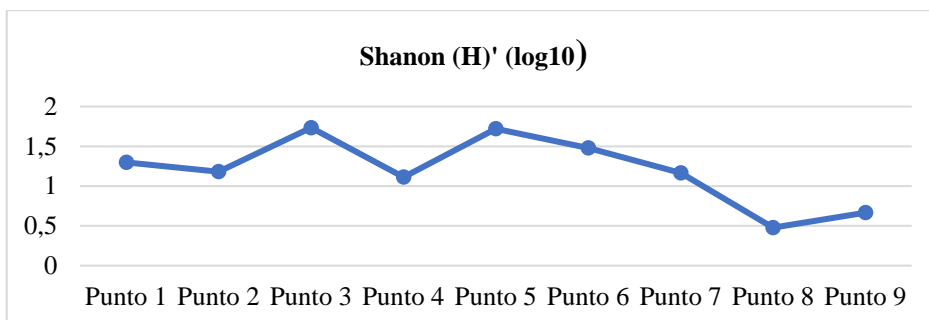
muestreo estos no sean de la misma familia, lo que se interpreta como una alta diversidad (gráfico 15-3).



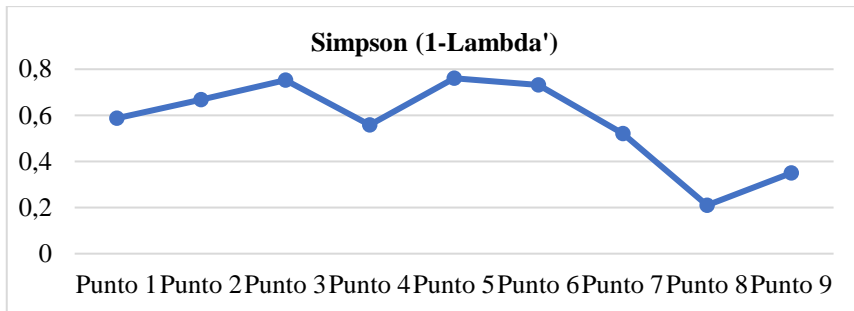
Gráfica 12-4: Variación de la diversidad de Margalef en cada uno de los puntos de muestreo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 13-4: Variación de la diversidad de Pielou y Fisher en cada uno de los puntos de muestreo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 14-4: Variación de la diversidad de Shanon en cada uno de los puntos de muestreo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 15-4: Variación de la diversidad de Shannon en cada uno de los puntos de muestreo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.3.2 Análisis de similitud de Bray – Curtis

En el dendrograma de similitud faunística semi cuantitativa, que agrupa las estaciones de muestreo en función de la abundancia de individuos (figura 5-3), el valor del índice de Bray-Curtis es siempre superior al 10 %. En las agrupaciones obtenidas se observan dos grupos de similitud en los que se incluyen los 5 primeros puntos de muestreo más el punto 7 correspondientes a la cabecera y parte final de la cuenca (Punto 1, 2,3,4,5,7) y los últimos puntos (Punto 8 y 9) más el punto 6 ubicados al final de la cuenca.

En el dendrograma de similitud cualitativa, que agrupa las estaciones de muestreo en función de la presencia y ausencia de individuos (figura 6-3), el valor del índice de Bray-Curtis es siempre superior al 20 %. En las agrupaciones obtenidas se observan dos grupos de similitud en los que se incluyen los 7 primeros puntos de muestreo correspondientes a la cabecera de la cuenca (Punto 1, 2,3,4,5,6 y 7) y los últimos puntos (Punto 8 y 9) ubicados al final de la cuenca.

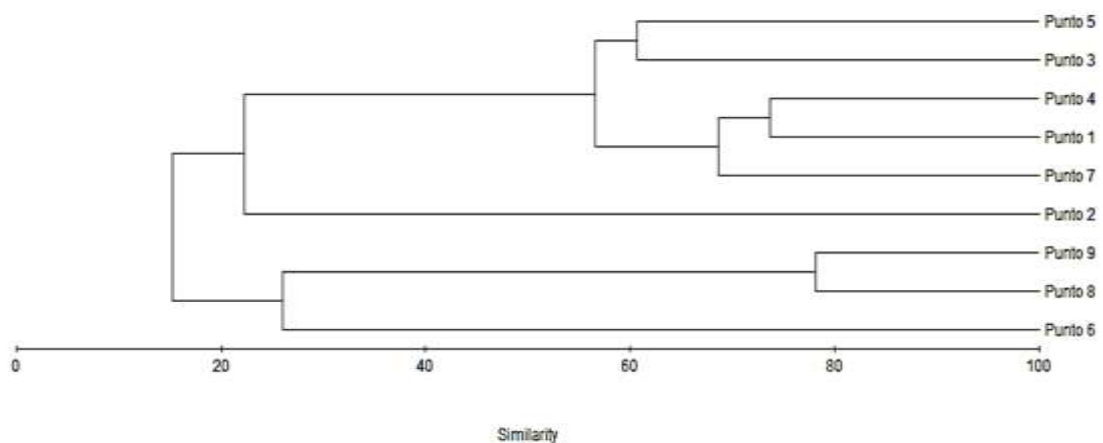


Figura 2-4: Dendrograma de similitud faunística semi cuantitativa entre los puntos de muestreo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

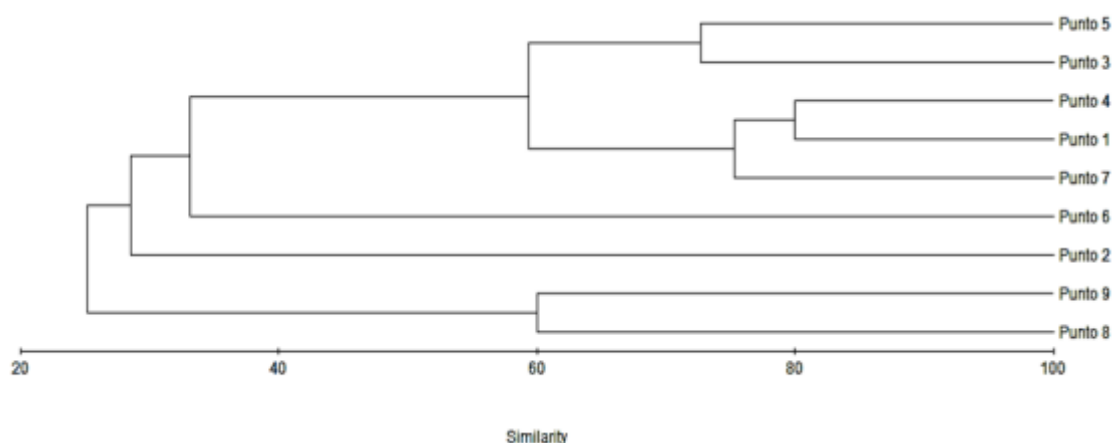


Figura 3-4: Dendrograma de similitud cualitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.3.3 Índices bióticos

En la tabla 31-3 se adjuntan los valores obtenidos de los índices bióticos en cada punto de muestreo donde se muestran variaciones mínimas en los valores por cada índice pero notorias por cada lugar muestreado (gráfico 16-3), es así que los puntos 1, 5 y 7 presentan los valores más altos (55-75) en todos los índices aplicados, por lo que se interpreta que en estos puntos las aguas son de calidad aceptable y/o buena; en contraste a esto el punto 2 más los últimos dos puntos (Punto 8 y 9) éstos ubicados en la parte final de la cuenca, lucen los valores más bajos (<22) en todos los índices aplicados, lo que se interpreta como una agua de calidad mala y muy mala o crítica o muy crítica, esto puede deberse a que estos puntos se encuentran muy cercanos a la población donde se observó desecho de basura y aguas residuales no tratadas, lo que afecta a la biodiversidad acuática.

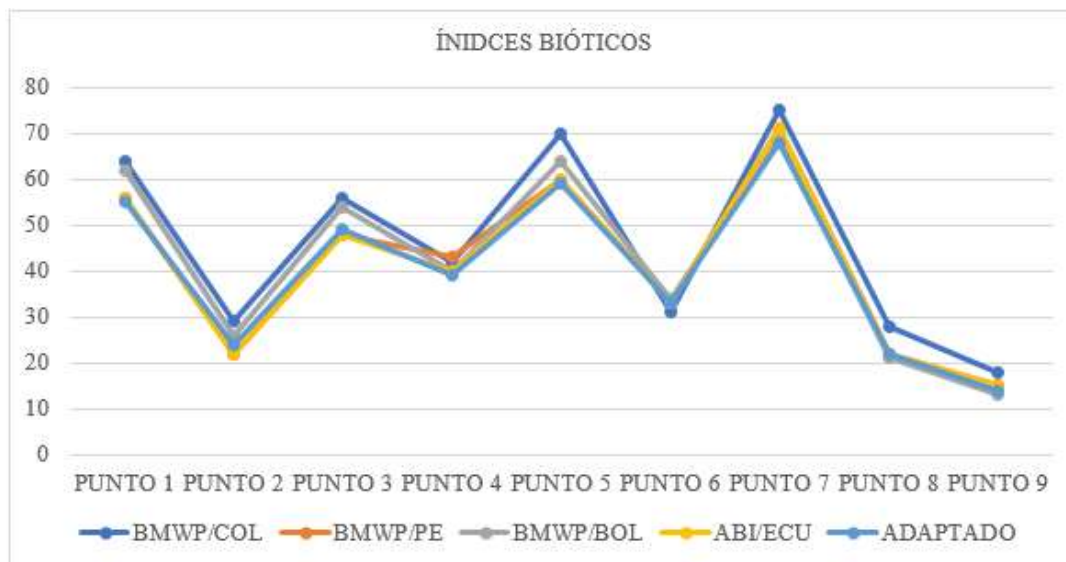
En un promedio general, la cuenca del río Chimbo presenta una mala y muy mala calidad biológica del agua.

Tabla 36-4: Valores de los Índices Bióticos en cada punto de muestreo de la cuenca de Río Chimbo

| SITIO | BMWP/COL | | BMWP/PE | | BMWP/BOL | | ABI/ECU | | ADAPTADO | |
|---------|----------|------------|---------|------------|----------|------------|---------|---------|----------|---------|
| PUNTO 1 | 64 | Acceptable | 56 | Regular | 62 | Acceptable | 56 | Regular | 55 | Regular |
| PUNTO 2 | 29 | Crítica | 22 | Mala | 26 | Crítica | 22 | Malo | 24 | Malo |
| PUNTO 3 | 56 | Dudosa | 48 | Regular | 54 | Dudosa | 48 | Regular | 49 | Regular |
| PUNTO 4 | 42 | Dudosa | 43 | Regular | 40 | Dudosa | 40 | Regular | 39 | Regular |
| PUNTO 5 | 70 | Acceptable | 60 | Regular | 64 | Acceptable | 60 | Bueno | 59 | Regular |
| PUNTO 6 | 31 | Crítica | 33 | Mala | 34 | Crítica | 33 | Malo | 33 | Malo |
| PUNTO 7 | 75 | Acceptable | 71 | Acceptable | 69 | Acceptable | 71 | Bueno | 68 | Bueno |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|----|---------|----|---------|----|-------------|----|---------|----|----------|
| PUNTO 8 | 28 | Crítica | 22 | Mala | 21 | Crítica | 22 | Malo | 22 | Malo |
| PUNTO 9 | 18 | Crítica | 15 | Pésima | 13 | Muy crítica | 15 | Malo | 14 | Muy malo |
| TOTAL | 46 | Dudoso | 41 | Regular | 43 | Dudoso | 41 | Regular | 40 | Regular |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019



Gráfica 16-4: Representación de los valores obtenidos de los Índices Bióticos en todos los puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

En el dendrograma de similitud que agrupa los puntos de muestreo en función del índice BMWP/Col (figura 7-3), el valor de su similitud es siempre superior al 75% reflejando claramente 2 agrupaciones con las situaciones descritas anteriormente, se resalta la mayor similitud entre los puntos 2 y 8 al presentar valores muy bajos.

En el dendrograma de similitud que agrupa los puntos de muestreo en función del índice BMWP/Pe (figura 8-3), el valor de su similitud es siempre superior al 75% reflejando claramente 2 agrupaciones con las situaciones descritas anteriormente, se destaca el 100% de similitud entre los puntos 2 y 8 al presentar valores muy bajos.

En el dendrograma de similitud que agrupa los puntos de muestreo en función del índice BMWP/Bol (figura 9-3), el valor de su similitud es siempre superior al 70% reflejando claramente 3 agrupaciones donde se observa que el punto 9 se separa claramente del resto de puntos al poseer valores muchos más bajos. Cabe recalcar que la mayor similitud se presenta entre los puntos 1 y 5 al tener los valores más altos en este Índice.

En el dendrograma de similitud que agrupa los puntos de muestreo en función del índice ABI/Ecu (figura 10-3), el valor de su similitud es siempre superior al 75% reflejando claramente 2 agrupaciones con las situaciones descritas anteriormente, se destaca el 100% de similitud entre los puntos 2 y 8 al presentar valores muy bajos.

En el dendrograma de similitud que agrupa los puntos de muestreo en función del índice Adaptado (figura 11-3), el valor de su similitud es siempre superior al 70% reflejando claramente 3 agrupaciones donde se observa que el punto 9 se separa claramente del resto al poseer valores muchos más bajos. Cabe recalcar que la mayor similitud se presenta entre los puntos 1 y 5 al tener los valores más altos en este Índice.

