



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

**“ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS  
MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO AMBATO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ECOTURISMO**

**AUTORA:**

**YESENIA ELIZABETH MÉNDEZ AMAGUAYA**

Riobamba – Ecuador

2020



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

**“ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS  
MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO AMBATO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ECOTURISMO**

**AUTORA: YESENIA ELIZABETH MÉNDEZ AMAGUAYA**

**DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO**

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Yesenia Elizabeth Méndez Amaguaya

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, Yesenia Elizabeth Méndez Amaguaya, 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, 03 de septiembre del 2020



**Yesenia Elizabeth Méndez Amaguaya**

**180519816-3**

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO AMBATO**, realizado por la señorita: YESENIA ELIZABETH MÉNDEZ AMAGUAYA, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Carlos Anibal Cajas Romero <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>CARLOS ANIBAL CAJAS BERMEO</b>	2020-09-03
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO</b>	2020-09-03
Ing. Ana Carola Flores Mancheno <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>ANA CAROLA FLORES MANCHENO</b>	2020-09-03

## **DEDICATORIA**

Este trabajo, es el resultado de todo el proceso de preparación, además, fue uno de mis objetivos propuestos al iniciar la carrera; por lo tanto, este compromiso cumplido dedico a mi familia, en especial a mi madre Eva Amaguaya y mi esposo Mario Pillajo, por haberme brindado su apoyo infinito e incondicional, a mis hermanos, Anita, David y Lenin; quienes han sido mi inspiración diaria y en cada semestre, durante toda mi preparación personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar un profundo agradecimiento:

A Dios, porque día a día me permite respirar, escuchar, sentir y palpar la belleza de la vida; y es quien me ha guiado y brindado sabiduría en este largo proceso de aprendizaje.

A mi madre, de quien estoy eternamente orgullosa y agradecida por haberme apoyado y enseñado con sus consejos, valores y ejemplo a salir adelante a pesar de cualquier adversidad.

A mis hermanos y esposo, quienes me enseñaron que la familia no siempre es de sangre y que el amor es capaz de vencer cualquier ideología.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a mis profesores de la carrera de Ingeniería en Ecoturismo, por haber aportado con su enseñanza y experiencia en mi formación y por la paciencia otorgada tanto a mí, como a cada uno de mis compañeros.

A mis amigos, Elizabeth Claudia y David, quienes me han apoyado incondicionalmente y han compartido gratos momentos e increíbles recuerdos, dentro y fuera de nuestra vida estudiantil.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	6
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
1.1. Biodiversidad .....	6
1.1.1. <i>Componentes de la biodiversidad</i> .....	6
1.2. Especie.....	6
1.2.1. <i>Concepto normalista de especie</i> .....	7
1.2.2. <i>Concepto morfológico de especie</i> .....	7
1.2.3. <i>Concepto biológico de especie</i> .....	7
1.2.4. <i>Concepto evolutivo de especie</i> .....	7
1.2.5. <i>Población</i> .....	7
1.3. Ecosistema.....	7
1.3.1. <i>Componentes de los ecosistemas</i> .....	8
1.3.2. <i>Clasificación de os ecosistemas</i> .....	8
1.4. Recursos Naturales.....	10
1.4.1. <i>Recursos naturales renovables</i> .....	10
1.4.2. <i>Recursos naturales no renovables</i> .....	10
1.5. Conservación .....	10
1.5.1. <i>Conservación in situ</i> .....	11
1.5.2. <i>Conservación ex situ</i> .....	11
1.5.3. <i>Medidas de conservación</i> .....	11
1.6. Estructura trófica .....	12
1.6.1. <i>Concepto</i> .....	12
1.6.2. <i>Cadena trófica</i> .....	12
1.7. Grupos funcionales.....	13

1.7.1.	<i>Grupos funcionales de macroinvertebrados</i> .....	13
1.8.	<i>Macroinvertebrados</i> .....	15
1.8.1.	<i>Concepto</i> .....	15
1.8.2.	<i>Etología</i> .....	15
1.8.3.	<i>Clasificación</i> .....	17
1.9.	<i>Bioindicador</i> .....	21
1.9.1.	<i>Concepto</i> .....	21
1.9.2.	<i>Tipos de bioindicadores</i> .....	21
1.9.3.	<i>Importancia</i> .....	23
1.9.4.	<i>Ventajas de los Bioindicadores</i> .....	23
1.9.5.	<i>Desventajas de los bioindicadores</i> .....	24
1.9.6.	<i>Tipos de índices biológicos</i> .....	24
1.10.	<i>Recursos naturales</i> .....	25
1.10.1.	<i>Concepto</i> .....	25
1.10.2.	<i>Tipos de recursos hídricos</i> .....	25
1.10.3.	<i>Factores que influyen en las características de los recursos hídricos</i> .....	25
1.10.4.	<i>Ríos</i> .....	26
1.10.5.	<i>Cuenca Hidrográfica</i> .....	27
1.11.	<i>Índices</i> .....	27
1.11.1.	<i>Concepto</i> .....	27
1.11.2.	<i>Índices de diversidad y abundancia</i> .....	27
1.11.3.	<i>Índice EPT</i> .....	28
1.11.4.	<i>Índice de calidad de agua</i> .....	28
1.11.5.	<i>Análisis de Componente Principales ACP</i> .....	28
<b>CAPÍTULO II</b> .....		<b>29</b>
2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>44</b>
3.	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
3.1.	<b>Inventario de macroinvertebrados en el río Ambato</b> .....	<b>44</b>
3.1.1.	<i>Caracterización del lugar</i> .....	44
3.1.2.	<i>Detalle de familias de macroinvertebrados colectados en el cauce del río Ambato</i> .....	49
3.2.	<b>Grupos tróficos en el río Ambato</b> .....	<b>52</b>

3.2.1.	<i>Grupos funcionales de macroinvertebrados del río Ambato</i> .....	52
3.2.2.	<i>Composición trófica</i> .....	68
3.2.3.	<i>Composición trófica por cuenca</i> .....	69
3.3.	<b>Análisis cenótico</b> .....	71
3.3.1.	<i>Determinación de índices de biodiversidad</i> .....	71
3.3.2.	<i>Análisis fisicoquímicos</i> .....	77
3.3.3.	<i>Análisis biológicos</i> .....	89
3.3.4.	<i>Análisis de componentes principales PCA</i> .....	91
3.3.5.	<i>Comprobación de hipótesis</i> .....	91
3.4.	<b>Diseño de una propuesta de un plan de manejo y conservación para la cuenca del río Ambato</b> .....	94
3.4.1.	<i>Antecedentes</i> .....	94
3.4.2.	<i>Diagnóstico</i> .....	94
3.4.3.	<i>Impacto ambiental</i> .....	99
3.4.4.	<i>Estrategias para conservación</i> .....	99
3.5.	<b>Plan de Manejo Ambiental</b> .....	100
3.5.1.	<i>Programas propuestos</i> .....	100
<b>CONCLUSIONES</b> .....		104
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		105
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Principales grupos de macroinvertebrados .....	17
<b>Tabla 1-2:</b>	Caracterización de los puntos de muestreo en el cauce del río Ambato.....	29
<b>Tabla 2-2:</b>	Salidas de campo y tipo de muestreo.....	31
<b>Tabla 3-2:</b>	Grupos tróficas Funcionales .....	32
<b>Tabla 4-2:</b>	Ficha para descripción de individuo .....	33
<b>Tabla 5-2:</b>	Límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico.....	35
<b>Tabla 6-2:</b>	Criterios de calidad de agua ICA NSF.....	36
<b>Tabla 7-2:</b>	Criterios de calidad de agua EPT.....	36
<b>Tabla 8-2:</b>	Criterios de calidad de agua según sensibilidad a contaminantes .....	37
<b>Tabla 9-2:</b>	Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP.....	37
<b>Tabla 10-2:</b>	Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador .....	38
<b>Tabla 11-2:</b>	Clases de estado ecológico según ABI Perú .....	38
<b>Tabla 12-2:</b>	Puntajes de índices biológicos .....	39
<b>Tabla 13-2:</b>	Selección de variables y componentes.....	39
<b>Tabla 14-2:</b>	Criterios de categorías de índices biológicos .....	40
<b>Tabla 15-2:</b>	Criterios homogéneos entre índices biológicos .....	40
<b>Tabla 16-2:</b>	Matriz de componentes principales .....	40
<b>Tabla 1-3:</b>	Listado de macroinvertebrados presentes en el río Ambato.....	45
<b>Tabla 2-3:</b>	Inventario general de macroinvertebrados en el cauce del río Ambato.....	49
<b>Tabla 3-3:</b>	Grupos funcionales de macroinvertebrados en sitios de muestreo .....	68
<b>Tabla 4-3:</b>	Índices de Biodiversidad por punto. ....	72
<b>Tabla 5-3:</b>	Índices de biodiversidad por cuenca. ....	74
<b>Tabla 6-3:</b>	Parámetros físico químicos tomados en el río Ambato.....	77
<b>Tabla 7-3:</b>	Parámetros físico químicos para la determinación de la calidad de agua del río Ambato .....	87
<b>Tabla 8-3:</b>	Índices biológicos aplicados en el río Ambat .....	90
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis de grupos tróficos de frecuencias observadas en función a las cuencas del río.....	92
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de grupos funcionales de frecuencias esperadas en función a las cuencas del río Ambato. ....	92
<b>Tabla 11-3:</b>	Dato estadístico de prueba.....	93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Relación riqueza-abundancia del río Ambato .....	48
<b>Gráfico 2-3:</b>	Grupos Tróficos alimenticios del río Ambato.....	68
<b>Gráfico 3-3:</b>	Grupos tróficos de la cuenca alta .....	69
<b>Gráfico 4-3:</b>	Composición trófica de la cuenca media .....	70
<b>Gráfico 5-3:</b>	Distribución de grupos tróficos por cuenca .....	71
<b>Gráfico 6-3:</b>	Índice de Margalef en puntos de muestreo .....	72
<b>Gráfico 7-3:</b>	Índice de Pielou en puntos de muestreo.....	73
<b>Gráfico 8-3:</b>	Índice de Shannon en puntos de muestreo .....	73
<b>Gráfico 9-3:</b>	Índice de Simpson en puntos de muestreo .....	74
<b>Gráfico 10-3:</b>	Índice de biodiversidad por cuenca.....	74
<b>Gráfico 11-3:</b>	Dendrograma de similitud cuantitativo entre puntos de muestreo.....	75
<b>Gráfico 12-3:</b>	Dendrograma de similitud cualitativa en la cuenca alta .....	75
<b>Gráfico 13-3:</b>	Dendrograma de similitud Cualitativa en la cuenca media .....	76
<b>Gráfico 14-3:</b>	Dendrograma de similitud cualitativa en la cuenca baja .....	77
<b>Gráfico 15-3:</b>	pH por cuenca del río Ambato .....	78
<b>Gráfico 16-3:</b>	Temperatura del río Ambato .....	79
<b>Gráfico 17-3:</b>	Amonio presente en el río Ambato .....	79
<b>Gráfico 18-3:</b>	Valores de calcio presente en el río Ambato .....	80
<b>Gráfico 19-3:</b>	Dureza total en el río Ambato .....	80
<b>Gráfico 20-3:</b>	Valores de Magnesio en el río Ambato.....	80
<b>Gráfico 21-3:</b>	Valores de conductividad en el río Ambato .....	81
<b>Gráfico 22-3:</b>	Demanda bioquímica de oxígeno del río Ambato .....	81
<b>Gráfico 23-3:</b>	Demanda Química de Oxígeno en el río Ambato .....	82
<b>Gráfico 24-3:</b>	Oxígeno disuelto en el río Ambato .....	82
<b>Gráfico 25-3:</b>	Solidos totales suspendidos en el río Ambato .....	83
<b>Gráfico 26-3:</b>	Turbidez del río Ambato.....	83
<b>Gráfico 27-3:</b>	Coliformes fecales del río Ambato.....	84
<b>Gráfico 28-3:</b>	Fosforo presente en el río Ambato .....	84
<b>Gráfico 29-3:</b>	Nitritos existentes en el río Ambato .....	85
<b>Gráfico 30-3:</b>	Valores de Nitritos en el río Ambato .....	85
<b>Gráfico 31-3:</b>	Valores de sulfatos en el río Ambato .....	86
<b>Gráfico 32-3:</b>	Análisis de componentes principales en el río Ambato .....	91
<b>Gráfico 33-3:</b>	Distribución de Chi cuadrado .....	93