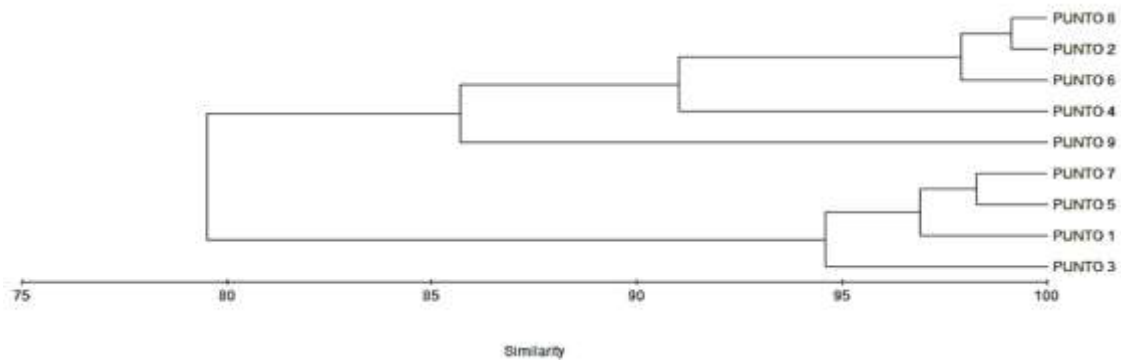


Figura 4-1: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Col de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

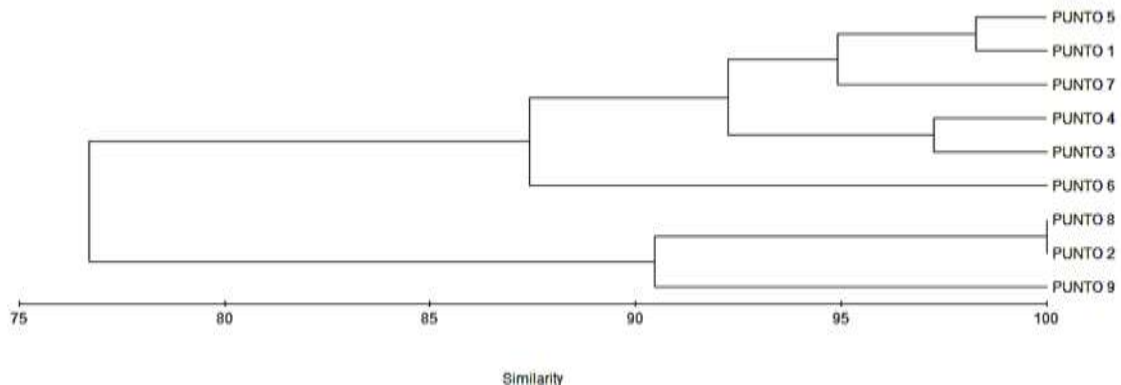


Figura 5-4: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Pe de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

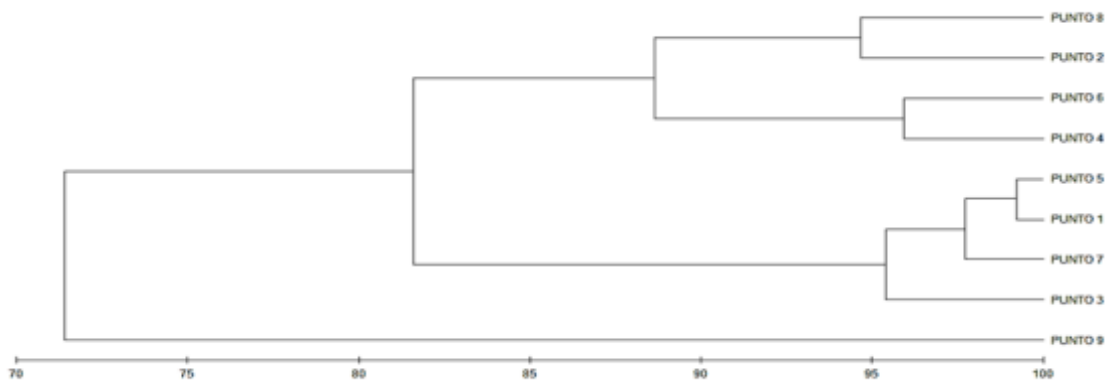


Figura 6-4: Dendrograma de similitud del índice BMWP/Bol de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

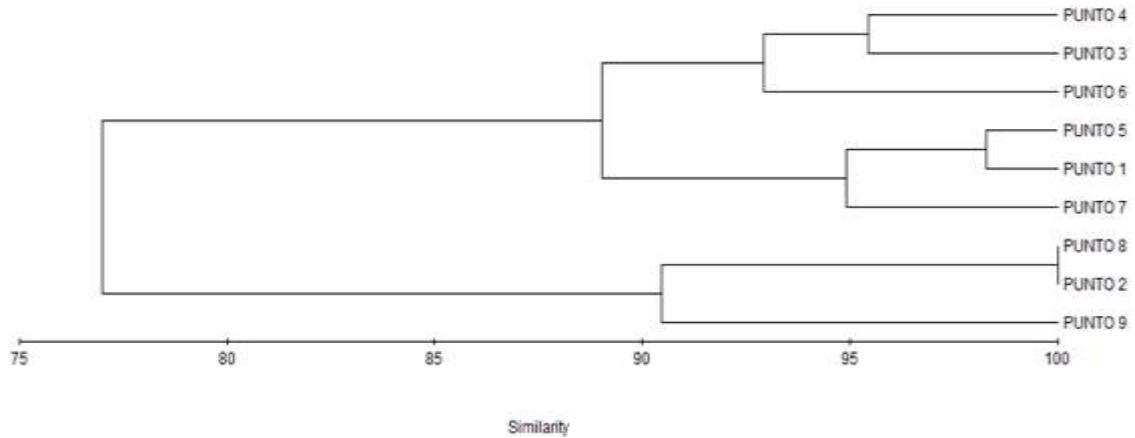


Figura 7-4: Dendrograma de similitud del índice ABI/Ecu de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

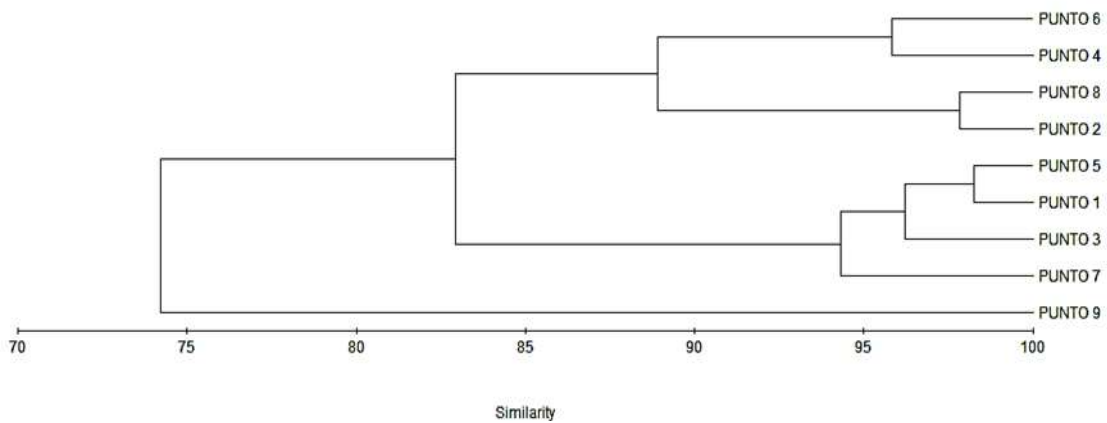


Figura 8-4: Dendrograma de similitud del índice Adaptado de los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chimbo
Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.3.4 Análisis físico – químicos

La tabla 32-3 muestra los resultados fisicoquímicos analizados en el Laboratorio (LASA-QUITO) comparados con los límites permisibles para consumo de agua y preservación de vida silvestre según el TULSMA, emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015). En relación a los límites permisibles para consumo humano todos los parámetros están dentro de este rango a excepción del Amonio y DBO5 en los 3 puntos muestreados y DQO en los puntos de Cruz del Arenal y Guaranda que sobrepasan claramente los límites. En cuanto a los límites permisibles para la preservación de vida silvestre se muestran que todos los parámetros están dentro de los rangos establecido por el TULSMA a excepción del Oxígeno Disuelto que sobrepasa lo estimado en los puntos muestreados de Guaranda y Chimbo.

Tabla 37-4: Comparación de los resultados de los análisis físico - químicos con los límites permisibles establecidos por el TULSMA (2015)

| PARÁMETROS | Unidades | Cruz del Arenal | Guaranda | Bucay | Límites permisibles para | |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------------------|---------------|
| | | | | | Consumo humano | Vida acuática |
| PH | | 7 | 6 | 6 | 6 - 9 | 6.5-9 |
| Temperatura | C° | 9 | 18 | 19 | - | - |
| Amonio | mg/l | 1,38 | 0,66 | 0,18 | 0.05 | - |
| Calcio | mg/l | 22,10 | 24,76 | 26,29 | - | - |
| Conductividad | uS/cm | 191,60 | 209,00 | 188,00 | - | - |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/l | 3,00 | 9,15 | 2,98 | <2 | 20 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/l | 17,31 | 20,77 | 3,46 | <4 | 40 |
| Turbidez | UTN | 7,2 | 7,9 | 9,7 | 100 | - |
| Dureza total | Mg CaCO ₃ /l | 85,55 | 94,10 | 94,10 | | - |
| Fósforo total | mg/l | 0,245 | 0,075 | 0,12 | - | - |
| Magnesio | mg/l | 7,40 | 7,86 | 6,93 | - | - |
| N-Nitratos | mg/l | 1,10 | 1,00 | 0,70 | 50,00 | 13 |
| N-Nitritos | mg/l | 0,004 | 0,15 | 0,02 | 0,2 | 0,2 |
| Coliformes | NMP/100ml | 103 | 120 | 150 | 1000 | - |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 4,67 | 1,35 | 6,96 | - | > 6mg/l |
| Oxígeno Disuelto | % | 75,00 | 21,80 | 112,80 | - | > 80% |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/l | 4,00 | 25,00 | 28,00 | - | 1000 |
| Sulfatos | mg/l | 9,60 | 1,30 | 12,10 | 500,00 | - |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.3.5 Índice de calidad del agua

La tabla 33-3, presenta los valores del ICA-NSF(1970) donde muestra que la calidad del agua es BUENA en los puntos de Cruz del Arenal y Bucay presentando valores superiores a 70, estos 2 puntos están ubicados al principio y al final de la cuenca del río Chimbo respectivamente, por otro lado el punto que se encuentra en la mitad de la cuenca, presenta una calidad MEDIA al tener valores inferiores a 70, esto puede deberse a que el lugar donde se tomó la muestra presentaba claros signos de contaminación por desechos de aguas servidas. En promedio general las aguas de la cuenca del río Chimbo se presenta con una calidad BUENA, con un valor de 72/100.

Tabla 38-4: Resultados del ICA-NSF (1970) en 3 puntos de la cuenca del Río Chimbo

| PARÁMETROS | UNIDADES | MUESTRA CRUZ DEL ARENAL | ICA | PESO | VALOR TOTAL | MUESTRA GUARANDA | ICA | PESO | VALOR TOTAL | MUESTRA BUCAY | ICA | PESO | VALOR TOTAL | | | | |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------------|-------|------|----------------|---------------------|-------|------|----------------|------------------|--------|-----------|----------------|--|--|--|-------|
| PH | | 7 | 88 | 0,11 | 9,68 | 6 | 55 | 0,11 | 6,05 | 6 | 55 | 0,11 | 6,05 | | | | |
| CAMBIO DE TEMPERATURA | C° | 4 | 77 | 0,1 | 7,7 | 1 | 89 | 0,1 | 8,9 | 3 | 81 | 0,1 | 8,1 | | | | |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/l | 3,00 | 67,00 | 0,11 | 7,37 | 9,15 | 38 | 0,11 | 4,18 | 2,98 | 80 | 0,11 | 8,8 | | | | |
| TURBIDEZ | UTN | 7,2 | 82 | 0,08 | 6,56 | 7,9 | 82 | 0,08 | 6,56 | 9,7 | 78 | 0,08 | 6,24 | | | | |
| FÓSFORO TOTAL | mg/l | 0,245 | 100 | 0,1 | 10 | 0,075 | 100 | 0,1 | 10 | 0,12 | 100,00 | 0,1 | 10 | | | | |
| N-NITRATOS | mg/l | 1,10 | 96,00 | 0,10 | 9,6 | 1,00 | 96,00 | 0,10 | 9,6 | 0,70 | 97,00 | 0,10 | 9,7 | | | | |
| COLIFORMES | <i>UFC/100ml</i> | 103 | 44 | 0,16 | 7,04 | 120 | 42 | 0,16 | 6,72 | 150 | 40 | 0,16 | 6,4 | | | | |
| OXÍGENO DISUELTO | % | 75,00 | 81,00 | 0,17 | 13,77 | 21,80 | 13,00 | 0,17 | 2,21 | 112,80 | 95,00 | 0,17 | 16,15 | | | | |
| SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | mg/l | 4,00 | 80,00 | 0,07 | 5,6 | 25,00 | 84,00 | 0,07 | 5,88 | 28,00 | 84,00 | 0,07 | 5,88 | | | | |
| ICA TOTAL | | | | | 77 | ICA TOTAL | | | | | 60 | ICA TOTAL | | | | | 77 |
| CALIDAD | | | | | BUENA | CALIDAD | | | | | MEDIA | CALIDAD | | | | | BUENA |
| ICA TOTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHIMBO | | | | | 72 | CALIDAD | | | | | BUENA | | | | | | |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

4.4 Diseñar propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo

Para la consecución de este propósito y antes de empezar con el diagnóstico dividiremos los 9 puntos en 3 tramos de modo que los tenemos de la siguiente forma:

Tramo Cruz del Arenal: Punto 1 (Cruz de Arenal).

Tramo Guaranda: Punto 2 (antes de Guaranda), Punto 3 (después de Guaranda).

Tramo Bucay: Punto 4 (antes de San José de Chimbo), Punto 5 (después de San José de Chimbo), Punto 6 (después de San Miguel), Punto 7 (Cascajal), Punto 8 (La Victoria), Punto 9 (Puente Bucay- Cumandá).

4.4.1 Diagnóstico

A partir de los resultados obtenidos a través de los diferentes análisis bióticos y abióticos realizados previamente se procede a hacer un diagnóstico del estado del agua y los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chimbo a través de los siguientes parámetros:

4.4.1.1 Análisis de los resultados

1) Estructura trófica

Según la figura VII-14 y su análisis, los puntos 8 y 9 (Tramo Bucay), cuentan con gran presencia de macroinvertebrados del grupo de recolectores-raspadores los cuales se alimentan de materia orgánica, lo que evidencia que este tramo está alterado por el vertedero de aguas servidas a la cuenca, realizado por sus poblados aledaños.