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Inventario general Riqueza/Abundancia de macroinvertebrados río Ambato.

**ANEXO B:** Calculo índice biológico PET

**ANEXO C:** Calculo índice de sensibilidad

**ANEXO D:** Cálculo índice BMWP

**ANEXO E:** Cálculo índice ABI Perú y Ecuador

## RESUMEN

La presente investigación propone: Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato; se inició con un muestreo realizado en 9 puntos pertenecientes a la cuenca alta, media y baja del río, en estos sitios se aplicó el método de recolección de macroinvertebrados por red de surber en el sustrato del río y captura directa en piedras; luego, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Entomología de la FRN, en donde, se realizó la identificación de cada individuo mediante el uso de un estereoscopio LEICA SAPO 1090, con la finalidad de conocer la familia o el grupo al que pertenecen, a la par, se llevó un registro cuantitativo y cualitativo en una base de datos. Luego se estimó el índice fisicoquímico ICA NSF; índices biológicos como: Índice Biótico Andino (IBA) para Ecuador y Perú, Índice Biológico BMWP, Índice de Sensibilidad e Índice EPT para determinar la calidad del agua; finalmente se elaboró una propuesta de conservación para el estado ecológico del río. Por consiguiente, se registraron 1707 individuos de 16 familias de macroinvertebrados, la mayor abundancia se presentó en la cuenca media y el grupo trófico dominante es el de colector recolector (CR), debido a la acumulación de materia orgánica en el sustrato del río. El ICA califica como contaminada leve a la calidad de agua de la cuenca alta y a la cuenca media y baja como contaminada en exceso; mientras que, los índices biológicos califican a la calidad de agua de la cuenca alta como buena y la cuenca media y baja como mala. Por lo tanto, se considera que la calidad de agua del río Ambato es mala, determinando baja diversidad biológica, siendo la intervención antrópica la principal causa de contaminación. Se recomienda realizar investigaciones posteriores al funcionamiento de la planta de tratamiento.

**Palabras clave:** <MACROINVERTEBRADOS> <CUENCA HIDROGRÁFICA>  
<CALIDAD DE AGUA> <GRUPOS TRÓFICOS> <INVENTARIO>



Firmado  
electrónicamente por:

**HOLGER  
GERMAN  
RAMOS  
UVIDIA**

0616-DBRAI-UPT-2021

2021-02-08

## **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to analyze the trophic level of the macroinvertebrates of the Ambato river basin. The study began with a sampling which was developed in 9 points belonging to the upper, middle and lower basin of the river. In these sites the macroinvertebrate collection method was applied through the Surber Network in the river substrate and direct capture in stones. Then, the samples were transferred to the Entomology laboratory of the FRN, where, the identification of each individual was carried out by using a LEICA SAPO 1090 stereoscope in order to know the family or the group to which they belong to. At the same time, a quantitative and qualitative record was kept in a database. After that, the physicochemical index ICA NSF was estimated. Biological indices such as: Andean Biotic Index (IBA) for Ecuador and Peru, BMWP Biological Index, Sensitivity Index and EPT Index to determine water quality. Finally, a conservation proposal for the ecological status of the river was drawn up. Consequently, 1707 individuals from 16 families of macroinvertebrates were recorded, the highest level was in the middle basin and the dominant trophic group is the collector-collector (CR) and this responds to the accumulation of organic matter in the river substrate. The ICA classifies the water quality of the upper basin as mildly polluted and the middle and lower basin as excessively polluted; meanwhile, the biological indexes qualify the water quality of the upper basin as good and the middle and lower basin as bad. Therefore, it is considered that the water quality of the Ambato river is bad, determining low biological diversity, with anthropic intervention being the main cause of contamination. Post-operation investigations of the treatment plant are recommended.

**Keywords:** <MACROINVERTEBRATES> <WATER BASIN> <WATER QUALITY>  
<TROPHIC GROUPS> <INVENTORY>

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo de seres vivos terrestres y marinos, en el cual, se desarrollan procesos biológicos que determinan la variedad de especies (Halffter, 1994).

La Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002) destaca su participación contra la pérdida de biodiversidad como uno de los objetivos de Desarrollo del Milenio. Por otra parte, la UICN tiene como meta frenar la pérdida de biodiversidad. (World Wild Fund for Nature, 2010).

La pérdida de biodiversidad cada vez, es más notoria, pues, se evidencia de forma severa, rápida y constante en los ecosistemas (CEPAL, 2017), la frecuente amenaza de las especies; de acuerdo con la última evaluación de los Objetivos del Milenio; un 25% de los mamíferos y el 11% de las aves están amenazadas de extinción a nivel mundial (UICN, 2020) y actualmente la tasa de extinción esta entre 100 y 1.000 veces superior a la natural, lo que quiere decir que entre 18.000 y 55.000 especies se extinguirán cada año (Elcacho, 2014). Las principales causas que producen la pérdida de biodiversidad son: la destrucción y degradación de los hábitats, las especies invasoras, la sobreexplotación, la contaminación, el cambio climático (Tellería, 2013), la agricultura, la deforestación, la contaminación del suelo, el aire y las aguas con productos químicos son otras causas de pérdida de biodiversidad (CEPAL, 2017).

En el continente americano, la pérdida de biodiversidad es alarmante, pues el 25% de la fauna se encuentra amenazada y en peligro de extinción, tomando en cuenta que América alberga el 13% de la población mundial de especies y contribuye con el 40% de la biocapacidad del planeta (Sierra, 2018), además, el 20% de la Amazonía desapareció en los últimos 50 años (BBC News Mundo, 2018). Dentro de la región, Ecuador es considerado como un país megadiverso, sin embargo no está alejado de los problemas ambientales ocasionados por la intervención antrópica; las principales causas de la pérdida de biodiversidad en el país son la deforestación, ganadería, agricultura, minería y explotación de petróleo; lo que ha generado una pérdida del 2% anual en bosques, que han sido convertidos en tierras de cultivo y pasto; adicionalmente la segunda amenaza más relevante en el Ecuador es la contaminación del agua (Cruz, 2019), claramente provocado por la aplicación de un modelo de desarrollo económico, donde el objetivo es obtener rentabilidad de los recursos naturales, vulnerando toda existencia de vida (SENAGUA, 2010). La utilización de pesticidas en la agricultura, la contaminación de las aguas con metales pesados, la contaminación industrial y la utilización de los ríos como lugar de descargas de desechos líquidos y sólidos, han dado lugar a la alteración del ciclo y la calidad del agua (Galárraga, 2004).

Las áreas de mayor contaminación de agua en la región interandina son las ciudades de Quito, Cuenca y Ambato (CEPAL, 2004); en el caso de la ciudad de Ambato, la principal fuente de agua para los productores agrícolas, es el río Ambato (Moreta, 2018); sin embargo, hasta el año 2018, según la Jefatura de Gestión Ambiental y Desarrollo Minero del Municipio de Ambato, el río presentó un 83.64% de contaminación (GADMA, 2018). Por lo tanto, para conocer el grado de afectación que presenta el río; en esta investigación se trabajó con macroinvertebrados; cuyos organismos son mayormente acuáticos, viven en ambientes lénticos y lóticos, su dimensión va desde 0.5mm a 5.0 mm y se los puede apreciar a simple vista (Roldan, 2016); además, la presencia de una comunidad de especies permite conocer con mayor claridad las condiciones que prevalecen y las fluctuaciones de contaminación que pueden presentarse en ambientes acuáticos (Roldán, 1999). Aunque, anteriormente para conocer la calidad de agua de agua, se usaban análisis físico-químicos, cuyos resultados eran puntuales, en la actualidad, el uso de macroinvertebrados permite aplicar índices biológicos y conocer varias características en el diagnóstico de la calidad del agua (Paredes, *et al*, 2004).

## **Problema**

A pesar que, desde el año 2004 se realizan controles en las aguas del río Ambato (GADMA, 2018), para conocer la modificación y contaminación de las aguas; las publicaciones relacionadas a este tema son escasos (Carvajal, 2017); sin embargo, la contaminación del río sigue elevando su porcentaje (Fiallos, 2018), generando preocupación, en los habitantes y productores de la provincia por la disminución del caudal de agua y el constante cambio de color que presenta el río, para el riego de sus cultivos (Moreta, 2018). La principal causa para que se genere la disminución del caudal en los ríos, a nivel mundial, es el incremento de la temperatura como resultado del cambio climático, producido por el accionar de las actividades humanas; pues el aumento de la temperatura genera alteraciones en los patrones de precipitación e incrementa la tasa de evaporación (BBC News Mundo, 2009); esto conlleva con seguridad a severos problemas ambientales y sociales. El escaso interés que existe por la ciudadanía para llevar acciones solidarias como hábitos a favor del ambiente, también es un constante factor que afecta al río, pues la población Ambateña ha hecho costumbre de descargar sus aguas residuales al río, en total 100 toneladas diarias de basura son arrojadas, lo que se ha convertido en el foco de contaminación del agua (Urgilés, 2013). Por lo tanto, es necesario establecer estrategias de manejo, que incluya programas de conciencia ambiental aplicados a la ciudadanía para la conservación del recurso agua y promover la conservación del patrimonio natural.

## **Justificación**

Puesto que, los pocos estudios que existen de la importancia y estado del río Ambato se han desarrollado en las vertientes de agua provenientes de los deshielos del nevado Cotopaxi (Carvajal, 2017); la presente investigación se realizó en el río Ambato, proveniente de los deshielos del nevado Chimborazo, existen vertientes que atraviesan ciertas comunidades que se encuentra dentro de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH); la misma que, alberga gran cantidad de ecosistemas, uno de los principales es el páramo, el cual, es considerado como una importante fuente de agua (SNAP, 2015), por tal razón, su conservación es imprescindible, estos ecosistemas están protegidos por la constitución del Ecuador del 2008; en el artículo 406 donde menciona que “el estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable de los ecosistemas frágiles, entre otros; paramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros”, con la finalidad de conservar la biodiversidad del país amparado por los artículos 14, 395 y 397 literal 4 que “se declara de interés público la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; siguiendo un modelo sustentable de desarrollo; ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que respete la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y asegure la satisfacción de las necesidades de generaciones presentes y futuras de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas del ecosistema” (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008). Además, en el Texto Unificado de Legislación secundaria de Medio Ambiente, (2017); establece que se debe “hacer del Ecuador un país que conserva y uso sustentablemente su biodiversidad, mantiene y mejora su calidad ambiental, promoviendo el desarrollo sustentable y la justicia social y reconociendo agua, suelo y aire como recursos naturales estratégicos”.

Adicionalmente el recurso agua vinculado al sector turístico tiene mucha importancia; pues, el turismo es responsable del 1% del consumo mundial del agua y representa hasta el 10% de facturas de servicios en el sector (ONU, 2017); tomando en cuenta que un turista consume de 84 a 2000 litros de agua por día y puede llegar a 3423 litros por habitación al día (Gossling, 2013); por otro lado también existen turistas que prefieren disfrutar de su tiempo de ocio en lugares donde el recurso se encuentra al natural como ríos, playas, cascadas o islas; por ende, si el sector turístico pretende contribuir a la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible y equitativo con un consumo irresponsable y desigual del recurso no lograra ningún objetivo (Díaz, et al., 2016). Por lo tanto, la normativa nacional vigente del TULSMA, (2017), propone en su artículo 211, que “La Autoridad Ambiental Competente en coordinación con la Agencia de Regulación y Control del Agua, verificará el cumplimiento de las normas técnicas en las descargas proveniente de los sistemas de tratamiento implementados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados”.

Por tal razón este trabajo tiene como finalidad conocer la estructura trófica del río Ambato, en la provincia de Tungurahua, para conocer cuáles son los principales contaminantes del agua y posteriormente identificar cuáles son las afecciones que se producen en el río y los sectores que dependen de él; al no implementar un plan de manejo para estos ecosistemas y sus componentes; cumpliendo con la normativa vigente para la investigación y recolección de muestras según del Art. 136 del TULSMA, (2017), donde menciona que “La investigación o estudio que implique la colección de especímenes o elementos de la flora o la fauna silvestre, obtención de datos e información de campo dentro del Patrimonio Forestal de Estado y las que se ejecuten utilizando especies o elementos de la flora y la fauna silvestres, requieren autorización del Ministerio del Ambiente o la dependencia correspondiente de éste, mediante la concesión de la respectiva licencia”. Además, esta investigación está articulada al proyecto institucional “Sistemas basados en las comunidades de macroinvertebrados para la evaluación del estado ecológico de los bofedales de la meseta andina de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo”, el cual es un proyecto internacional del Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en convenio específico con la Universidad Santiago de Compostela (España).

## **Objetivos**

### **General**

- Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato.

### **Específicos**

- Identificar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Ambato
- Analizar los grupos funcionales de los macroinvertebrados presente en la cuenca del río Ambato.
- Analizar cenóticamente los macroinvertebrados presentes en la cuenca.
- Diseñar propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis Alternativa**

La estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato cambia a lo largo de su recorrido.

### **Hipótesis Nula**

La estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato no cambia a lo largo de su recorrido.

## CAPÍTULO I

### 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. Biodiversidad

El término Biodiversidad apareció en 1995, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica en los Estados Unidos por Edwar o. Wilson (1995) y se denominó a la variabilidad genética entre especies que viven en un lugar determinado (Galindo, 2011); concepto que concuerda con Castañeda (2017), acotando que están incluidos los organismos vivos de ecosistemas terrestres marinos y demás sistemas acuáticos.

##### 1.1.1. Componentes *de la biodiversidad*

La biodiversidad está formada por tres factores:

###### 1.1.1.1. *Diversidad de ecosistemas.*

Son todos los lugares o espacios en donde se concibe la vida (Raffino, 2019) y es considerado como el núcleo central de vida. (Castañeda, 2017)

###### 1.1.1.2. *Diversidad genética.*

Aquí se incluye a conjunto de genes (Raffino, 2019), es decir, a todos los componentes del código genético de cada uno de los organismos y la variedad de especies dentro de una misma población (Castañeda, 2017).

###### 1.1.1.3. *Diversidad taxonómica.*

Es la diversidad de especies con características comunes (Castañeda, 2017)

#### 1.2. Especie

De acuerdo con lo que menciona Ruelas (2018), se denomina como especie a 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 (Costas, 2014).

#### **1.2.1. *Concepto normalista de especie***

El concepto normalista definido por Occan (Costas, 2014), niega la existencia de la especie y contempla que en la naturaleza simplemente existen los individuos, por lo tanto no tienen una entidad real en la naturaleza (Haro, 1999),

#### **1.2.2. *Concepto morfológico de especie***

Aunque esta clasificación apareció en 1954 por Cain bajo el criterio de semejanza morfológica, ya se hacía referencia que la especie es el conjunto de individuos de una población independiente de otra (Fernández, et al., 1995); en la actualidad también se mantiene el criterio, donde la especie es el conjunto de individuos con características comunes de los individuos que siguen un patrón (Arenas, 2015)

#### **1.2.3. *Concepto biológico de especie***

El concepto fue acuñado por Mayr, y contempla a la especie como una comunidad que se reproduce entre sí (Marilaf, 2013) y forman poblaciones; sin embargo, no aplica para las individuos de reproducción asexual o poblaciones que donde no existen machos y los grupos fósiles (Costas, 2014).