2) Índice de biodiversidad

El índice de Margalef muestra que todos los puntos de muestreo a excepción del punto 5 tienen una diversidad baja. El Índice de Pielou indica que los puntos 7, 8, 9 (parte final del Tramo Bucay) tienen una familia dominante, lo que indica y ratifica una baja diversidad, de acuerdo a Shannon, a lo largo de la cuenca hay una alta probabilidad de que, si tomamos dos individuos, los 2 pueden ser de la misma especie, a esto concuerda el índice de Simpson y enfatiza esta probabilidad particularmente en los puntos 8 y 9 (parte final del tramo Bucay), lo que evidencia una baja diversidad en la cuenca y especialmente en el tramo final.

3) Prueba de Bray Curtis

A través de la prueba de similitud semi cuantitativa y cualitativa de Bray Curtis (figura VII-19) (figura VII-20), se evidenció la semejanza acérrima que tiene los 2 últimos puntos de la Cuenca

(Punto 8 y 9- parte final Tramo Bucay), dándose a notar así la similares condiciones ambientales e hídricas que poseen.

4) Índices biológicos de calidad del agua

Según los índices Biológicos de calidad de agua (IBMWP/Col, IBMWP/Bol, ABI/Per, ABI/Ecu, Adaptado) se determinó la calidad de agua, pero para su respectiva comparación con los análisis físico - químicos se los dividió por tramos y se promedió su resultado para tener un solo resultado por tramo.

Tabla 39-4: Índices Biológicos por tramos en la cuenca del río Chimbo

| ÍNDICES BIÓTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO CHIMBO | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------------|-----------|--------------|----|---------------|----|----------------|----|----------------|----|
| TRAMO | PUNTO | BMWP/COL | | ABI/PE | | BMWP/BOL | | ABI/ECU | | ADAPTADO | |
| CRUZ DEL ARENAL | PUNTO1 | 64 | 64 | 56 | 56 | 62 | 62 | 56 | 62 | 55 | 55 |
| | PUNTO 2 | 29 | 43 | 22 | 35 | 26 | 40 | 22 | 35 | 24 | 37 |
| GUARANDA | PUNTO 3 | 56 | | 48 | | 54 | | 48 | | 49 | |
| BUCAY | PUNTO 4 | 42 | 44 | 43 | 41 | 40 | 40 | 40 | 40 | 39 | 39 |
| | PUNTO 5 | 70 | | 60 | | 64 | | 60 | | 59 | |
| | PUNTO6 | 31 | | 33 | | 34 | | 33 | | 33 | |
| | PUNTO7 | 75 | | 71 | | 69 | | 71 | | 68 | |
| | PUNTO8 | 28 | | 22 | | 21 | | 22 | | 22 | |
| | PUNTO9 | 18 | | 15 | | 13 | | 15 | | 14 | |
| Total | | 50 | | 44 | | 47 | | 46 | | 44 | |
| Significancia | | DUDOSO | | BUENO | | DUDOSO | | REGULAR | | REGULAR | |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

Como se muestra en la tabla 34-3, podemos identificar que todos los tramos se encuentran con una calidad de agua que va desde Dudosa-Regular a Buena (ABI/Per), lo que nos invita según este parámetro a trabajar en un plan de manejo en todos los puntos y tramos de la cuenca del río Chimbo.

5) Índice de calidad de agua (parámetros físico – químicos)

Según la tabla VII-33 la calidad de agua a través del análisis físico químicos en el tramo Guaranda y Bucay es Buena, sin embargo, en el Tramo San Miguel la calidad de agua es Media, esto debido a que en el lugar al momento de la recolección de muestras de agua, presentaba claros signos de desechos de aguas servidas.

6) Análisis comparativos entre todos los índices de calidad de agua (biológicos y físico - químicos)

Tabla 40-4: Índices de calidad de Agua

| ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO CHIMBO | | | | | | |
|--|----------|--------|----------|---------|----------|---------|
| TRAMO | BMWP/COL | ABI/PE | BMWP/BOL | ABI/ECU | ADAPTADO | ICA-NFS |
| CRUZ DEL ARENAL | 64 | 56 | 62 | 62 | 55 | 77 |
| GUARANDA | 43 | 35 | 40 | 35 | 37 | 60 |
| BUCAY | 44 | 41 | 40 | 40 | 39 | 77 |
| Total | 50 | 44 | 47 | 46 | 44 | 72 |
| Significancia | DUDOSO | BUENO | DUDOSO | REGULAR | REGULAR | BUENA |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

En la tabla 35-3 se muestran valores muy bajos de calidad de agua a través de los parámetros biológicos (macroinvertebrados) en todos los tramos, sin embargo, se muestra todo lo contrario a través de los parámetros físicos y químicos.

7) Análisis componentes físico – químicos

En base a la tabla 32-3 se puede expresar que: el valor de pH en todos los tramos es neutro y cercano a neutro, la temperatura varía de forma bastante parecida tanto en el ambiente como en el agua, el Oxígeno Disuelto se ve bajo en niveles bajo de lo permisible en los tramos de Cruz del Arenal y muy bajo en Guaranda, lo que dificulta la vida acuática en estos sectores. Los valores del Amonio se ven elevados por encima de lo permisible en todos los tramos lo que evidencia de forma clara un síntoma de contaminación agrícola y urbana. El Calcio al igual que el Magnesio que en conjunto conforman la Dureza Total, muestran valores similares en los 3 tramos sin mayor alteración lo que indica su regular cantidad de sales en el agua, así mismo se presenta la Conductividad, aunque se ve un ligero aumento en la parte inicial del tramo Bucay, lo que indica que existen más minerales y le da un valor alto al agua en este sector. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) muestra a los tramos estudiados fuera de los límites establecidos para agua de consumo humano, sin embargo, para la vida acuática no presenta problemas sus valores, de la misma forma se presentan los valores de Demanda Química de Oxígeno, siendo permisible para consumo humano el tramo de Bucay. El análisis de Coliformes Fecales se muestra según el TULSMA que es permisible para todos los usos, sin embargo, se debe destacar la cantidad considerable de Coliformes fecales (NMP/100ml) en los tres tramos, lo que demuestra conspicuamente que la cuenca sirve de vertedero de aguas servidas de los poblados aledaños. Por otro lado, los valores de Fósforo Total, Turbidez, N-Nitratos, Sólidos Totales Suspendedos y Sulfatos muestran variaciones en todos los tramos, pero con valores bajos en relación a su límite máximo permisible.

De este modo se concluye que todos los tramos se ven alterados con los siguientes parámetros: el Amonio muestra que la cuenca se ve afectada con la agricultura desmedida, y el urbanismo, con la alta presencia de coliformes fecales, se demuestra que las cuencas son usadas como vertederos

de aguas servidas; los altos valores del Oxígeno Disuelto, DQO y DBO5 demuestran el alto grado de contaminación del río por actividades antrópicas. Sin embargo, según los límites permisibles para la vida acuática, el tramo Bucay es el único que mantiene todos sus valores bajo lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

4.4.1.2 Puntos alterados

A pesar de todos los análisis realizados a través de los diferentes parámetros, no hay un resultado conciso que pueda definir solo un tramo más afectado de la cuenca del río Chimbo, esto debido a que las formas de evaluación de cada parámetro son distintas, sin embargo, en todos los tramos y evaluaciones se ven alteraciones tanto en la vida acuática como en el recurso hídrico. Por lo tal, se toma en cuenta a todos los tramos, desde el páramo hasta la cuenca baja del río Chimbo, para la realización de el Plan de Manejo Ambiental donde se buscará la conservación de los macroinvertebrados.

4.4.1.3 Problemas

Disminución de la biodiversidad (fauna) a lo largo de la cuenca, destrucción paulatina del páramo, deforestación, disminución del caudal de agua en el río, vertientes y quebradas, poca conciencia por parte de los habitantes de la comunidad sobre la importancia del ambiente, erosión genética de semillas de plantas nativas cultivadas, forestales y medicinales, manejo inadecuado de residuos plásticos, contaminación y sedimentación del río, desechos de aguas servidas a la cuenca del río Chimbo.

4.4.2 Plan de manejo ambiental de la cuenca del río Chimbo

Tabla 41-4: Plan de manejo Ambiental de la cuenca del río Chimbo

| Programas | Proyectos | Actividades | Actores | Recursos | Tiempo |
|--|--|---|--|-------------|----------|
| Programas de conservación de los Recursos Hídricos y su biodiversidad. | Capacitación a las comunidades y poblados aledaños a la cuenca, para la conservación del recurso hídrico y su biodiversidad. | Talleres para informar y capacitar a los habitantes de los poblados cercanos a la cuenca del río Chimbo, sobre los beneficios, e importancia de la conservación del recurso hídrico y su biodiversidad. | SENAGUA MAE GAD's Provinciales GAD's Parroquiales | \$2.000,00 | 3 meses |
| | | Socialización de las leyes y reglamentos, que tratan sobre la conservación de los recursos hídricos. | | | |
| Mejorar el uso del agua y su calidad. | | Proteger el glaciar del Chimborazo, con la implementación de un plan de monitoreo en la zona de estudio. | SENAGUA MAE GAD's Provinciales GAD's Parroquiales | \$15.000,00 | 12 meses |
| | | Elaborar un programa de saneamiento de aguas negras y servidas. | | | |
| | | Implementar plantas de tratamiento de descontaminación del agua mediante la creación de pantanos artificiales y piscinas de depuración natural de aguas residuales con plantas acuáticas como lechuguin, juncos y lirio acuático. | | | |

| | | | | |
|---|--|--|-------------------|----------------|
| | <p>Cercado o franjas de protección de las vertientes de agua de acuerdo a la norma de protección de bosques andinos (Art. 5), para evitar el ingreso de animales de ganado vacuno (vacas), ovino (ovejas) y vicuñas.</p> | | | |
| | <p>Implementación de un canal de desviación de agua para bebedero de animales vacuno y ovino.</p> | | | |
| <p>Control del uso de agroquímicos y evitar el drenaje directo a las vertientes o ríos de la microcuenca.</p> | <p>Capacitación a los agricultores sobre los peligros a la salud por el mal manejo de plaguicidas y productos químicos tóxicos para el ambiente.</p> | <p>SENAGUA MAE GAD's Provinciales GAD's Parroquiales</p> | <p>\$3.000,00</p> | <p>3 meses</p> |
| | <p>Talleres sobre el reglamento de uso y aplicación de plaguicidas y código de la salud y ley para la prevención y control de la contaminación ambiental.</p> | | | |
| | <p>Prohibir la aplicación de agroquímicos dentro de una franja de 30 metros, medidos en ambos casos desde la orilla del cuerpo de agua.</p> | | | |
| | <p>Capacitación a los comuneros acerca del uso de alternativas de pesticidas de origen orgánico, y control biológico de plagas.</p> | | | |

| | | | | | |
|---------------------|---|--|--|------------|---------|
| | Manejo y disposición de residuos orgánicos | <p>Capacitar a las comunidades inmersas en el área de estudio sobre el manejo y disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Implementar sitios de acopio de desechos inorgánicos que no pueden ser reciclados en lugares donde ingresan los vehículos recolectores.</p> <p>Capacitación a los agricultores y comuneros en el manejo de compostajes.</p> <p>Creación de compostas orgánicas en predios de las casas comunales o familias interesadas.</p> | <p>SENAGUA MAE GAD's Provinciales GAD's Parroquiales</p> | \$4.000,00 | 5 meses |
| Educación Ambiental | Orientar y capacitar a los maestros con orientación en educación ambiental. | <p>Diseñar un programa de capacitación ambiental con la realización de talleres dirigidas a los maestros.</p> <p>Crear acuerdos de apoyo con entidades relacionadas a procesos de educación ambiental.</p> <p>Elaborar un nuevo currículo escolar que incluya materia de educación ambiental con el apoyo de autoridades educativas, comunidades, organizaciones. (Capacitación en técnica y enfoque ambiental y material de estudio).</p> | <p>SENAGUA MAE Ministerio de Educación GAD's Provinciales GAD's Parroquiales</p> | \$5.000,00 | 6 meses |

| | | | | |
|--|---|--|-------------------|----------------|
| <p>Involucrar a niños, niñas y adolescentes, motivados en temas de educación ambiental.</p> | <p>Realización de talleres de educación ambiental que contengan temas de: Importancia de los páramos, vertientes y ríos, para el uso sustentable del agua. Conservación de las cuencas hidrográficas. Valores y funciones de las cuencas hidrográficas. Búsqueda de alternativas y soluciones de los problemas ambientales en los recursos naturales.</p> | <p>SENAGUA MAE Ministerio de Educación GAD's Provinciales GAD's Parroquiales</p> | <p>\$5.000,00</p> | <p>6 meses</p> |
| | <p>Realizar con los maestros un programa de capacitación dirigido a los niños, niñas y adolescentes que contengan actividades prácticas para reforzar los conocimientos adquiridos.</p> | | | |
| | <p>Crear acuerdos de apoyo con las instituciones educativas y las entidades relacionadas a procesos de Gestión Ambiental.</p> | | | |
| <p>Formar clubes ecológicos con niños, niñas y jóvenes, orientado sus actividades hacia la protección y conservación de la naturaleza.</p> | <p>Organizar a los niños, niñas, y jóvenes interesados en agruparse para contribuir a la conservación y protección de la naturaleza.</p> | <p>SENAGUA MAE Ministerio de Educación GAD's Provinciales</p> | <p>\$2.000,00</p> | <p>3 meses</p> |
| | <p>Apoyar las actividades que estos clubes realicen a favor de la conservación y protección de la naturaleza.</p> | | | |

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|------------|---------|
| | | | GAD's Parroquiales | | |
| Programa de Monitoreo | Realizar un seguimiento a la ejecución de los proyectos y actividades del Plan de Manejo Ambiental. | A partir de los datos obtenidos de la microcuenca, pueden ser usados en el monitoreo de las acciones propuestas, cuya evaluación puede ser cuantitativa y cualitativa. | SENAGUA MAE GAD's Provinciales | \$4.000,00 | 6 meses |
| | | Emitir informes periódicos sobre los resultados de las actividades de monitoreo y especificar las condiciones que han mejorado o deteriorado, con el fin de mantener o buscar otras acciones. | GAD's Parroquiales | | |
| | Identificar los cambios en el recurso hídrico a partir de la implementación del plan de manejo ambiental. | Evaluar el estado y la efectividad de las acciones de las actividades de manejo ambiental, identificando las principales dificultades y éxitos logrados por los encargados o presidentes de las comunidades. | SENAGUA MAE GAD's Provinciales GAD's Parroquiales | \$3.000,00 | 6 meses |

Realizado por: Vallejo Henry, 2019

CONCLUSIONES

La diversidad de macroinvertebrados recolectados en cada uno de los puntos de estudio a lo largo de la cuenca del río Chimbo, se debe a las características altitudinales y al grado de intervención antrópica que posee cada punto dentro de cada tramo establecido, sin embargo se denota una diferencia en el último tramo (Bucay) específicamente en los puntos 8 y 9 (La Victoria y Puente Bucay-Cumandá), donde se muestra una gran abundancia de macroinvertebrados pero un paupérrimo valor en su riqueza lo que evidencia una baja diversidad biológica. Esta baja diversidad se vio reflejada a través de los índices de biodiversidad (Margalef, Pielou, Shannon, Fisher, Simpson), donde en términos generales en todos los índices de diversidad alfa que se aplicaron, los resultados dieron diversidad baja en todos los puntos y por consiguiente en todos los tramos.

La composición trófica de los 9 puntos estudiados a lo largo de la cuenca está marcada por la gran presencia del grupo de los colectores-raspadores y detritívoros, los cuales de una u otra forma dependen principalmente de la materia orgánica para su subsistencia, lo que evidencia claramente la intervención antrópica por actividades agropecuarias y el problema de los desechos de aguas servidas en la zona urbana en la cuenca del río Chimbo.

Los resultados de los parámetros físico - químicos según el TULSMA indica que, en la mayoría de sus parámetros analizados, el agua esta apta para la conservación de la vida acuática, pero no para consumo humano. Por otro lado, según el ICA-NFS, utilizando solo 9 de los 18 parámetros físico - químicos analizados, el agua está dentro de los parámetros permisibles para ser utilizada para consumo humano y conservación de la vida acuática a lo largo de la cuenca del río Chimbo.

La calidad de agua determinada mediante parámetros biológicos es preocupante a lo largo de la cuenca del río Chimbo, debido a que presenta valores muy bajos de calidad de agua, dando una significancia de calidad en todos los tramos y los Índices analizados de Dudosa-Regular.

La propuesta para la conservación de macroinvertebrados en la cuenca del río Chimbo se estableció en base a los problemas diagnosticados en cada tramo: la fuerte actividad agropecuaria en la zona rural y el despreciable desecho de aguas servidas en la zona urbana, bajo esta problemática se planteó un Plan de Manejo Ambiental para la cuenca del río Chimbo con los siguientes programas: Programa de conservación de los recurso hídricos y su biodiversidad; Programa de educación ambiental; Programa de monitoreo del Plan de Manejo Ambiental.

RECOMENDACIONES

Desarrollar y socializar las investigaciones sobre calidad del agua a través de la recolección de macroinvertebrados, debido a que en Ecuador es muy escasa la información y no se posee una guía ni metodología propia, esto permitirá avanzar con la identificación de los macroinvertebrados hasta llegar al nivel de especie para saber con exactitud su grupo trófico funcional, y así posteriormente realizar una red trófica de macroinvertebrados de la cuenca del río Chimbo.

Realizar monitoreos a través de parámetros físico - químicos y biológicos a lo largo de todo un año en la cuenca, para obtener información más clara y precisa, y de este modo tener un panorama más amplio sobre la ausencia y presencia de macroinvertebrados en cada tramo de estudio.

Crear nuevas metodologías para la comparación de índices biológicos y fisicoquímicos, para una mejor comprensión y conclusión de sus evaluaciones.

Hacer una investigación exhaustiva a todas las vertientes que abastecen al río Chimbo, de manera que se pueda identificar y solucionar de raíz los posibles problemas que presentase.

Socializar los resultados obtenidos con las poblaciones involucradas con la cuenca del Río chimbo como también comunicar a las autoridades competentes para que desarrollen planes estratégicos que ellos vieran factibles realizarlos o tomen en cuenta de inmediato la propuesta de conservación planteada para el bien de este recurso y su población.

GLOSARIO

Macroinvertebrado: Término dedicado para describir a animales invertebrados tales como insectos, crustáceos, moluscos y anélidos entre otros, los cuales habitan principalmente sistemas de agua dulce. (Turizo, 2018)

Conductividad: Evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (cuenca). La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro (Goyenola, 2007).

Biodiversidad: Se denomina así a la variabilidad genética entre especies que viven en un lugar determinado donde estan incluidos los organismos vivos de ecosistemas terrestres marinos y demas sistemas acuaticos. (Najera, 2010)

Parámetro: Un parámetro es un indicativo para lograr evaluar o valorar una situación particular. A partir de un parámetro, una determinada circunstancia puede ser entendida o colocada en perspectiva (Yirda, 2018). Un parámetro estadístico es un número que resume la ingente cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística. El cálculo de este número está bien definido, usualmente mediante una fórmula aritmética obtenida a partir de datos de la población (Martinez & Marí, s.f.).

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, Ricardo; et al. *Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo*. 2, La Habana : s.n., 2017, Ingeniería Hidráulica&Ambiental, Vol. 38, págs. 59-72.

ACOSTA, Raul; et al. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA)&su aplicación a dos cuencas en Ecuador&Perú. *Riosandes*. [En línea] 2009. [Consulta: 9 de Mayo de 2020.] Disponible en: [http://www.ub.edu/riosandes/docs/Limnetica%2028\(1\)%2004%20Acosta.pdf](http://www.ub.edu/riosandes/docs/Limnetica%2028(1)%2004%20Acosta.pdf).

ÁEZ, Alejandrina; & URDANETA, Joheni. *Manejo de residuos sólidos en América Latina&el Caribe*. S 3, 2014, Omnia, Vol. 20, págs. 121-135.

AGENCIA NACIONAL DE AGUAS DE BRASIL. Planeamiento&gestión de aguas. *Governo Federal Brasil*. [En línea] 2013. [Consulta: 10 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/83/2/Unidade_1.pdf.

AGUAMARKET. [En línea] 04 de 2018. [Consulta: 12 de 04 de 2019.] Disponible en: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=738>.

AGUDELO, Ruth. *El agua, recurso estratégico del siglo XXI*. 1, Medellín : s.n., 2005, Revista Facultad Nacional de Salud Pública, Vol. 23, págs. 91-102.

AGUIRRE, Ermel. Hidrografía Ecuatoriana. *Edupedia*. [En línea] 2016. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/hidrografia-ecuatoriana>.

AGUIRRE, Jorge. Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay. *dspace.ups.edu.ec*. [En línea] Diciembre de 2011. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1197/14/UPS-CT002208.pdf>.

ALBA, Javier; et al. Los macroinvertebrados acuáticos. *MEDPACS*. [En línea] s.f. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://medpacs.ugr.es/index.php?q=es/evaluacion/macroinvertebrados>.

ALBIACH, Benjamín. Calidad de Agua. *www.agroambient.gva.es*. [En línea] s.f. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicacion/es/ciclo_del_agua/cicag/2/2_1_0/index.html.

Alomía, José; et al. *Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenta alta del río Huallaca, Perú*. 1, Lima : s.n., 2017, The Biologist (Lima), Vol. XV, págs. 65-84.

ALONSO, A&CAMARGO. *Estado actual&perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles*. 3, 2005, Ecosistemas, Vol. XIV, págs. 87-99.

ÁLVAREZ, Emilio. *Comparación metodológica de sistemas de evaluación de la calidad biológica del agua*. Santiago de Compostela, España : s.n., 2007.

ÁLVAREZ, Emilio. *Comparación metodológica de sistemas de evaluación de la calidad biológica del agua*. Santiago de Compostela, España : s.n., Septiembre de 2007.

ÁLVAREZ, Jesús; et al. *Calidad Integral del Agua Superficial en la Cuenca Hidrológica del Río Amajac*. 6, La Serena : s.n., 2008, Información Tecnológica, Vol. 19, págs. 21-32.

AMADO, Jesús; et al. *Análisis de la calidad del agua en la lagunas de Bustillos & de los Mexicanos (Chihuahua, México)*. 62, Murcia : s.n., 2016, Papeles de Geografía, Vol. I, págs. 107-118.

ANZIL, Federico. Recursos Naturales . *zonaeconómica.com*. [En línea] 2006. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.zonaeconomica.com/definicion/recursos-naturales>.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Vigésima primera. Washington, DC : Water Environment Federation, 2005. págs. 5-72.

Aquae Fundación. Estadísticas sobre el agua a nivel mundial 2017. *Aquae Fundación*. [En línea] 2017. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/estadisticas-agua-nivel-mundial-2017/>.

ARANGO, Álvaro. *Crisis mundial del agua*. 2, Caldas : s.n., 2013, Producción + Limpia, Vol. 8, págs. 1-3.

ARANGO, María; et al. *Calidad del agua de las quebradas la cristalina & la risaralda, san luis, Antioquia*. 2008, Revista de la Escuela de Ingeniería Antioquia, Vol. 9, págs. 121-141.

ARENAS, Marc. Clasificación & Filogenia. *All you need is Biology*. [En línea] 2015. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/concepto-morfologico-especie/>.

ARISTIZABAL, Angela. Bioindicadores. *in*. [En línea] 2016. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/AngelaAristizabal5/bioindicadores-62481512>.

ARMENDARIZ, Laura. *Ciclo de vida de dero (aulophorus) costatus marcus, 1944 (tubificidae, oligochaeta) en un cuerpo de agua con vegetación flotante en los talas, Argentina*. 1, Concepción : s.n., Junio de 2008, Gayana (Concepción), Vol. 72, págs. 23-30.

ARMENDÁRIZ, Laura. *Ciclo de vida de dero (aulophorus) costatus marcus, 1944 (tubificidae, oligochaeta) en un cuerpo de agua con vegetación flotante en los talas, Argentina*. 1, Concepción : s.n., Junio de 2008, Scielo, Vol. 72, pág. 4.

AROCA, Ricaro. *¿Qué es estructura?* Madrid : AQUPM, 2008.

AVILÉS, Efrain. Río Chimbo. *Enciclopedia del Ecuador* [En línea] 2009. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/rio-chimbo/>.

AYÉN, Francisco. Hidrografía & ríos de España. *Profesor de Historia, Geografía & Arte*. [En línea] 2016. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.profesorfrancisco.es/2009/11/hidrografia-y-rios.html>.

BALVANERA, Paul. *Los servicios ecosistémicos*. Mexico : Biodiversitas, 2011.

Baque, Renato, & otros, & otros. *Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador*. 20, Quevedo : s.n., Septiembre de 2016, Revista Ciencia UNEMI, Vol. IX, págs. 109-117.

Barlow, Maude. La protección del agua: diez principios. *POLIS Revista Latinoamericana*. [En línea] 2006. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://journals.openedition.org/polis/5072>.

BECERRIL, Carlos; et al. Researchgate. [En línea] 30 de Diciembre de 2010. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285678553_Estructura_trofica_de_la_comunidad_de_artropodos_asociados_a_Muhlenbergia_robusta_Poaceae_en_dos_temporadas_contrastantes.

Behar, Roberto; et al. Análisis&Valoración del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la NSF: Caso Río Cálí&Meléndez. *Bibliotecadigital.univalle.edu.co*. [En línea] 1997. [Consulta: 15 de Junio de 2019.] Disponible en: file:///C:/Users/HP/Downloads/inymce_v1_n1_a2.pdf.

Bello, Carlos; & Cabrera, María. *Alimentación ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera)*. 3, San José : s.n., Diciembre de 2001, Revista de Biología Tropical, Vol. 49, págs. 56-71.

BELMONTE, Angela. Clasificación de los ecosistemas . *unprofesor*. [En línea] 2019. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/clasificacion-de-los-ecosistemas-3570.html#anchor_1.

BELTRÁN, Sandy. Los ríos&sus partes. *eduteka*. [En línea] 2010. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/3547>.

Bembow, Me. Annelida, Oligochaeta&Polychaeta. *ScienceDirect*. [En línea] 2009. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tubificidae>.

BENAVIDES, Holger. ¿Qué son los recursos hídricos&cuales son los principales en el Ecuador? *DIALOGUEMOS*. [En línea] 2019. Disponible en: <https://dialoguemos.ec/2019/05/que-son-los-recursos-hidricos-y-cuales-son-los-principales-del-ecuador/>.

Bernal, Leonora; et al. *Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada paloblanco de la cuenca del río Otún (risaralda, Colombia)*. 2, Bogotá : s.n., 11 de Enero de 2015, Acta Biológica Colombiana, Vol. XI, págs. 45-59.

BIDAULT, Océane. ¿Qué factores determinan la calidad del agua? *Waterlogic.es*. [En línea] 28 de Junio de 2016. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>.

BOUCHARD, R. Ephemeroptera. *University of Minnesota*. [En línea] 2004. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://dep.wv.gov/WWE/getinvolved/sos/Documents/Benthic/UMW/Ephemeroptera.pdf>.

BOUCHARD, William. *Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest*. Minnesota : Regents of the University of Minnesota, 2004.

BRICEÑO, Khaterine. Índice de Simpson: Fórmula, interpretación&ejemplo. *lefeder*. [En línea] 2018. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.lifeder.com/indice-simpson/>.

BRIÑEZ, Karol; et al. *Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima*. 2, Antioquia : s.n., 2012, Revista Facultad Nacional de Salud Pública, Vol. 30, págs. 175-182.

BROOKS, Scott. Characteristics and Natural History of Dolichopodidae s.str. *North American Dipterists Society*. [En línea] 15 de Noviembre de 2005. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www.nadsdiptera.org/Doid/Dolichar/Dolichar.htm>.