#### **1.2.4. *Concepto evolutivo de especie***

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).

#### **1.2.5. *Población***

Se considera como población al grupo de individuos de una misma especie que viven en un lugar determinado y en un tiempo concreto.

### **1.3. *Ecosistema***

Según (Margalef, 1997), el ecosistema es el conjunto de seres vivos, los mismos que articulados forman elementos bióticos y abióticos; siguiendo este contexto (Rice, 2017) concuerda que, 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.

### **1.3.1. Componentes de los ecosistemas**

Según (Silvia, 2017), los componentes de un ecosistema son los siguientes:

#### **1.3.1.1. Factores bióticos.**

También conocido como Biocenosis, son todos los organismos que tienen vida y la capacidad de interactuar con otros seres vivos, cuyos elementos desarrollarán características y comportamientos determinados para subsistir y reproducirse, por ejemplo, el reino animal y el reino de las plantas (Silvia, 2017).

#### **1.3.1.2. Factores abióticos.**

También conocidos como el Biotopo, es la parte no viva del ecosistema cuya función es ayudar a mantener el equilibrio del sistema para la subsistencia de los seres vivos, formados por el medio físico como las rocas, agua, minerales, mismos que poseen características físicas y químicas (Silvia, 2017).

### **1.3.2. Clasificación de los ecosistemas**

De acuerdo al criterio de Belmonte (2019), los ecosistemas se clasifican en:

#### **1.3.2.1. Ecosistemas Acuáticos.**

a) Ecosistemas marinos.- Está conformado por todas las zonas de la tierra que se encuentran cubiertas por agua y según su salinidad pueden ser ecosistemas de agua salada como los mares y océanos; o ecosistemas de agua dulce o también conocidos como dulceacuícolas como ríos, lagos, lagunas, etc (Belmonte, 2019).

b) Ecosistemas dulceacuícolas. - Son los ecosistemas que presentan baja concentración de sal. Estos ecosistemas se encuentran divididos en 3 subgrupos:

c) Ecosistemas lenticos.- Son ecosistemas de agua dulce, en donde sus aguas permanecen estancadas y no presentan movilidad por ningún tipo de corriente; generalmente en estos ecosistemas crecen plantas, cubriendo en su totalidad el espacio del ecosistema (Belmonte, 2019) y en ocasiones especialmente en sequias pueden llegar a desaparecer, pues su única fuente de ingreso de agua es la lluvia (Fernández, 2019). Entre los principales ecosistemas están los lagos, lagunas, estanques, charcos.

d) Ecosistemas loticos.- Son ecosistemas de aguas rápidas que presentan corrientes fluviales y tienen constante movimiento (Cajal, 2018) debido a las corrientes, la gravedad, los desniveles y las irregularidades del paisaje; los ríos y arroyos son claros ejemplos (Belmonte, 2019).

e) Humedales.- Estos ecosistemas se caracterizan su humedad en tierra firme y en el aire (Belmonte, 2019); sin embargo la definición más utilizada es la de la convención Ramsar “que abraza a todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos y sitios artificiales como estanques, piscícolas, arrozales, reservorios y salinas (MAE, 2015).

#### 2.3.2.1. Ecosistemas Terrestres

De acuerdo a la clasificación propuesta por (Viteri, 2008) y (Rafino, 2018), los ecosistemas terrestres son:

a) Tundra.- Estos ecosistemas se encuentran en las zonas septentrionales del planeta y posee temperatura muy baja. La mayor parte del año el suelo de la tundra permanece helado, permitiendo solo el desarrollo de líquenes y musgos, en estos ecosistemas no existen los árboles (Viteri, 2008).

b) Taiga.- Es el bioma de mayor extensión en el planeta, se caracteriza por poseer climas fríos hasta  $-30^{\circ}$  en inviernos y hasta  $19^{\circ}$  en verano. La principal vegetación de este bioma son las coníferas como los abetos y pinos que se han adaptado a las bajas temperaturas (Rafino, 2018).

c) Bosque tropical húmedo.- Estos ecosistemas se caracterizan por las abundantes precipitaciones dando lugar a un clima húmedo y la temperatura promedio es de  $24^{\circ}\text{C}$ , presentan abundante vegetación y albergan a la mayor parte de poblaciones de animales que el resto de ecosistemas (Viteri, 2008). Generalmente se ubican en las regiones del Ecuador de América y África, por lo que son consideradas como las zonas con más biodiversidad del planeta (Rafino, 2018).

d) Sabana.- Es un bioma africano que se da en regiones muy cálidas con una estación seca y una estación húmeda, la vegetación que se encuentra en este bioma son las gramíneas y existen grandes herbívoros como las cebras y los antílopes (Viteri, 2008).

e) Desiertos.- Son ecosistemas adaptados a cambios extremos de temperatura, es decir, en el día extremadamente calurosos y en la noche extremadamente fríos (Viteri, 2008); por tal razón, aquí existen plantas adaptadas a los cambios violentos de temperatura y a conservar agua como los cactus y también existen pocos animales (Rafino, 2018).

#### **1.4. Recursos Naturales**

Los recursos naturales son aquellos componentes que provienen de la naturaleza dispuestos al consumo de los humanos para satisfacer sus necesidades cuya característica principal es que los recursos naturales no pueden ser producidos por el hombre (Anzil, 2006); también pueden ser fuente de riqueza para la explotación como los minerales. Se clasifican en recursos naturales renovables y no renovables (Mastrangelo, 2009).

##### **1.4.1. Recursos naturales renovables**

Los recursos naturales renovables son aquellos que se pueden mantener e incrementar en el tiempo como por ejemplo los bosques, animales, el viento, la luz solar, energía hidráulica, el agua teniendo en cuenta que si su uso es racional es renovable en caso de ejercer un uso irresponsable e inadecuado se convierte en un recurso no renovable (Anzil, 2006).

##### **1.4.2. Recursos naturales no renovables**

Los recursos naturales no renovable son elementos de la naturaleza que se encuentran en cantidades determinadas pues su proceso de regeneración es demasiado largo por lo que el uso excesivo de los mismos conlleva a su agotamiento como el petróleo, los metales, los minerales y el gas natural (Anzil, 2006)

#### **1.5. Conservación**

En términos ambientales, la conservación hace referencia a las acciones, políticas o estrategias para reducir, minimizar o impedir el ocasiona las actividades agrícolas, industriales, urbanas, comerciales a los ecosistemas naturales y en especial a la flora y la fauna (Rafino, 2019).

### **1.5.1. Conservación in situ**

La conservación in situ es la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales (ej. Áreas Naturales Protegidas) y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que se hayan desarrollado sus propiedades específicas lo que permitirá la conservación de la agrobiodiversidad, en especial de los parientes silvestres de cultivos andinos, pero también amazónicos y costeños (Ministerio de Agricultura y Riego , 2015).

### **1.5.2. Conservación ex situ**

La conservación ex situ se refiere a la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (Ministerio de Agricultura y Riego , 2015). Este tipo de conservación se divide en:

#### **1.5.2.1. Colecciones Científicas**

Como bancos de germoplasma, bancos de genes, herbarios y museos de ciencias naturales. (Ministerio de Agricultura y Riego , 2015)

#### **1.5.2.2. Centros de cultivo propagación o crianza reproducción**

Como zocriaderos, con fines comerciales, piscigranjas y zoológicos, con fines de difusión e investigación; centros de rescate; centros de custodia temporal; bioterios; viveros; arboretos y jardines botánicos (Ministerio de Agricultura y Riego , 2015).

### **1.5.3. Medidas de conservación**

1.5.3.1. *Educar a la sociedad para que haga uso responsable de los recursos compartiendo los daños que genera su accionar sobre ellos.*

1.5.3.2. *Fomentar el consumo responsable de los recursos como del agua y la electricidad tomando como prioridad que los recursos son limitados y necesarios.*

1.5.3.3. *Fomentar una legislación rigurosa que ejerza sobre los actores del daño ocasionado a cualquier recurso.*

## **1.6. Estructura trófica**

### **1.6.1. Concepto**

El concepto propuesto por IES ABASTOS VALENCIA (s.f), la estructura trófica son aquellas relaciones que se establecen entre los seres vivos en función a su alimento, se puede representar como una cadena trófica.

### **1.6.2. Cadena trófica**

Cadena trófica (del griego throphe: alimentación) es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente (Odum, 1972).

#### **1.6.2.1. Productores**

Los productores o también conocidos como fotosintéticos o autótrofos, encargados de realizar la fotosíntesis y formar materia orgánica a partir de la energía solar. Los principales organismos en realizar esta actividad son las algas y las plantas. Los productores son el primer eslabón de las cadenas alimenticias y forman el primer nivel trófico (Raffino., 2019).

#### **1.6.2.2. Consumidores**

Los organismos que necesitan de materia orgánica, es decir, heterótrofos son conocidos como consumidores, Raffino. (2019), se clasifican en:

- a) Consumidores primarios. - Aquellos organismos que se alimentan directamente de los productores como los fitófagos o hervidores y forman el segundo nivel trófico (Raffino., 2019).
- b) Consumidores secundarios. - Aquellos organismos cuyo alimento lo obtienen a partir de los consumidores primarios, llegan a llamarse zoófagos o carnívoros y forman el tercer nivel trófico (Raffino., 2019).