BROWN, Kenneth&LYDEARD, Charles. Mollusca. *ScienceDirect*. [En línea] 2010. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lymnaeidae>.

BROWN, W. Introducción a la familia de las caddisfly Hydropsychidae. *www.gunnisoninsects.org*. [En línea] 7 de Enero de 2017. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: https://www.gunnisoninsects.org/trichoptera/hydropsychidae_intro.html.

BULLÓN, Víctor. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, Chanchamayo. *Repositorio.uncp.edu.pe*. [En línea] 2016. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/Bull%C3%B3n%20Alcala.pdf?sequence=1>.

BUSTAMANTE, Ángel; et al. *Percepción de la contaminación del Río Tlapaneco por la población ribereña*. 1, Texcoco : s.n., 2016, Agricultura, sociedad&desarrollo, Vol. 13, págs. 47-62.

BUSTAMANTE, Diana. *Escenario de cambio climático a nivel de subcuencas hidrográficas para el año 2050 de la provincia de Chimborazo- Ecuador*. 2, Riobamba : s.n., 2017, La Granja Revista de Ciencias de la Vida, Vol. 26.

CABRERA, Jacqueline. Determinación de la calidad del agua en los sitios de recreación turística: diques de mera, shell&pambay de la provincia de Pastaza (trabajo de Titulación) (Ingeniería en Ecoturismo). ESPOCH-FRN, Riobamba- Ecuador. 2019 pp. 56-67.

CAMARGAO, Julio&GARCÍA, Diego. Principales características morfológicas de los géneros ibéricos de la familia Limnephilidae (Trichoptera), en sus últimos estadios larvarios. *www.entomologica.es*. [En línea] 1988. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/402.pdf>.

CARAMELLO, Nubia; & SAURÍ, David. *El río: un protagonista oculto en el diálogo de las aguas*. 3, Fortaleza : s.n., 2016, Mercator , Vol. 15, págs. 107-126.

CARBOTECNIA. www.carbotecnia.info. [En línea] 03 de 10 de 2014. [Consulta: 12 de 09 de 2010.] Disponible en: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>.

CARDONA, Alex. Organismos descomponedores . *Ecología Verde*. [En línea] 2018. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/cuales-son-los-seres-vivos-descomponedores-ejemplos-1363.html>.

CARRERA, Carlos; & FIERRO, Karol. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *www.flacsoandes.edu.ec*. [En línea] 2001. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>.

CARRERA, Carlos; & FIERRO, Karol. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. *Flacsoandes*. [En línea] 2001. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>.

CARRERA, Carlos; & FIERRO, Karol. *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.* [ed.] Otto Zambrano. Primera. Quito : EcoCiencia, 2001. págs. 30-33.

CARRERA, Carlos; & FIERRO, Karol. www.flacsoandes.edu.ec. [En línea] 2001. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>.

CARVAJAL, Edison. Análisis integral de la calidad de agua del río Ambato, mediante la utilización de indicadores biológicos, complementados con variables físico-químicas, para la generación de propuestas de gestión. *Escuela Politécnica Nacional.* [En línea] 2017. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16996/3/CD-7573.pdf>.

CASTAÑEDA, Carolina. Estructura trófica. [En línea] 20 de 09 de 2018. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://troficaecosistema.blogspot.com/>.

CASTAÑEDA, Sonia. ¿Que es la Biodiversidad? *Fundación Biodiversidad.* [En línea] 2017. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://fundacion-biodiversidad.es/es/que-hacemos/que-es-la-biodiversidad>.

CEPAL. La contaminación de los ríos & sus efectos en las áreas costeras & el mar. *CEPAL.* [En línea] 2002. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6411-la-contaminacion-rios-sus-efectos-areas-costeras-mar>.

CHIBINDA, Cecilia; et al. *Caracterización por métodos físico-químicos & evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera.* 2, Santiago de Cuba : s.n., Agosto de 2017, Revista Cubana de Química, Vol. XXIX, págs. 303-321.

COLVIN, Jorge. Estructura trófica. <http://www.mincetur.gob.pe>. [En línea] Enero de 2012. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: http://www.mincetur.gob.pe/TURISMO/Producto_turistico/Fit/fit/Guias/Amazonas.pdf.

Confederación Hidrográfica del Ebro. Guía de campo. *Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro.* Zaragoza, Zaragoza, España : Cemeyká, Enero de 2009. pág. 26.

Consejo Nacional de Recursos Hídricos. División hidrográfica del Ecuador. <http://intranet.comunidadandina.org>. [En línea] 2002. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_EMAB_IX_dt%203_Ax2.pdf.

CONTRERAS, Atilano; & ROSAS, María. *Biodiversidad de Megaloptera & Raphidioptera en México.* 1, México D. F. : s.n., 2014, Revista Mexicana de Biodiversidad, Vol. 85, págs. 257-263.

COOTAD. CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL., <http://servicios.agricultura.gob.ec>. [En línea] 2018 de Febrero de 2018. [Consulta: 31 de Enero de 2019.] Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2018/Abril%202018/literal%20a2/COOTAD.pdf>.

Córdoba, María; et al. *Agua&Salud humana*. 3, Buenos Aires : s.n., Diciembre de 2010, Química Viva, Vol. IX, págs. 105-119.

CORTÉS, Jordi. El Agua en el Mundo: Cooperación&Conflicto. *www.solidaritat.ub.edu*. [En línea] 2014. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>.

Cortolima. Apéndice 2.10. Fichas macroinvertebrados acuáticos. *www.cortolima.gov.co*. [En línea] 2008. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf.

COSCARÓN, Sixto; & COSCARÓN, Cecilia. *Aquatic Biodiversity in Latin America*. [ed.] Joachim Adis,&otros,&otros. s.l. : PENSOFT Publishers, 2007. Vol. 3.

COSTA, Cleide; et al. Megalóptera. *sea-entomologia.org*. [En línea] 2007. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://sea-entomologia.org/Publicaciones/M3M/InsectosInmaduros/InsectosInmaduros.htm>.

COSTAS, G. Ciencia Biológica. *Concepto de especie*. [En línea] 2014. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://cienciaybiologia.com/concepto-de-especie/>.

COVER, Matthew; & BOGAN, Michael. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. *ScienceDirect*. [En línea] 2015. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123850263/thorp-and-covichs-freshwater-invertebrates#book-description>.

CUBILLOS, María; & ROZO, Diego. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Universidad de la Salle*. [En línea] 27 de Noviembre de 2012. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260>.

CUMMINGS, Kevin; & GRAF, Daniel. Sphaeriidae. *ScienceDirect*. [En línea] 2015. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/sphaeriidae>.

CUMMINS, Kenneth; et al. *The use of invertebrate funtional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil*. 1, Chicago : s.n., Abril de 2005, Estudios on Neotropical Fauna and Enviroment, Vol. XL, págs. 69-89.

CURVELO, Desireé. Población, Parámetro, Muestra, Estadístico. *Estadísticas Básicas*. [En línea] 18 de Julio de 2010. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://desireestadisticasbasicas.blogspot.com/2010/07/poblacion-parametro-muestra-estadistico.html>.

DE LA FUENTE, Santiago. Números índice. *Universidad Autónoma de Madrid*. [En línea] 2013. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas2013/indices-teoria.pdf>.

DE LOS RÍOS, Patricio; et al. *Distributional patterns of the South American species of Hyalella (Amphipoda: Hyalellidae)*. 2, Concepción : s.n., 2012, Gayana (Concepc.), Vol. 76, págs. 153-161.

Deguate.com. Ecosistemas Guatemala. *deguate.com*. [En línea] 2005. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: http://www.deguate.com/artman/publish/ecologia_ecosistemas/Estructura_Tr_fica_202.shtml.

DEL VALLE, Javier. *El agua, un recurso cada vez más estratégico*. 186, 2017, Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE), Vol. I, págs. 71-118.

DELGADO, Elio. Hablemos correctamente: indicador, índice, parámetro. . *acn (Agencia Cubana de Noticias)*. [En línea] 2017. Disponible en: <http://www.acn.cu/hablemos-correctamente/27003-hablemos-correctamente-indicador-indice-y-parametro>.

Departamento de Salud de Dakota del Norte. Orden Ephemeroptera - Las pequeñas moscas de los Minnow. *www.waterbugkey.vcsu.edu*. [En línea] s.f. Disponible en: [Consulta: 22 de Julio de 2019.] <https://www.waterbugkey.vcsu.edu/php/familydetail.php?idnum=8&f=Baetidae&ls=larvae>.

DEWALT, Edward; & HILSENHOFF, William. Diversidad&clasificación de insectos&collembola. *ScienceDirect*. [En línea] 2010. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/corydalidae>.

DÍAZ, Carlos. Agua potable para comunidades rurales, reuso&tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. *bvsde.paho.org*. [En línea] 2003. [Consulta: 13 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>.

DOMBECK, Mike. El Agua&sus Recursos Hídricos. <https://www.fs.usda.gov>. [En línea] s.f. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf.

DOMINGUEZ, Eduardo. Dos especies nuevas del genero h4plohyphes allen. *biotaxa.org*. [En línea] 1984. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://biotaxa.org/RSEA/article/download/36952/31687>.

DOMÍNGUEZ, Eduardo; et al. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos . *Universidad Nacional de Tucumán* . [En línea] 2001. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.]Disponible en: <http://www.insecta.bio.spbu.ru/z/pdf/DominguezHubbardPescadorMolineri2001p17.pdf>.

EBURRES. Folleto Informativo. *www.waterboards.ca.gov*. [En línea] 2015. [Consulta: 13 de 05 de 2019.] Disponible en: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3310sp.pdf.

ENCALDA, Andrea; et al. *Protocolo Simplificado&Guia de Evaluación de la calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S)*. Quito : FONAG, 2011. pág. 83.

ENDARA, Alexandra. *Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu&Pindo Grande; determinación de su calidad de agua*. 2, Diciembre de 2012, Enfoque UTE, Vol. III, págs. 33-41.

ERRAM, Dinesh. Characterization of the larval habitat of culicoides sonorensis (diptera: ceratopogonidae) with emphasis on the significance of animal manure and the associated bacterial community. *www.core.ac.uk*. [En línea] 2016. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33382008.pdf>.

ESCUADERO, Javer. www.zaragoza.es. www.zaragoza.es. [En línea] 12 de 01 de 2009. [Consulta: 19 de 03 de 2018.] Disponible en: <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/materialesdidacticos/otros/guia-macroinvertebrados.pdf>.

FACSA. [En línea] 23 de 01 de 2017. [Consulta: 11 de 09 de 2019.] Disponible en: <https://www.facsa.com/la-dureza-del-agua/>.

Facsa. La dureza del agua. **FACSA.** [En línea] Febrero de 2016. [Consulta: 6 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>.

FAEDIS. Conceptos básicos de los inventarios. <http://virtual.umng.edu.co>. [En línea] 2014. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/contabilidad_general/unidad_4/DM.pdf.

Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación&Dietética. *Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010.* 1, Madrid : s.n., Febrero de 2011, Nutrición Hospitalaria, Vol. XXVI, págs. 27-36.

FERNÁNDEZ, Alicia. *El agua: un recurso esencial.* 3, Buenos Aires : s.n., 16 de Octubre de 2014, Química Viva, Vol. XI, págs. 147-170.

FERNÁNDEZ, Fernando; et al. *Especie. Procesos&concepto en evolución.* [En línea] 1995. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica_sistematica2/Especies%20es%20o%20son.pdf.

FERRÚ, Marcos; & FIERRO, Pablo. *Estructura de macroinvertebrados acuáticos&grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta, desierto de Atacama, Arica&Parinacota, Chile.* 4, Iquique : s.n., Septiembre de 2015, IDESIA, Vol. 33, págs. 47-54.

FLOREIRO, Julian. *Macroinvertebrados bentónicos&su relación con la calidad del.* repository.javeriana.edu.co. [En línea] Noviembre de 2017. [Consulta: 29 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/ForeroDuarteJulian2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Folleto Informativo. www.waterboards.ca.gov. [En línea] [Consulta: 13 de 05 de 2019.] Disponible en: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3310sp.pdf.

Food and Agriculture Organization. *Recursos hídricos superficiales&subterráneos.* <http://www.fao.org>. [En línea] 2016. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/ECU-WR_eng.stm.

FORERO, Adriana; & REINOSO, Gladys. *Evaluación de la calidad del agua del río opia (tolima-colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos&parámetros fisicoquímicos.* 2, Tolima : s.n., 2013, Caldasia, Vol. 35, págs. 371-378.

Forrero, Adriana; & Reinoso, Gladys. *Evaluación de la calidad del agua del río Opia (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos & parámetros Físico-químicos.* 2, Tolima : s.n., 2013, Caldasia, Vol. XXXV, págs. 371-387.

FUERTE, Diana. *Sustentabilidad & la gestión del recurso agua en México: una revisión histórica.* 40, Mexico D. F. : s.n., 2019, Economía & sociedad, Vol. 23, págs. 13-27.

GADMA. Actualización del plan de desarrollo & ordenamiento territorial. *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Ambato.* [En línea] 2015. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PDOT-Ambato-07-06-2016.pdf>.

GALINDO, Edwin. *ESTADÍSTICA Métodos & Aplicaciones.* Quito : Prociencia Editores, 2011. págs. 268-273.

GARCÍA, Gabriela; & CANTÚ, Pedro. *Escenario del agua en Mexico .* 30, México D. F. : s.n., Febrero de 2009, Recursos Hídricos, Vol. VI, págs. 31-40.

GARCÍA, María. Aportaciones sobre las distribuciones sobre el baston rojo de Pielou. *Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca.* [En línea] 2014. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125453/DE_GraciaNieto_Aportaciones.pdf;jsessionid=4DF690CB96C05588F668B7417803C0B8?sequence=1.

GARCÍA, Martha; et al. El Agua. *Documentacion.ideam.gov.co.* [En línea] s.f. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>.

GASTAÑAGA, María. *Agua, saneamiento & salud.* 2, Lima : s.n., Junio de 2018, Revista Peruana de Medicina Experimental & Salud Publica, Vol. XXXV, págs. 181-182.