#### **1.6.2.3. Disponedores**

De acuerdo a (Cardona, 2018), son organismos que transforman la materia orgánica compleja en materia orgánica más sencilla, convirtiéndose así en organismo transformadores para

posteriormente pasar a ser los organismos mineralizadores que transforman la materia orgánica sencilla en materia orgánica en materia inorgánica o mineral.

## **1.7. Grupos funcionales**

La teoría ecológica clásica asumía que cada una de las especies de un ecosistema ocupaba un nicho ecológico propicio, diferente al de cualquier otra, gracias a la acción del mecanismo conocido como exclusión competitiva. Por lo tanto, para comprender el funcionamiento del ecosistema era necesario conocer el nicho de cada especie. El reconocimiento de la redundancia ecológica llevó a la definición, hace ya un tiempo, del concepto de grupo funcional, entendido como un conjunto de especies con un papel ecológico similar (Cardona, 2014).

### **1.7.1. Grupos funcionales de macroinvertebrados**

Los grupos funcionales de macroinvertebrados se basan al comportamiento alimenticio, aunque puede cambiar a través del ciclo de vida del animal y que algunos animales ingieren diversos tipos de alimento (son omnívoros) (Hanson, *et al.*, 2010).

Los herbívoros se alimentan 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 (Coleóptera: Curculionidae). Hay muy pocos herbívoros que no son fragmentadores: una especie de Chironomidae que induce agallas en Podostemaceae y algunos homópteros (Hemíptera) semiacuáticos que succionan savia. Otros herbívoros se alimentan de algas microscópicas, son menos especializados y por lo general seleccionan su alimento con base a su tamaño y disponibilidad. Algunos son filtradores de partículas en suspensión, que son recolectadas a través de cepillos bucales o redes de seda. Otros son raspadores que se alimentan de algas (perifiton) y microbios adheridos a las rocas u otros sustratos; ejemplos incluyen: Heptageniidae (Ephemeroptera), Glossosomatidae (Trichoptera, y caracoles (Hanson, *et al.*, 2010).

Los carnívoros se alimentan 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). A menudo los depredadores poseen adaptaciones morfológicas para capturar la presa, por ejemplo, las patas raptorales en chinchas y el labio extensible en Odonata Algunos

filtradores son depredadores cuando se alimentan de animales planctónicos (zooplancton) (Hanson, *et al.*, 2010).

Los parasitoides son organismos que viven en una asociación íntima con un hospedero y a diferencia de un parásito, siempre lo matan. En contraste con un depredador, la larva de un parasitoide consume un solo individuo. Comparado con los ecosistemas terrestres, este grupo es muy escaso en los ecosistemas acuáticos. Incluye algunas pocas especies de avispidas (Hymenoptera) que entran al agua para poner su huevo en un insecto acuático o en sus huevos, donde se alimenta y se desarrolla su larva. Este grupo también incluye las larvas de algunos Sciomyzidae (Díptera) que son parasitoides de caracoles (Hanson, *et al.*, 2010).

Igual que el grupo anterior, los parásitos son organismos que viven en una asociación íntima con un hospedero, pero generalmente no lo matan (a veces pueden matarlo si la población de parásitos es muy alta). Ejemplos incluyen Sisyridae (Neuroptera) que son parásitos de esponjas (Porífera), Branchiura y algunos Copepoda (Crustácea) en peces, Bopyridae (Isópoda) en las branquias de camarones, las larvas de ácaros en los adultos de insectos acuáticos y las larvas de algunas almejas (unionida) en branquias de peces (Hanson, *et al.*, 2010).

Los detritívoros se alimentan de detritus (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. Los filtradores incluyen los animales que utilizan estructuras especializadas del cuerpo (cepillos bucales como en Simuliidae, patas con brochas de setas en algunas Ephemeroptera y Trichoptera, branquias ciliadas en almejas, etc.) o redes de seda (algunos Trichoptera y Chironomidae) que funcionan como filtros para remover partículas finas (<1mm) del agua. Ellos comúnmente aprovechan sitios de corriente fuerte que llevan una mayor cantidad de alimento. Muchos filtradores son más bien omnívoros porque se alimentan tanto de materia viva (fitoplancton y zooplancton) como de materia muerta. Los recogedores (recolectores) son animales que recogen partículas finas (<1mm) depositadas en el agua (Hanson, *et al.*, 2010).

## **1.8. Macroinvertebrados**

### **1.8.1. Concepto**

Son organismos invertebrados habitantes, en algún momento de su ciclo vital, de hábitats acuáticos, que son lo suficientemente grandes como para ser retenidos por redes de luz de malla de 250  $\mu\text{m}$ , la gran mayoría (alrededor del 80%) corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos, y en especial sus formas larvarias, son las más abundantes (Escudero, 2009); por otra parte, (Ladrer, 2014) coincide con Escudero pero acota que los macroinvertebrados son organismos ubicuos y abundantes, por lo que pueden verse afectados por perturbaciones ambientales en distintos tipos de sistemas acuáticos.

### **1.8.2. Etología**

#### **1.8.2.1. Hábitat y locomoción**

Los animales de agua dulce se pueden clasificar basándose en donde se encuentran en el cuerpo de agua y su manera de moverse. Algunos viven en la superficie del agua (neutrón) mientras que otros permanecen suspendidos en la columna del agua (plancton) o bien nadan activamente (necton). Estos grupos generalmente no habitan en aguas con corriente y pueden ser muy abundantes y diversos en lagos y lagunas (Hanson, et al., 2010).

La mayoría de los animales dulceacuícolas viven sobre algún tipo de sustrato, ya sea en el fondo (bentos) o en los tallos de plantas acuáticas, madera, rocas, etc (Hanson, et al., 2010).

#### **1.8.2.2. Alimentación**

Los macroinvertebrados pueden alimentarse de plantas acuáticas, algas y el resto de otras plantas; de invertebrados y peces; de nutrientes del suelo o pequeños restos de comida en descomposición; elementos nutritivos del agua y sangre de otros animales (Carrera, et al., 2001).

#### **1.8.2.3. Respiración**

Los ambientes acuáticos tienen menos oxígeno que los ambientes terrestres y la difusión de oxígeno por el agua es mucho más lenta que en el aire. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua disminuye conforme aumenta la temperatura y disminuye la corriente. En agua fría pueden haber 15ppm (partes por millón) de oxígeno mientras que en el aire es 200 000ppm. Por ello, los

macroinvertebrados tienen una diversidad de adaptaciones para obtener oxígeno del agua en los ambientes acuáticos (Hanson, et al., 2010).

En los insectos el sistema respiratorio consiste en una serie de aberturas (espiráculos) en el cuerpo, donde el aire entra directamente en un sistema de tubos (traqueolos) que se ramifican por todo el cuerpo. Muchos ácaros también tienen un sistema traqueal, pero este evolucionó de forma independiente al sistema de los insectos. En los insectos los espiráculos pueden estar abiertos para utilizar aire (directamente o indirectamente) o bien pueden estar cerrados y efectuar el intercambio de gases por la cutícula (Hanson, et al., 2010).

Los insectos acuáticos complementan la respiración cutánea con extensiones de la pared corporal que tienen numerosos traqueolos. Estas branquias traqueales están presentes en los estadios inmaduros de al menos algunas especies de todos los órdenes acuáticos principales, con la excepción de Hemiptera. Las branquias traqueales pueden tener la forma de placas o de filamentos ramificados y son especialmente diversos en Ephemeroptera. Las branquias traqueales son especialmente importantes en aguas más cálidas y con menos oxígeno. El insecto a menudo mueve el cuerpo para aumentar el flujo de agua que pasa por las branquias (ventilación). Por ejemplo, los movimientos rítmicos de branquias en Ephemeroptera, las ondulaciones del abdomen de Trichoptera y Chironomidae dentro de sus casitas, y el movimiento del agua adentro y fuera de la cámara rectal de Anisoptera. Algunos insectos complementan la respiración cutánea con pigmentos respiratorios, lo que les ayuda a colonizar sitios donde el agua tiene niveles bajos de oxígeno (Hanson, et al., 2010).

Muchos otros invertebrados dulceacuícolas utilizan la respiración cutánea y branquial, pero en vez de traqueolos tienen vasos sanguíneos que llevan el oxígeno a los tejidos. Los caracoles pulmonados han perdido las branquias y en su lugar la cavidad del manto se ha convertido en un pulmón, una adaptación para la respiración terrestre. Los Lymnaeidae y Physidae dependen en gran parte del aire que consiguen en la superficie del agua, y generalmente no pueden vivir a mucha profundidad. Sin embargo, los Planorbidae han evolucionado una branquia secundaria y además tienen hemoglobina, y por lo tanto pueden vivir en aguas con poco oxígeno (Hanson, et al., 2010).

#### 1.8.2.4. *Osmorregulación*

La osmorregulación consiste en el mantenimiento de concentraciones específicas de sales o iones dentro del cuerpo. Los animales de agua dulce viven en un medio hipotónico, o sea, el agua tiende a entrar a su cuerpo porque las concentraciones de sales son mayores en su cuerpo que en el

medio. Una manera de reducir la entrada de agua es poseer un tegumento impermeable: cutícula con cera en insectos o cutícula con carbonato de calcio en crustáceos. Sin embargo, la respiración cutánea y la respiración branqueal (branquias traqueales en el caso de insectos) requieren de superficies permeables y por las que entra un exceso de agua al cuerpo (Hanson, et al., 2010).

Los animales dulceacuícolas eliminan este exceso de agua por medio de una orina muy diluida. En los crustáceos decápodos estos procesos ocurren en un par de glándulas ubicadas en la base del segundo par de antenas (estas glándulas son más grandes en los decápodos dulceacuícolas que en los marinos) (Hanson, et al., 2010).

A pesar de la recuperación de solutos (sales o iones), el animal siempre pierde una fracción en la orina y a través de la superficie branqueal. Los solutos son reemplazados por la acción de células especializadas para la absorción de sales. Por ejemplo, Ephemeroptera y Plecóptera tienen células de cloruro en las branquias y el abdomen, mientras que estas células se encuentran en varias partes del cuerpo de chinches. Otros insectos tienen epitelio de cloruro localizado en el abdomen (Trichoptera) o dentro de la cámara rectal (Odonata: ambos subórdenes). Muchos Trichoptera y Díptera tienen extensiones (papilas), generalmente en la parte posterior del cuerpo, las cuales no deben confundirse con branquias. Las larvas de Dytiscidae (Coleóptera) absorben iones en su intestino, y por lo tanto tienen que tomar agua y excretar mucha orina diluida. Los decápodos reemplazan las sales por absorción a través de las branquias (Hanson, et al., 2010).

Se debe notar que los problemas de osmorregulación que enfrentan los animales de agua dulce son opuestos a los enfrentados por los animales marinos. Los últimos requieren diferentes tipos de adaptaciones y por esta razón los animales dulceacuícolas usualmente no pueden tolerar un aumento en la salinidad del agua (Hanson, et al., 2010).

### 1.8.3. Clasificación

A continuación, se muestran los principales grupos de macroinvertebrados:

**Tabla 1-1:** Principales grupos de macroinvertebrados

MACROINVERTEBRADOS				
Filo	Subfilo	Clase	Orden	Características
Artrópoda	Hexápoda	Collembola		Son terrestres, sin embargo, hay algunas especies con adaptaciones para vivir en la superficie del agua, son de tamaño pequeño y poseen una estructura al final del abdomen conocida como fúrcula que sirve para brincar.

		Insecta	Ephemeroptera	Son acuáticos en sus etapas inmaduras, poseen tres filamentos terminales y branquias abdominales, se encuentran en ambientes de agua dulce, pero son abundantes en fondos rocosos de los ríos, se alimentan de una variedad de algas y detritus.
			Odonata	Son acuáticos en estados inmaduros, las ninfas son depredadores, han desarrollado un labio altamente modificado para atrapar presas, el cual se encuentra debajo de la cabeza y en reposo se encuentra doblado viven en el fondo o sobre la vegetación emergida.
			Plecóptera	Son acuáticos en estados inmaduros, poseen dos cercos terminales y branquias torácicas, se encuentran en aguas con corriente.
			Blattaria	Se encuentran en zonas de corriente y en quebradas en aguas limpias, existen algunas especies que viven asociadas con fitotelmata especialmente en los tanques de bromelias.
			Hemíptera	incluye a los chinches y los homópteros, se las reconoce por sus piezas bucales en forma de pico lo cual ayuda a ser capaces de picar muy fuerte
			Megaloptera	Todos son acuáticos en sus etapas larvales, Es un orden pequeño con solo dos familias. Los Corydalidae son grandes y viven principalmente en aguas con corriente mientras que los Sialidae (una familia menos común) son más pequeños y habitan en varios tipos de agua con sedimentos blandos. Las larvas de ambas familias son depredadoras y las pupas son terrestres.
			Neuróptera	Es un orden terrestre y solo la familia Sisydae es acuática, las larvas de esta familia se alimentan de esponjas y de agua dulce.
			Coleóptera	La mayoría de las familias son terrestres en estados adultos sin embargo en estado larvario son acuáticos, habitan en casi todo tipo de agua y su morfología también es muy variable.
			Hymenoptera	Casi todos los himenópteros son terrestres pero algunas pocas avispitas son parasitoides de insectos acuáticos. En algunos casos la hembra entra al agua para poner su huevo en el hospedero. Estas avispas son muy escasas en las muestras acuáticas y la mejor manera de recolectarlas es criando los hospederos.
			Tricóptera	Todos son acuáticos en sus etapas inmaduras tienen un solo par de patas al final del abdomen (con una sola uña). Viven en muchos tipos de agua dulce y su biología es diversa. Construyen una red de seda para filtrar el agua algunos no construyen ni casita ni red.

			Lepidóptera	Solo la subfamilia Nymphulidae es acuática, viven en casitas o sobre rocas en aguas de corriente donde construyen túneles de seda, se alimentan de algas y algunas tienen branquias.	
			Díptera	Aunque el orden es principalmente terrestre, el orden contiene la mayor parte de familias dulceacuícolas, su morfología es muy variada, no poseen patas verdaderas en su tórax.	
	Crustacea	Branchiopoda		Son restringidos a las aguas continentales, son de gran tamaño que se pueden confundir con Ostracoda o almejas pequeñas, viven principalmente en lagunas y se alimentan como filtradores.	
			Maxillopoda-Subclase Brnachuira	Son ectoparásitos, su cuerpo es aplanado y tienen 4 pares de patas.	
			Maxillopoda-Subclase Copepoda	Aunque la mayoría es de agua dulce, alrededor del 20% son de agua dulce, poseen cuerpo cilíndrico, con 5 pares de patas natatorias, viven como plancton en el fondo del agua.	
			Ostracoda	Son micro crustáceos, caparazón de dos valvas, el primer par de patas esta modificado para excavar, trepar o matar, viven en el fondo de las aguas.	
			Malacostraca	Amphipoda	Por lo general miden de 5 a 20mm, la hembra incuba a los embriones y no existe etapa larvaria independiente, viven en el fondo del agua o en la vegetación acuática.
				Isópoda	Su cuerpo mide de 5 a 20mm y su cuerpo es aplanado o delgado y alargado, la hembra incubar los embriones y no existe etapa larvaria independiente, presentan bacterias endosimbiontes que les ayuda a su digestión, se alimentan de hojarasca sumergida.
				Decápoda	Incluyen camarones y una especie introducida de langosta, los cangrejos son nocturnos, los camarones en etapa larval viven en agua dulce, pero al pasar a su estado adulto migra hacia agua salobres.
	Chelicerata	Arachnida		Algunas especies son semiacuáticas, en este grupo se encuentran los ácaros, en su etapa larval poseen seis patas y en ninfas y estado adulto poseen ocho, presentan cuerpo redondeado y no poseen antenas.	
			Trombidiformes-Suborden Prostigmata-Subfamilia Halacaroidea	Son acuáticos, son muy pequeños y presentan dos patas dirigidas hacia adelante y dos hacia atrás, viven en el fondo del agua y son incapaces de nadar.	
			Trombidiformes-Suborden Prostigmata-Subcohorta Hydrachnidae	Por lo general miden de 0,5 a 1,5mm, poseen colores brillantes como advertencia de su sabor desagradable, presentan un ciclo de vida complejo.	

			Sarcoptiformes- Suborden Oribatida	El orden principalmente es terrestre pero solo el 1% son acuáticos, tienen tamaño similar al grupo anterior, presentan cuerpo duro y se alimentan de materia vegetal en descomposición y hongos.
Molusca				Este filo presenta 6 clases, 5 son marinas y solo los caracoles y las almejas con dulceacuícolas, poseen una concha de carbonato de calcio por lo que necesitan aguas alcalinas.
		Gastrópoda		Su tamaño varía desde 2 hasta 70mm, existen dos grupos; los prosobranquios son generalmente grandes, poseen branquias y necesitan agua con propiedades físico-químicas; mientras que los Caracoles pulmonados tienen conchas más pequeñas y delgadas, y su cavidad manto funciona como un pulmón para respirar.
		Bivalvia		Principalmente son marinas, pero solo el 16% de las especies viven en agua dulce, su tamaño varía de 2 a 180mm, pueden poseer colores como pardo claro, verde, cobrizo o negro, viven fijados al sustrato y en aguas no contaminadas,
Annelida				Tradicionalmente se clasifican en oligoquetos, poligoquetas y sanguijuelas; las especies dulceacuícolas son pequeñas y detritívoras en los sedimentos del fondo,
Platyhelminthes				Son gusanos planos, se han clasificado en 4 grupos; turbelarios, trematodos, monógenos y las solitarias; los últimos tres son parásitos de otros animales; los turbelarios son depredadores, aunque también se alimentan de animales muertos y algas. El grupo principal es Tricladida, más conocidos como planarias han sido más estudiadas que el resto del grupo.
Nemertea				Grupo pequeño, principalmente marino, pero con pocas especies dulceacuícolas, son alargados y tienen una proboscis eversible que sirve para capturar sus presas, similares a los Platyhelminthes
Nematomorpha				Los gusanos adultos son alargados y delgados, las larvas son parásitos en algunos artrópodos y los adultos viven en hospederos terrestres.
Nematoda				Se encuentran en todas partes del mundo, pueden soportar varias condiciones de hábitats, generalmente son pequeños de 0,2 a 2mm, y son los animales más abundantes en los sedimentos, morfología variada.
Cnidaria				Incluye a las medusas, anémonas y corales, el color de estos individuos depende de las algas simbiotas.