GAVILANES, Eva; et al. *Gestión integral de riesgos de desastres & manejo sostenible del agua.* 4, Guaranda : s.n., 2019, Revista Universidad & Sociedad, Vol. 11, págs. 267-275.

GAVIRIA, Elizabeth. Claves para las especies colombianas de las familias naididae & tubificidae (ollgochaeta, annelida). *www.bdigital.unal.edu.co.* [En línea] 1993. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/20956/1/17210-54475-1-PB.pdf>.

GELAMBI, Mariana. ¿Qué es el índice de Shannon & para que sirve? *lifeder.* [En línea] 2019. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>.

GeoEcuador. Estado del agua. <http://www.pnuma.org>. [En línea] 2008. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador%20pdf/05.%20Capitulo%203.%20Estado%20del%20agua-1.pdf>.

GERRERO, María; & HERRERA, Melissa. *Evaluación del estado actual de la calidad hídrica & la percepción de la comunidad en el área de influencia de dos quebradas que nacen en el Páramo Rabanal, en los Municipios de Villapinzón (Cundinamarca) & Ventaquemada (Boyacá).* 2, 5 de Mayo de 2015, Revista de Tecnología, Vol. XIV, págs. 77-86.

GIL, Juan. Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la región Cusco. *Cebem.org.* [En línea] 2 de Febrero de 2011. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] http://cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales_conservacion.pdf.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar. PLAN DE DESARROLLO&ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA BOLIVAR. Disponible en: <http://app.sni.gob.ec>. [En línea] 2015. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0260000170001_PDOT%20%20BOLIVAR_15-05-2015_16-34-50.pdf.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Salinas. Plan de Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Salinas. <http://app.sni.gob.ec>. [En línea] 2015. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260012690001_PDyOT%20GAD%20SALINAS%20FINAL%20PARA%20SEMPLADES_14-10-2015_17-57-34.pdf.

Gobierno de la República del Ecuador. EL ECUADOR RATIFICA EL DERECHO AL AGUA. *Ministerio de Relaciones Exteriores&Movilidad Humana*. [En línea] 2017. [Consulta: 7 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.cancilleria.gob.ec/el-ecuador-ratifica-el-derecho-al-agua/>.

GONZÁLES, Carmen. El pH. <http://academic.uprm.edu>. [En línea] Octubre de 2011. [Consulta: 14 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-862/maguaph.pdf>.

GONZALES, Celso. Estadística General. *Tarwi.lamolina.edu.pe*. [En línea] 13 de Octubre de 2006. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgonzales/pdf/Estadistica%20General/unidad1.pdf>.

GONZALEZ, Carmen. La turbidez. <http://academic.uprm.edu>. [En línea] 2011. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-859/maguaturbidez.pdf>.

GONZÁLEZ, Marcela; et al. *Riqueza genérica&distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia.* 2, Bogotá : s.n., Diciembre de 2015, Biota Colombiana, Vol. 16, págs. 51-74.

GONZÁLEZ, María. *Un futuro a favor de la protección del agua.* 2, La Habana : s.n., 2013, Revista Cubana de Higiene&Epidemiología, Vol. 51, págs. 126-128.

GORNI, Guilherme; & ALVES, Roberto. *Naididae (Annelida, Oligochaeta) asociada con Pomacea bridgesii (Reeve) (Gastropoda, Ampullaridae).* 4, Curitiba : s.n., Diciembre de 2006, Scielo, Vol. 23, pág. 4.

GOYENOLA, Guillermo. Conductividad. *RED MAPSA*. [En línea] Junio de 2007. [Consulta: 13 de Junio de 2019.] Disponible en: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf.

GUALDRÓN, Luis. *Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos&biológicos.* 1, Santander : s.n., 2016, Revista Dinámica Ambiental, Vol. 1, págs. 83-102.

GUIMARAES, José; & DE SOUZA, Dalton. Diptera. *Sociedad Entomológica Española*. [En línea] 2006. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/135_148_II_Diptera.pdf.

GULLO, Bettina. *Una nueva especie de sanguijuela de Helobdella (Hirudinea, Glossiphoniidae) de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.* 1, México D. F : s.n., Abril de 2009, Revista mexicana de biodiversidad, Vol. 80, págs. 47-50.

GURESCHI, Simone. *Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos & sus hábitats en la península ibérica.* 1, Murcia : s.n., 2015, Ecosistemas, Vol. 24, págs. 115-118.

GUTIERREZ, Pablo. *Ecología, reproducción, taxonomía & distribución de Anacroneuria spp.* Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica : s.n., 2009, Ecología, reproducción, taxonomía & distribución de Anacroneuria spp. Klapálek 1909 (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en Costa Rica.

GUTIERREZ, Pablo; et al. Guía ilustrada para el estudio ecológico & taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Plecoptera en El Salvador. *www.researchgate.net*. [En línea] Marzo de 2010. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/261948850_Guia_ilustrada_para_el_estudio_ecologico_o_y_taxonomico_de_los_insectos_acuaticos_inmaduros_del_Orden_Plecoptera_en_El_Salvador.

GUTIÉRREZ, Valeria; & MEDRANO, Ninoska. *Análisis de la calidad del agua & factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija.* 13, Tarija : s.n., 2017, Revista Ventana Científica, Vol. 8, págs. 13-19.

GUTIERREZ. *Plecoptera.* 4, Puerto Rico : s.n., Diciembre de 2010, Revista Biológica Tropical, Vol. 58, págs. 139-148.

Hach. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS: ALCALINIDAD. *fleyccorp.com*. [En línea] 2013. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://fleyccorp.com/wp-content/uploads/2017/12/Manual-t%C3%A9cnicas-anal%C3%ADticas-Hach-Lange.pdf>.

HAMMOND, George. Psephenidae escarbajos de agua. *Animal Diversity Web*. [En línea] 2014. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://animaldiversity.org/accounts/Psephenidae/>.

HAMMOND, George; & BURCH, John. Physidae. *Animal Diversity Web*. [En línea] 2014. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://animaldiversity.org/accounts/Physidae/>.

HAMRSKY, Jan. Flatworms. *Life fresh water*. [En línea] 2018. [Consulta: 9 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://lifeinfreshwater.net/contact/>.

HANSON, Paul; et al. Caracterización de los macroinvertebrados. *SCIELO*. [En línea] 2010. [Consulta: 20 de 03 de 2018.] Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001.

HANSON, Paul; et al. *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos.* 4, San José : s.n., 2010, Revista de Biología Tropical, Vol. 58, págs. 3-37.

HARO, Juan. ¿Qué es una especie? *Evolución & filogenia de Arthropoda*. [En línea] 1999. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_26/B26-010-105.pdf?fbclid=IwAR11b2CEAukjQU0SeN5eZU89EV9e0XDYtz_dYJeA-ET0iGhHD6qgPnxjfw.

HECKMAN, Charles. *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Plecoptera.* Hamburgo : Kluwer Academic Publishers, 2003. págs. 25-28.

Hispagua. La contaminación del agua. *Sistema Español de Información sobre el Agua.* [En línea] 2006. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/suplementos/contaminacion/contaminacion.htm>.

HOLZENTHAL, Ralph; et al. Leptoceridae. *ScienceDirect.* [En línea] 2015. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/leptoceridae>.

HOLZENTHAL, Ralph; et al. Limnephilidae. *TOLWEB.* [En línea] 20 de Julio de 2010. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://tolweb.org/Limnephilidae>.

IBAÑEZ, Sergio; et al. Dolichopodidae (Diptera). *www.researchgate.net.* [En línea] 2004. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Hernandez-Ortiz/publication/270452846_Dolichopodidae_Diptera/links/54af16cd0cf2b48e8ed5548d/Dolichopodidae-Diptera.pdf.

IDEAM. [En línea] 13 de 05 de 2004. [Consulta: 12 de 04 de 2019.] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/F%C3%B3sforo+Total+en+Agua+M%C3%A9todo+del+Acido+Asc%C3%B3rico.pdf/bf2f449b-4b9b-4270-b77e-159258d653e2>.

IDEAM. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 5 días, INCUBACIÓN&ELECTROMETRÍA. *www.ideam.gov.co.* [En línea] 2007. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno.pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>.

IDICT&ONI. Calidad del agua. *EcuRed.* [En línea] s.f. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: https://www.ecured.cu/Calidad_del_Agua.

INEN. Agua. demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). *INEN.* [En línea] 2013. [Consulta: 16 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://181.112.149.204/buzon/normas/1202-1.pdf>.

INOSTROZA, Texia. Caracterización palinológica de la alimentación de hembras adultas de *Scaptia lata* (Diptera: Tabanidae) en ambientes con una gran diversidad florística, en la comuna de Valdivia. *Universidad Austral de Chile.* [En línea] 2013. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fai.58c/doc/fai.58c.pdf>.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. ¿Qué es una cuenca? *Gobierno de México.* [En línea] 2019. [Consulta: 10 de Febrero de 2020.] Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>.

INZUNZA, Juan. Temperatura. *NIMBUS.* [En línea] 2006. [Consulta: 24 de Junio de 2019.] Disponible en: http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf.

Iowa State University. Familia Hydropsychidae - Netspinning Caddisflies. *Buuguide.* [En línea] 22 de Diciembre de 2014. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://bugguide.net/node/view/13136>.

JANSSEN, David. Leptohlebiidae. *www.mdfr.org.au*. [En línea] Marzo de 2019. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.mdfr.org.au/bugguide/display.asp?type=5&class=17&subclass=&Order=6&family=45&couplet=0>.

JAUQUE, Eddy; & POTOCCI, Carmen. Evaluación del índice de calidad de agua (ica) de la microcuenca del río Chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014. *dspace.epoch.edu.ec*. [En línea] 8 de Octubre de 2015. [Consulta: 2 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/4077>.

JAVITT, Milva; et al. Presencia de moluscos del género *Lymnaea*, hospedadores intermediarios de *Fasciola hepatica*, en el Parque Recreacional “Los Arroyos” en el municipio Agua Blanca del estado Portuguesa. 1, Barquisimeto : s.n., Junio de 2012, Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado de Lara, Vol. 2, págs. 23-37.

JUCAR, CH. Invertebrados. *IDTAX*. [En línea] [Consulta: 9 de Junio de 2019.] [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: http://portal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5861.

KAWAKATSU, Masaharu & MITCHELL, Robert. Platyhelminthes DugesIIDae. *ResearchGate*. [En línea] Noviembre de 2012. [Consulta: 9 de Junio de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233727090_6_Platyhelminthes_DugesIIDae.

La Trobe University. Insectos. *www.mdfr.org.au*. [En línea] s.f. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.mdfr.org.au/bugguide/display.asp?type=5&class=17&subclass=&Order=1&family=233&couplet=0>.

Laboratorio de Química Ambiental. [En línea] 07 de 1997. [Consulta: 9 de Junio de 2019.] Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm.

LADRERA, Rubén; et al. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *ResearchGate*. [En línea] 16 de Octubre de 2016. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] [Consulta: 9 de Junio de 2019.] https://www.researchgate.net/publication/265965601_Macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_biologicos_una_herramienta_didactica.

LARREA, Adina; et al. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. 3, La Habana : s.n., 2013, Revista CENIC. Ciencias Biológicas, Vol. 44, págs. 24-34.

LEMA, María. Modelación hidrológica de la cuenca (alta & media) del río Pastaza aplicando el modelo de simulación. *ibdigital.epn.edu.ec*. [En línea] 2009. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] [Consulta: 9 de Junio de 2019.] <https://ibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1780/1/CD-2366.pdf>.

Lenntech. PH & alcalinidad. *Lenntech*. [En línea] s.f. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] [Consulta: 9 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.lenntech.es/ph-y-alcinidad.htm>.

LIÑERO, Ildelfonso; et al. Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. 1, 2016, Cuadernos de Investigación UNED, Vol. 8, págs. 69-75.

LOBOS, Maria. Variación temporal de los grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca del río boldo, región de la araucanía, Chile. *Universidad Austral de Chile*. [En línea] 2014. [Consulta: 9 de Junio de 2019.]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcl799v/doc/fcl799v.pdf>.

López, Fernando; et al. *Macroinvertebrados&calidad de las aguas de la red de la provincia de Castellón*. 1995.

Lozano, Patricio; & et al. *Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo&Chorrera Mirador, Ecuador*. 4, Diciembre de 2016, Enfoque UTE, Vol. VII, págs. 55 - 70.

LUCAS, David. Estudio de la calidad de agua de la represa San Vicente – Colonche, mediante el uso de índices de calidad de agua (ICA)¯oinvertebrados acuáticos indicadores (MAIA) de enero a septiembre de 2013. *Repositorio.upse.edu.ec*. [En línea] 2014. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1485/1/DAVID%20ANTONIO%20LUCAS%20CHABLA.pdf>.

MACDONALD, Kenneth; et al. Molecular and morphological evolution of the amphipod radiation of Lake Baikal. *www.researchgate.net*. [En línea] 2005. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7932508_Molecular_and_morphological_evolution_of_the_amphipod_radiation_of_Lake_Baikal.

MACHADO, Verónica; et al. *Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano*. 4, Quito : s.n., 2018, Enfoque UTE, Vol. 9, págs. 154-167.

MAE&MAG. Proyecto de manejo y conservación cuenca alta del río Pastaza. *CONADE-MAG-INNERHI-INECEL-DIGEMA*. [En línea] 2000. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea50s/oea50s.pdf>.

MAE. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito : s.n., 2012.

MALHAO, Vera; et al. *The Family Dugesiidae: New records for the Azorean Archipelago*. 2, Madrid : s.n., 2007, Limnetica, Vol. XXVI, págs. 331-340.

MANZO, Veronica. *Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): diversidad&distribución*. 3, Tucumán : s.n., Diciembre de 2013, Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, Vol. 72, págs. 199-203.

MARCÓ, Leandro; et al. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización&distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *http://www.salud-publica.es*. [En línea] 2004. [Consulta: 23 de Mayo de 2019.] Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf).

MARILAF, Kota. El concepto biológico de especie . *in*. [En línea] 2013. [Consulta: 23 de Mayo de 2019.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/constanzamarilaf/el-concepto-biologico-de-especie>.