Porífera				Es el filo más ancestral del reino animal, las esponjas pueden tolerar condiciones físico-químicas extremas, son filtradoras y albergan a una diversidad de invertebrados.
----------	--	--	--	--

Fuente: (Hanson, et al., 2010)

## **1.9. Bioindicador**

### **1.9.1. Concepto**

Un bioindicador es un indicador constante en una especie vegetal, hongo o animal; o un grupo de especies cuya presencia refleja información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio (Morales, 2011).

### **1.9.2. Tipos de bioindicadores**

#### **1.9.2.1. Según su complejidad**

##### **a) Especies bioindicadoras**

Todas las especies existentes o conjunto de especies pueden tolerar un rango limitado de condiciones ambientales físicas, químicas y biológicas. Es posible utilizar esta característica para evaluar la calidad ambiental (Perdomo, 2019).

Por ejemplo, las truchas que habitan en corrientes de agua fría al oeste de Estados Unidos, toleran una temperatura entre 20 y 25 °C, por tanto, esta sensibilidad térmica puede ser utilizada como bioindicador de la temperatura del agua (Perdomo, 2019).

##### **b) Comunidades bioindicadoras**

Comunidades enteras que abarcan una amplia variedad de rangos de tolerancia a múltiples factores ambientales, pueden servir como bioindicadoras para evaluar la condición ambiental desde un enfoque complejo y holístico. Estos estudios implican el uso de análisis de múltiples variables ambientales (Perdomo, 2019).

### 1.9.2.2. *Ecosistemas bioindicadores*

La pérdida de los servicios que prestan los ecosistemas, tales como el agua y aire limpios, los polinizadores de plantas, entre otros, se considera indicador del estado de salud del ecosistema (Perdomo, 2019).

Por ejemplo, la pérdida de especies de abejas (que son polinizadoras), se considera indicador de la pérdida de salud ambiental, puesto que estas son sensibles a la presencia de metales pesados, pesticidas y sustancias radioactivas (Perdomo, 2019).

### 1.9.2.3. *Según el ambiente que monitorean*

#### a) Bioindicadores de calidad de aire

Entre los bioindicadores de la calidad del aire, se encuentran aquellos organismos sensibles a variaciones en la concentración de ciertos gases (Perdomo, 2019).

Por ejemplo, los líquenes y las briófitas, son muy sensibles a los gases atmosféricos, debido a que los absorben a través de su cuerpo. Estos organismos no presentan cutícula ni raíces y su alta proporción superficie/volumen favorece la absorción y la acumulación de contaminantes atmosféricos, como los dióxidos de azufre. Por ello su desaparición en ciertas zonas es indicador de una mala calidad del aire (Perdomo, 2019).

Por otra parte, también hay líquenes (como *Lecanora conizaeoides*), cuya presencia es indicadora de una mala calidad de aire (Perdomo, 2019).

#### b) Bioindicadores de calidad de agua

Entre los bioindicadores de la calidad del agua se encuentran microorganismos bacterianos, protozoarios, macroinvertebrados, algas y musgos, entre otros; sensibles a la presencia de sustancias contaminantes tóxicas (Perdomo, 2019).

Por ejemplo, la presencia de comunidades de diferentes taxones de macroinvertebrados acuáticos en un río, es indicador ecológico y de biodiversidad. Mientras mayor sea la cantidad de taxones presentes, mayor será la salud del cuerpo de agua (Perdomo, 2019).

La presencia en un cuerpo de agua de algas en densas concentraciones es indicadora de altos niveles de fósforo y nitrógeno disueltos, los cuales pueden provenir de fertilizantes vertidos en el

agua. Los fertilizantes vertidos generan la acumulación de sus nutrientes y la eutrofización del medio acuoso (Perdomo, 2019).

#### c) Bioindicadores de calidad de suelos

Como indicadores de la calidad del suelo podemos mencionar parte de la biota de este hábitat, es decir, algunas plantas, hongos y microorganismos bacterianos (Perdomo, 2019).

De presentar requerimientos específicos para su sobrevivencia, estos organismos serían indicadores de la existencia de estas condiciones (Perdomo, 2019).

Por ejemplo, las lombrices de tierra son bioindicadoras de la calidad del suelo, dado que algunas especies, como Eisenia fétida y E. Andréi, son sensibles a los plaguicidas, derivados de aceites, metales pesados, entre otros. Estos bioindicadores son utilizados en estudios de toxicidad de suelos (Perdomo, 2019).

### **1.9.3. Importancia**

Los indicadores biológicos poseen una vital importancia en el ámbito ambiental, pues, permiten detectar la aparición de elementos contaminantes nuevos o insospechados, puesto que muchas sustancias se acumulan en el cuerpo de ciertos organismos, su concentración en esos indicadores puede reflejar el nivel de contaminación ambiental (Siano, 2015).

Además, las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis fisicoquímicos no detectan, es decir, las especies y comunidades bióticas responden a efectos acumuladores intermitentes que en determinado momento un muestreo de variables químicas o físicas pasan por alto, por ello, la vigilancia biológica evitará la determinación regular de un número excesivo de parámetros químicos y físicos, ya que en los organismos se sintetizan o confluyen muchas de estas variables. Como no es posible tomar muestras de toda la biota acuática, la elección de algunas pocas especies indicadoras simplifica y reduce los costos de la valoración sobre el estado del ecosistema, a la vez que se obtiene solo la información pertinente, desechando un cúmulo de datos difícil de manejar e interpretar (Siano, 2015).

### **1.9.4. Ventajas de los Bioindicadores**

- Bajo o nulo coste, sin mantenimiento ni coste energético.

- El biomonitoreo permanente de las comunidades resulta ser económico comparado con los análisis fisicoquímicos.
- Suministran datos de situaciones pasadas.
- Amplio grado de dispersión.
- Fácil identificación de fuentes contaminantes.
- Posibilidad de observar efectos fisiológicos.
- La existencia de manuales con métodos establecidos de colecta y registro de información, hacen que sea posible su realización por personas sin amplios conocimientos de biología (Lugo, “et al”, 2016).

### **1.9.5.      *Desventajas de los bioindicadores***

- No ofrecen mediciones puntuales, sino en todo el tiempo que el organismo lleva expuesto.
- La variación genotípica y la edad pueden dificultar el estudio.
- Existe la posibilidad de que hayan sido expuestos previamente a ciertos elementos.
- Pueden ser influidos por el entorno (suelo, estructura del hábitat singular, etc.).
- El muestreo implica mayor tiempo.
- La información es cualitativa, no cuantitativa; sólo utilizando índices biológicos obtendremos más información.
- Para la identificación taxonómica se requiere experiencia.
- Para obtener una evaluación integral es necesario realizar análisis fisicoquímicos o pruebas de toxicidad (Lugo, “er al”, 2016).

### **1.9.6.      *Tipos de índices biológicos***

#### **1.9.6.1.    *Índices Bióticos***

Se basan en la ordenación y ponderación de las especies presentes en las aguas según su tolerancia a la contaminación (I.B.G.N., B.M.W.P., I.D.G., I.B.D.) (Idict, 2019).

#### **1.9.6.2.    *Índices de Diversidad***

Reflejan las variaciones en la estructura de las comunidades, según el número de especies que componen, la abundancia relativa, etc (Idict, 2019).

### 1.9.6.3. *Índices Tróficos*

Evalúan la contaminación orgánica a través del incremento de los organismos reductores y consumidores, frente a la disminución del número de organismos productores (Idict, 2019).

## 1.10. Recursos naturales

### 1.10.1. *Concepto*

Para (Benavides, 2019) los Recursos Hídricos son bienes naturales, que forman parte del patrimonio natural del Estado, de dominio público, y de libre acceso para satisfacer esa necesidad vital de la humanidad; a lo que acota (Marín, 2014), mencionando que están desigualmente repartidos tanto espacial como temporalmente a escala interanual y estacional.

### 1.10.2. *Tipos de recursos hídricos*

#### 1.10.2.1. *Tipos de recursos hídricos:*

- a) Recursos hidrográficos superficiales: río, lagos, lagunas (lagos pequeños) y humedales (aguas poco profundas) (Ayén, 2016).
- b) Recursos hidrográficos subterráneos: los acuíferos (Ayén, 2016).

### 1.10.3. *Factores que influyen en las características de los recursos hídricos*

#### 1.10.3.1. *Factores climáticos*

El clima determina el caudal (mayor en los de clima oceánico) y el estiaje (Ayén, 2016).

#### 1.10.3.2. *Factores geográficos*

Como el relieve que determina las diferentes vertientes.

#### 1.10.3.3. *Factores geológicos*

Como la litografía (tipo de roca) según su permeabilidad facilita la escorrentía (suelo impermeable) o la infiltración (suelo calcáreo, donde el río puede llegar a desaparecer y discurrir subterráneo).

#### 1.10.3.4. *Factores bióticos*

La presencia de vegetación que disminuye la evaporación y la erosión (frena las riadas).

#### 1.10.3.5. *Factores antrópicos*

La actividad del ser humano regulando los cauces con la construcción de infraestructuras hidráulicas: presas (crean pantanos) sirven para conseguir agua potable y para prevenir catástrofes en caso de crecida, pozos para explotar los acuíferos (Ayén, 2016).