MARÍNEZ, Yaset; & VILLALEJO, Victor. *La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos.* 1, La Habana : s.n., 2018, Ingeniería Hidráulica&Ambiental, Vol. 39, págs. 58-72.

MASTRANGELO, Andrea. Análisis del concepto de recursos naturales en dos estudios de caso en Argentina. *Ambiente & Sociedades.* [En línea] 2009. [Consulta: 23 de Mayo de 2019.] Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a09v12n2.pdf>.

MAZARI, Marisa. *El agua como recurso.* Mexico D.F : s.n., 2017, ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, págs. 10-12.

MCCAFFERTY, Wang. New genus and species of Tricorythidae (Ephemeroptera : Pannota) from Madagascar. *www.limnology-journal.org.* [En línea] 1995. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.limnology-journal.org/articles/limn/pdf/1995/03/limno19953p179.pdf>.

MERINO, Juan. <https://mountain.pe/>. *Construyendo propuestas para conservacion del Páramo.* . [En línea] 23 de Noviembre de 2011. [Consulta: 23 de Mayo de 2019.] Disponible en: <https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/12/memorias-5to-conversatorio-ecosistema-paramo.pdf>.

MEZA, Ana; & RUBIO, Juliana. *Calidad de agua&composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná.* 2, Manizales : s.n., 2012, Caldasia, Vol. XXXIV, págs. 443-456.

MEZA, Ana; et al. <http://www.scielo.org.co>. [En línea] 2012. [Consulta: 09 de 09 de 2018.] <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v34n2/v34n2a13.pdf>.

Ministerio de Agricultura, Alimentación&Medio Ambiente-España. Id-Tax. Catálogo&claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico. *www.researchgate.net.* [En línea] 2012. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Romina_Alvarez_Troncoso/publication/257622948_Id-Tax_Catalogo_y_claves_de_identificacion_de_organismos_invertebrados_utilizados_como_elementos_de_calidad_en_las_redes_de_control_del_estado_ecologico/links/582c3c3608aef.

Ministerio de Medio Ambiente&Agua de Bolivia. Guía para la Evaluación de la Calidad Acuática Mediante el Índice BMWP/Bol. *Scribd.* [En línea] 2012. [Consulta: 11 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/326349023/BMWP-Bolivia>.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. Libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental&de descarga de efluentes al recurso agua. *FAO.* [En línea] 4 de Noviembre de 2015. [Consulta: 9 de Agosto de 2019.] Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. *SNI 2014.* [En línea] 2014. <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>.

MNCN. Determinación de la Demanda química de oxígeno a través del método de dicromato. *www.mncn.csic.es.* [En línea] 2010. [Consulta: 15 de Febrero de 2020.] Disponible en: http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/dqo.pdf.

MONDRAGÓN, Angélica. ¿Qué son los indicadores? *www.orion2020.org*. [En línea] 2002. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: http://www.orion2020.org/archivo/sistema_mec/10_indicadores2.pdf.

Mora, Carlos; et al. *Evaluación de la biodiversidad&caracterización estructural de un bosque de Encino (Quercus. L), en la Sierra Madre del sur de Mexico.* 2017, Revista Forestal Mesoamericana Kurú, pág. 70.

MORAGUES, Damian. Diseño de Rutas turísticas. *http://www.gestionturistica.cl*. [En línea] 30 de Julio de 2008. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en:http://www.gestionturistica.cl/biblioteca/tesis/pregrado/uach/doc/AR_cuerpo.pdf.

MORALES, Nafer. ¿Qué es un bioindicador? *Universidad Nacional de Colombia*. [En línea] 2011. <http://bdigital.unal.edu.co/10195/1/naferedivarmoralessalinas.2011.pdf>.

MORELLI, Enrique; & VERDI, Ana. *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay.* 4, México D. F. : s.n., Diciembre de 2014, Revista mexicana de biodiversidad, Vol. LXXXV, págs. 1160-1170.

MORRONE, Juan. Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio. *http://www.libros.unam.mx*. [En línea] 2000. [Consulta: 11 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.libros.unam.mx/digital/V9/35.pdf>.

MUÑOZ, Eduardo; & TORRES, Gustavo. *Potencial turístico de la microcuenca del río chimborazo, cantón riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador.* 23, Agosto de 2015, European Scientific Journal , Vol. XI, págs. 325-342.

MUÑOZ, Mauricio&VÉLEZ, Imelda. 2, Mexico : s.n., Diciembre de 2007, Scielo, Vol. 78, págs. 2-3.

NAJERA, Alejandro. *¿Qué es la biodiversidad?* España : Fundacion Biodiversidad, 2010.

NATGEO. La geografía. [En línea] 28 de 09 de 2018. <https://lageografia.com/geografia-fisica/los-rios>.

NIETO, Nubia. *La gestión del agua: tensiones globales&latinoamericanas.* 36, Mexico D. F : s.n., 22 de Junio de 2011, Política&Cultura, Vol. I, págs. 157-176.

NUGRA, Fredy; et al. *Guía de campo para biomonitorio de peces¯oinvertebrados en la cuenca del río Napo.* Cuenca : SENAGUA, OTCA, 2016. pág. 79.

OBARZO, Cristián; et al. *Primer registro de musculium argentinum (d'orbigny 1835) (bivalvia: sphaeriidae) en aguas continentales chilenas.* S1, Concepción : s.n., 2002, Scielo, Vol. 66, pág. 7.

OCHOA, Pablo. Manejo&conservación del suelo&agua en los Andes del Sur de Ecuador. *RIUMA*. [En línea] 2015. [Consulta: 8 de Agosto de 2019.] <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11961>.

ODE, Peter. Tolerance Values & Functional Feeding Groups. *Southwest Association of Freshwater Invertebrate Taxonomists (SAFIT)*. [En línea] Enero de 2003. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: http://www.safit.org/Docs/Tolerance_Values_and_Functional_Feeding_Groups.xls.

ODUM, Eugene. *Rcología.* Mexico : Tercera Edición, 1972.

OMS. Agua, saneamiento e higiene. *Organización Mundial de la salud*. [En línea] 2018. [Consulta: 2 de Febrero de 2020.] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/.

ONU. Decenio internacional para la acción "Agua fuente de vida" 2005-2015. *Organización de las Naciones Unidas*. [En línea] 22 de Octubre de 2014. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>.

ORAM, Brian. Monitoring the Quality of Surface Waters (WQI Calculator). *Water Research Center*. [En línea] 2015. [Consulta: 29 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>.

OSORIO, Armando. Control & Valuación de Inventarios en tiendas de autoservicio. *www.repository.uaeh.edu.mx*. [En línea] Noviembre de 2007. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10913/%20ontrol%20y%20valuacion%20de%20inventarios.pdf?sequence=1>.

OSSORIO, Manuel. Diccionario de Ciencias Jurídicas & Sociales. <https://conf.unog.ch>. [En línea] n.d. [Consulta: 31 de Enero de 2019.] Disponible en: https://conf.unog.ch/tradfrweb/Traduction/Traduction_docs%20generaux/Diccionario%20de%20Ciencias%20Juridicas%20Politicasy%20Sociales%20-%20Manuel%20Ossorio.pdf.

OVIDEO, Nestor; & REINOSO, Gladys. Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opía (Tolima, Colombia). 1, Tolima : s.n., Junio de 2018, Revista Colombiana de Entomología, Vol. 44, págs. 101-109.

PACHECO, Juan. Los Ríos del Ecuador (más importantes) - Mapa, nombres & características. *Foros Ecuador.ec*. [En línea] 22 de Febrero de 2019. [Consulta: 6 de Febrero de 2020.] Disponible en: <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/178231-los-r%C3%ADos-del-ecuador-m%C3%A1s-importantes-mapa-nombres-y-caracter%C3%ADsticas>.

PAEZ, Veloza. Inventarios Conceptos. *Academia*. [En línea] 2016. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en: https://www.academia.edu/13965537/INVENTARIOS_Concepto.

PALMA, Alejandro; et al. Biodiversidad & estructura comunitaria de ríos en las zonas árida., 86, Santiago : Sociedad de Biología de Chile, 2013, Revista Chilena de Historia Natural, págs. 1-14.

Panachlor. Sólidos Disueltos Totales (TDS) & Electroconductividad (EC). *Panachlor.com*. [En línea] 10 de Octubre de 2015. [Consulta: 23 de Junio de 2019.] Disponible en: [http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-\(TDS\)-Electroconductividad-\(EC\).pdf](http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-(TDS)-Electroconductividad-(EC).pdf).

PAREDES, Juana. Importancia del Agua. *www.usmp.edu.pe*. [En línea] 2013. [Consulta: 6 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>.

PAYERAS, Antoni. Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego. *Bonsai Menorca*. [En línea] 2018. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/informacion/contactar/>.

PERDOMO, Trigoal. Bioindicadores: características&tipos. *lifeder*. [En línea] 2019. Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://www.lifeder.com/bioindicadores/>.

QUINTERO, Genoveva. Un Modelo de Gestión para el Manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí. *FAO*. [En línea] Abril de 2011. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/articulo_Genoveva.pdf.

QUIROZ, Luis; et al. *Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador*. 3, La Habana : s.n., 2017, Ingeniería Hidráulica&Ambiental, Vol. XXXVIII, págs. 41-51.

RAFFINO, Maria. Biodiversidad. *Concepto.de*. [En línea] 2019. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://concepto.de/biodiversidad/>.

RAFINO, Maria. Conservación del medio ambiente. *Concepto.de*. [En línea] 2019. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://concepto.de/conservacion-del-medio-ambiente/>.

RAMÍREZ, Alonso. *Métodos de Recolección*. 4, San José : s.n., Diciembre de 2010, Revista de Biología Tropical, Vol. LVIII, págs. 41-50.

RAMOS, Lina; et al. *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales&fecales) en la bahía de santa marta, caribe colombiano*. 3, 11 de Junio de 2008, Acta Biológica Colombiana, Vol. 13, págs. 87-98.

RAMOS, Paulina. Efecto de efluentes de pisciculturas sobre la estructura de la comunidad bentónica en ríos de la novena región de la araucanía. *www.cybertesis.uach.cl*. [En línea] 2008. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fcr175e/doc/fcr175e.pdf>.

Ramsar. Servicio de información de sitios Ramsar. *Ramsar.org*. [En línea] 2014. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: [https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f\[0\]=regionCountry_en_ss%3AEcuador](https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f[0]=regionCountry_en_ss%3AEcuador).

REINOSO, Lesly. Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Río Blanco de la Provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. *dspace.espace.edu.ec*. [En línea] Abril de 2016. [Consulta: 3 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/4948>.

República del Ecuador-Asamblea Nacional. Ley orgánica de recursos hídricos del Ecuador, uso&aprovechamiento del agua. <https://www.agua.gob.ec/>. [En línea] 2014. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.

RICARDO. Orden trichoptera. *www2.udec.cl*. [En línea] 8 de Septiembre de 2006. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://www2.udec.cl/~rfiguero/PDF/ANEXOTRICO.pdf>.

RICE, William. Ecosistemas. <https://books.google.com.ec>. [En línea] 2017. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=lkouDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ecosistemas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiWmYKovOTdAhVGuVMKHQ8jAyYQ6AEITDAI#v=onepage&q=ecosistemas&f=false>.

RICO, Alex; et al. *Patrones de variación espacial&temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México)*. 2014, Scielo, págs. 370-379.

- RICO, Antonio; et al.** *Agua&Oxígeno*. Tercera. México D. F. : Dirección general de ciencias&humanidades, 2008. pág. 97.
- RILEY, Nelson.** Nemouridae. *Tree of Life Web Project*. [En línea] 2004. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] <http://tolweb.org/Nemouridae/13941>.
- RIVERA, N; et al.** La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile. *Scielo*. [En línea] 2004. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000500013#r2.
- ROBLEDOL, José; et al.** *Calidad del agua del río Túnico como respuesta al uso del suelo*. 3, San José de las Lajas : s.n., Septiembre de 2014, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. XXIII, págs. 41-45.
- RODRÍGUEZ, Javier; et al.** *Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados*. 4, Diciembre de 2011, Revista Biológica Tropical , Vol. 59, págs. 1537-1552.
- Rodríguez, Johel.** *Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio*. 08 de 09 de 2009, Pensamiento actual, pág. 10.
- RODRÍGUEZ, Juan; et al.** *Enfermedades transmitidas por el agua&saneamiento básico en Colombia*. 5, Bogotá : s.n., 2016, Revista de Salud Pública, Vol. XVIII, págs. 738-745.
- RODRÍGUEZ, Leo; et al.** Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana. *Scielo*. [En línea] 2016. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300497.
- RODRÍGUEZ, María.** Diseño de una ruta turística de interpretación cultural para la promoción&el desarrollo local de la etnia aborígen warao en el estado delta amacuro, Venezuela. *www.eumed.net*. [En línea] 2012. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en: http://www.eumed.net/libros-gratis/2012a/1157/las_rutas_turisticas_como_producto_turistico.html.
- RODRÍGUEZ, Vidal.** *Agua nuestra de cada día*. 1, Caracas : s.n., 2012, Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, Vol. 32, pág. 3.
- ROJAS, Sandy.** Identificación de un índice biótico de calidad biológica del agua (bmwp', bmwp-bol e ibf) adaptado a las condiciones locales de cuatro ríos de la serranía incahuasi (Santa Cruz&Chuquisaca - Bolivia). *www.academia.edu*. [En línea] 2015. [Consulta: 10 de Mayo de 2020.] Disponible en: https://www.academia.edu/17318650/IDENTIFICACIÓN_DE_UN_ÍNDICE_BIÓTICO_DE_CALIDAD_BIOLÓGICA_DEL_AGUA_BMWP_BMWP-BOL_E_IBF_ADAPTADO_A_LAS_CONDICIONES_LOCALES_DE_CUATRO_RÍOS_DE_LA_SERRANÍA_INCAHUASI_SANTA_CRUZ_Y_CHUQUISACA_-_BOLIVIA_.
- ROLDÁN, Gabriel.** *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia*. Antioquia : Universidad de Antioquia, 2003. pág. 126.
- ROLDÁN, Gabriel.** *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del IBMWP/Col*. Antioquia : Editorial Universidad de Antioquia, 2003.
- ROLDAN, Gabriel.** *Fundamentos de la limnología Neotropical*. Colombia : Universidad de Antioquia, 1992.

ROLDÁN, Gabriel. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. *Universidad de Antioquia*. [En línea] 1996. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>.

ROLDAN, Gabriel. <http://www.bdigital.unal.edu.co>. [En línea] 2003. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/2177/5/43615961.2009_5.pdf.

ROLDÁN, Gabriel. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia&Latinoamerica. [En línea] 6 de Abril de 2016. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>.

ROLDÁN, Gabriel. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia&Latinoamerica*. 155, 6 de Abril de 2016, Revista de la Cadena Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas&Naturales, Vol. 40, pág. 2.

ROLDÁN, Gabriel. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Bogota D.C : Imprenta Nacional de Colombia, 2012. págs. 23-96.

ROSERO, Daniela; & FOSSATI, Odile. Comparación entre dos índices bióticos para conocer la calidad del agua en ríos del páramo de Papallacta. [En línea] Febrero de 2009. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: <https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/ecuador/papallacta/doc/D14-09%20Indices.pdf>.

Rotoplas. *Manejo integral de aguas residuales*. 1, La Gachupina : ABC, S. A, 2015, Cuencas de México, pág. 2.

RUBIO, Enrique. Galba truncatula (Müller, 1774). www.asturnatura.com. [En línea] Diciembre 13 de 2012. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://www.asturnatura.com/revista/359.pdf>.

RUEDA, Juan; & HERNÁNDEZ, Ramón. Caracterización de la estructura trófica de los macroinvertebrados del río Júcar& sus tributarios, en la Provincia de Albacete, mediante la aplicación del índice del modo de nutrición (IMN). [En línea] Diciembre de 2018. [Consulta: 12 de 09 de 2018.] Disponible en: http://www.iealbacetenses.com/getfile.php?fr=documentos/editorial/03-SABUCO_6-Caract_est_trof.pdf.

RUIZ, Ramón. Historia&evolución del pensamiento científico. *Eumed.net*. [En línea] 2006. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>.

SABOGAL, Ana; & QUINTEROS, Yakov. *Diversidad vegetal&uso antrópico de los páramos de Samanga (Sectores Espíndola&El Toldo)&San Juan de Cachiaco (Caseríos San Juan&Totorá), Ayabaca, Piura*. 1, Lima : s.n., 2013, Ecología Aplicada, Vol. XII, págs. 9-17.

SALOM; & VEGA. Formas juveniles de los Tabanos de España (Tabanidae:Diptera). www.digitum.um.es. [En línea] 16 de Enero de 1990. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/1731/1/AB16%20%281990%29%20p%2037-48.pdf>.

SAMBONI, Natalia; et al. *Revisión de parámetros físico-químicos como como indicadores de calidad&contaminación del agua.* 3, Bogotá : s.n., Diciembre de 2017, Ingeniería e Investigación, Vol. XXVII, págs. 172-181.

SAMBONI, Natalia; et al. *Revisión de parámetros fisicoquímicos como revisión indicadores de calidad&contaminación del agua.* 3, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 3 de Diciembre de 2007, Ingeniería e Investigación, Vol. 27, págs. 172-181.

SÁNCHEZ, Armando. Construcción de la linea base. <http://data.evalua.cdmx.gob.mx>. [En línea] 19 de Mayo de 2016. [Consulta: 19 de Septiembre de 2019.] Disponible en: http://data.evalua.cdmx.gob.mx/docs/gral/taller2016/LB_ARMANDO.pdf.

SÁNCHEZ, Eugenia. El concepto diseño en el taller de diseño: reflexiones teóricas. <http://cmas.siu.buap.mx>. [En línea] 24 de Mayo de 2012. [Consulta: 15 de Septiembre de 2019.] Disponible en: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/insigne/resources/LocalContent/40/2/Art_2.pdf.

SÁNCHEZ, Marjorie. *El indice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado&adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander.* 2, Pamplona : s.n., Julio de 2005, Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Vol. III, págs. 54-67.

SÁNCHEZ, Oriquidea; & LALANGUI, Jessica. *La ruta agro turística&de naturaleza banagua de la provincia el Oro.* 3, Cienfuegos : s.n., 2016, Universidad&Sociedad, Vol. VIII, págs. 105-107.

Santemases. La demanda. <https://www.uv.es>. [En línea] 2011. [Consulta: 31 de Enero de 2019.] Disponible en: <https://www.uv.es/frasquem/dci/DirCom1TEMA6.pdf>.

Seg. Parámetros físicos, químicos&biológicos del agua. *Ingeniería Ambiental.* [En línea] 22 de Marzo de 2009. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://ingenieriaambientalapuntes.blogspot.com/2009/03/parametros-fisicos-quimicos-y.html>.

SENAGUA. Diagnóstico de las estadísticas del agua en ecuador informe final. *SENAGUA.* [En línea] 2012. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>.

SERRATO, Alejandra; et al. *La biodiversidad&evolución en ambientes acuáticos analizadas con herramientas moleculares.* 3, México: s.n., 2013, Hidrobiología, Vol. 23, págs. 275-286.

SERVICHE, Carlos; et al. Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquimicos básicos en aguas. *Eumed.net.* [En línea] 2013. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>.

SEVERICHE, Carlos; et al. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO. *Eumed.net.* [En línea] 2015. [Consulta: 25 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2015/1459/index.htm>.

SHEPARD, William. Psphenidae. *Tree of Life Web Project.* [En línea] 5 de Febrero de 2011. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://tolweb.org/Psphenidae/9122>.

SIANO, Angel. Los bioindicadores&su importancia en el estudio del medio ambiente. *Pedagogía&ambiente.* [En línea] 2015. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en:

<http://planificacionyambiente.blogspot.com/2015/03/los-bioindicadores-y-su-importancia-en.html>.

SIERRA, Rodrigo. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. *ResearchGate*. [En línea] 1999. [Consulta: 13 de Mayo de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificacion_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental.

SILVIA. Componentes del ecosistema . *EL BLOG VERDE*. [En línea] 2017. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://elblogverde.com/componentes-del-ecosistema-factores-abioticos-y-bioticos/>.

SKET, Boris; & TRONTELJ, Peter. *Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater*. Liubliana : s.n., 2008, *Hydrobiologia*, págs. 129–137.

SNAP. areasprotegidas.ambiente.gob.ec. *areasprotegidas.ambiente.gob.ec*. [En línea] 13 de 04 de 2015. [Consulta: 20 de 03 de 2018.] Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/reserva-deproducci%C3%B3n-faun%C3%ADstica-chimborazo>.

Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza . Online documento de programa o de reunión El Agua, una responsabilidad compartida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. *WWW.UNESCO.ORG*. [En línea] 2008. [Consulta: 3 de Marzo de 2020.] Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149519>.

SONCO, Ricardo. Estudio de la diversidad alfa&beta en tres localidades de un bosque montano, en la región de Madidi, la Paz, Bolivia. *Tesis de Grado, Universidad de San Andrés*. La Paz-Bolivia. 2013. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf.

SORIA, Ismael. *Evaluación de la calidad ecológica del río Jatunhuayco en la zona asociada a la captación Jatunhuayco (epmaps) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua*. [En línea] Octubre de 2016. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <https://192.188.57.199/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>.

TACHET, Henry. *Invértebrés d'eau douce- Systématique, biologie, écologie*. Paris : CNRS ÉDITIONS, 2010. pág. 305.

TAYLOR, Dwight. Introducción a Physidae (Gastropoda: Hygrophila); biogeografía, clasificación, morfología. *Portal de Revistas Académicas*. [En línea] 22 de Septiembre de 2016. [Consulta: 22 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26340>.

TERCERDOR, Javier. 40, 30 de Junio de 2015, *Revista Ibero Diversidad Entomológica*, Vol. 1, págs. 1-17.

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

THOMPSON, Ivan. Definición de Promoción. *www.promonegocios.net*. [En línea] 2012. [Consulta: 31 de Enero de 2019.] Disponible en: <https://www.promonegocios.net/mercadotecnia/promocion-definicion-concepto.html>.

THORP, James; & ROGERS, Christopher. *Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - Volume II*. Cuarta. London : Elsevier, 2016. pág. 248. Vol. 2.

Tolweb. Scirtidae Marsh beetles. *Tree of Life Web Project*. [En línea] 15 de Febrero de 2011. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://tolweb.org/Scirtidae/9613>.

Torres, Patricia; et al. *Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica*. 5, Medellín : s.n., 2009, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. VIII, págs. 79-94.

TURIZO, Cesar. Relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la sierra nevada de Santa Marta. *Universidad Nacional de Colombia*. [En línea] 2018.

Universidad de Vigo. Invertebrados. *IDTAX*. [En línea] 2018. [Consulta: 10 de Junio de 2019.] Disponible en: http://portal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5200.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Métodos de colecta, identificación&análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados)&necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima : Zona Comunicaciones S.A.C. , 2014. págs. 37-39.

University of Minnesota. Familia: Leptoceridae. *midge.cfans.umn.edu*. [En línea] Noviembre de 2018. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://midge.cfans.umn.edu/vsmivp/trichoptera/leptoceridae>.

University of New Hampshire. Elmidae. *University of New Hampshire*. [En línea] 2013. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: http://cfb.unh.edu/StreamKey/html/organisms/OColeoptera/FAco_adult/FAElmidae/Elmidae.html.

URIBE, Eduardo. El cambio climático& sus efectos en la biodiversidad en América Latina. *CEPAL*. [En línea] 2015. [Consulta: 7 de Mayo de 2020.] Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf;jsessionid=30E0A65465649A101F8B98FC568FF9DB?sequence=1.

VALLEJO, Cristian. Estructura Trófica. *Deguate*. [En línea] 28 de 09 de 2018. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: http://www.degate.com/artman/publish/ecologia_ecosistemas/Estructura_Tr_fica_202.shtml.

VAREA, Anamarís. *Iniciativas para conservar la biodiversidad*. 4, Cuenca : s.n., 2004, Universitas, Revista de Ciencias Sociales&Humanas, Vol. I, págs. 7-43.

VARGAS, Yadira; et al. Conceptos Evolutivos de las especies. *https://es.slideshare.net*. [En línea] 2014. [Consulta: 8 de Mayo de 2020.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/josefernandezcabrera94/conceptos-evolutivos-de-las-especies>.

VÁSQUEZ, Maritza; & MEDINA, Cesar. *Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos&parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú)* 2014. 2, Trujillo : s.n., 2015, Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Vol. 35, págs. 75-89.

VELASTEGUI, Elizabeth. - Estudio sobre el proceso de elaboración del pan en los sectores rurales (Pinllo)&la factibilidad de minimizar costos&tiempo de producción. *Repo.uta.edu.ec*. [En línea] 2015. [Consulta: 8 de Abril de 2019.] Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20147/1/TESIS%20-%20Diana%20Elizabeth%20Soria%20Velasegu%C3%AD.pdf>.

VIITA, Nancy; & MARIN, Pablo. Familia Simuliidae. *Proyecto Simulidos*. [En línea] 2014. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <https://www.simulidos.cl/jerjeles/caracteristicas/>.

VILLAFAÑA, Ricardo. Calidad Total. *Inn-edu.com*. [En línea] s.f. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <http://inn-edu.com/Calidad/CalidadTotal.pdf>.

VILLANUEVA, María; & CHANAMÉ, Fernán. *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú*. 1, Trujillo : s.n., 2016, Scientia Agropecuaria , Vol. 7, págs. 33-44.

VITERI, Miguel. *Determinación de bioindicadores&protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba*. 2017, Dominio de las ciencias Vol.3, núm.3, junio,2017,pp, págs. 628-646.

VITTA, Nancy. Orden Diptera. *biblioteca.inia.cl*. [En línea] 2015. [Consulta: 23 de Julio de 2019.] Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40629.pdf>.

VOLPEDO, Alejandra; & FERNÁNDEZ, Lucas. Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamérica. *ResearchGate*. [En línea] 2013. [Consulta: 5 de Febrero de 2020.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264975210_Evaluacion_de_los_cambios_de_estado_e_n_ecosistemas_degradados_de_Iberoamerica.

WALTEROS, Jeymy; et al. *Ensamble de macroinvertebrados acuáticos&estado ecológico de la microcuenca DalíOtún, Departamento de Risaralda, Colombia*. 3, México D. F. : s.n., 2016, Hidrobiológica, Vol. XXVI, págs. 359-371.

WETHINGTON, Amy; & LYDEARD, Charles. *Una filogenia molecular de Physidae (Gastropoda: Basommatophora) basada en secuencias de ADN mitocondrial*. 3, Londres : s.n., 18 de Septiembre de 2007, Revista de Estudios Moluscos, Vol. 73, págs. 241–257.

WHEATON, F. Acuacultur. *Diseño&construcción de sistemas*. México : AGT Editio, S.A., 1987.

YÁNEZ, Ángel; & VILLACÍS, Luis. *El agua en América Latina*. 2, 2016, Journal of the Selva Andina Biosphere, Vol. 4, págs. 46-47.

YIRDA, Adrian. Definición de Parámetro. *Venemedia*. [En línea] 21 de Marzo de 2018. [Consulta: 26 de Septiembre de 2018.] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/parametro/>.

YUMBO, Karina; et al. *Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos&físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador*. Guayaquil : s.n., Marzo de 2018, Universidad Espíritu Santo, págs. 32-40.

ZALAZAR, Caros; et al. *Calidad física, química&biológica de las aguas residuales del jardín botánico*. 11, Ibagué : s.n., Octubre de 2016, Revista Tumbaga, Vol. I, págs. 115-133.

ZUÑIGA, Henry. Elaboremos un Estudio de Impacto Ambiental. <https://comunidad.udistrital.edu.co>. [En línea] 2009. [Consulta: 1 de Febrero de 2019.] Disponible en: https://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/elaboremos_un_estudio_de_impacto_ambiental.pdf.

ZURY, William. Manual de planificación&gestión participativa de cuencasµcuencas. [aut. libro] William Enrique Zury Ocampo. Loja - Ecuador : FAO, 2008, pág. 606\.