### **1.10.4. *Ríos.***

#### 1.10.4.1. *Concepto*

Según (Marrero, 2011), Es una corriente natural de agua, (Beltrán, 2009) que nace en las montañas y desemboca en una similar ya sea un lago, el mar u otro río.

#### 1.10.4.2. *Partes de un río*

- a) *Régimen fluvial* es como se llama a las variaciones en el caudal absoluto (la cantidad de agua que pasa en un segundo en un punto del río) a lo largo de un año. Se reflejan en una gráfica llamada histograma o gráfico de caudal a partir del cual se establecen varias tipologías:
- b) *Régimen nival*: picos máximos a finales de primavera o verano.
- c) *Régimen pluvial*: picos máximos en función de las precipitaciones del clima que corresponda.
- d) *Régimen mixto* (Ayén, 2016).

### **1.10.5. Cuenca Hidrográfica**

De acuerdo a (Dombeck, 2015) menciona que una cuenca geográfica es el área de terreno por donde contribuye al flujo de agua de un río o quebrada, se considera también como el área de captación de donde provienen las aguas de un río lago, laguna. Humedal, estuario, acuífero, manantial o paramo.

## **1.11. Índices**

### **1.11.1. Concepto**

De acuerdo al criterio de Fuente (2013), el índice es una medida estadística que permite comparar dos variables diferentes una de otra, sean estas simples o complejas, en diferentes situaciones con respecto al tiempo y el espacio; mientras que, para Delgado (2017), denota que el índice es la expresión numérica de la relación entre dos cantidades.

### **1.11.2. Índices de diversidad y abundancia**

#### **1.11.2.1. Índice de Margalef**

Permite conocer la riqueza de individuos teniendo en cuenta la distribución numérica de las diferentes especies presentes en la muestra analizada, (Mora, *et al.*, 2017).

#### **1.11.2.2. Índice de Pielou**

Según (Sonco, 2013), es un índice de equidad, además para (García, 2014) el cual mantiene la posibilidad de encontrar un individuo de cada especie en un hábitat o lugar determinado.

#### **1.11.2.3. Índice de Shannon**

De acuerdo a (Gelambi, 2019) articulado al criterio de (Sonco, 2013), el índice de Shannon permite conocer la cantidad de especies que existe en un lugar muestral frente a la cantidad de individuos de cada una de las especies.

#### 1.11.2.4. *Índice de Simpson*

Para (Briceño, 2018), el índice es utilizado para conocer la cantidad de especies que existen en un lugar determinado, teniendo en cuenta la cantidad de especies junto con la cantidad de individuos de una misma muestra.

#### 1.11.3. *Índice EPT*

El EPT se refiere a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas (Alonso & Camargo, 2005), de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice (Álvarez, *et al*, 2007). Adicionalmente estos grupos son muy sensibles a los contaminantes por lo que son indicadores de la calidad del agua (Carrera & Fierro., 2001).

#### 1.11.4. *Índice de calidad de agua*

El ICA (Índice de Calidad de Agua), es un número único que indica la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua, cuyo uso es más frecuente para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua; este puede ser representado por un número, rango, descripción verbal o un color (Torres, *et al.*, 2009).

#### 1.11.5. *Análisis de Componente Principales ACP*

De acuerdo a González, *et al.*,( s.f), el Análisis de Componentes Principales (ACP) pertenece a un grupo de técnicas estadísticas multivariantes y descriptivas. El enfoque francés de este análisis fue desarrollado por Benzecri (1980).

El ACP permite reducir la dimensionalidad de los datos, transformando el conjunto de  $p$  variables originales en otro conjunto de  $q$  variables incorrelacionadas ( $q \leq p$ ) llamadas componentes principales. Las  $p$  variables son medidas sobre cada uno de los  $n$  individuos, obteniéndose una matriz de datos de orden  $np$  ( $p < n$ ) (González, *et al.*, s.f).

El análisis se realiza en el espacio de las variables y, en forma dual, en el espacio de los individuos. Se representan gráficamente los puntos-variables y los puntos-individuos tomando como ejes de coordenadas los componentes. Al observar la similar ubicación de los puntos en los planos respectivos ayuda a una mejor interpretación (González, *et al.*, s.f).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Inventario de los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Ambato.

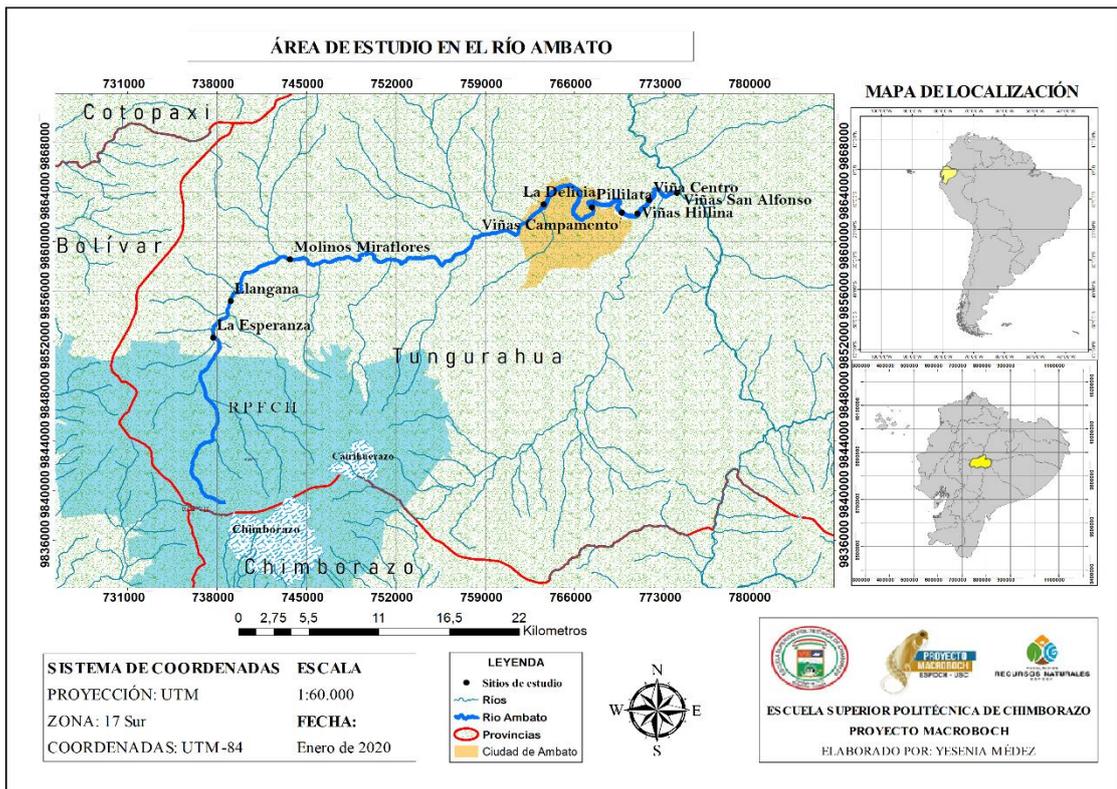
Se definieron 9 puntos de muestreo a lo largo del río Ambato; cada punto fue tomado a una distancia aproximada de 5 a 6 kilómetros, además a cada cuenca (alta, media y baja) se agruparon por 3 puntos de muestro, dependiendo de la altitud de cada punto, que permitieron establecer comparaciones de riqueza/abundancia a lo largo del cauce, los puntos fueron georreferenciados con un GPS, mismos que son:

**Tabla 1-2:** Caracterización de los puntos de muestreo en el cauce del río Ambato

Cuenca	Característica	Punto de identificación	Poblado más cercano	Coordenadas Geográficas		
				X	Y	Z
Alta	Su altitud es superior o igual a los 3000 m.s.n.m. Parte norte o alta del cauce del río Área rural Pocos asentamientos humanos Escasa zona comercial Zona Agrícola	La Esperanza	Sector Llangahua	737683	9852249	3686
		Llangahua	Sector Llangahua	739077	9855187	3523
		Molinos Miraflores	Parroquia Miraflores	743700	9858540	3243
Media	Parte central del cauce del río. Zona industrial Zona comercial Concentración poblacional Área urbana	La Delicia	Ciudad Ambato	763580	9862949	2543
		Pishilata	Ciudad Ambato	767361	9862733	2361
		Viñas Campamento	Ciudad Ambato	769680	9862300	2337
Baja	Parte Sur o baja del cauce Su altitud oscila de 2200 a 2330 m.s.n.m. Zona rural Zona Agrícola	Viñas Hillina	Parroquia Izamba	770901	9862231	2323
		Viña Centro	Parroquia Izamba	771834	9863298	2301
		Viñas San Alfonso	Parroquia Izamba	774000	9863900	2279

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.



**Figura 2-1.** Ubicación geográfica del río Ambato

**Realizado por:** Trabajo de campo, 2020.

### 2.1.1. *Recolección de macroinvertebrados*

#### 2.1.1.1. *Recolección de muestras*

Se realizó salidas de campo en los meses de febrero, marzo y abril del 2019, la recolección de muestras se realizó mediante 2 métodos: captura directa y red de surber.

a) **Captura:** este método se realizó en cada punto de muestreo; el cual, consiste en buscar y coleccionar individuos en piedras y vegetación ribereña (Carrera & Fierro, 2001); esta actividad se desarrolló cubriendo 100 metros a lo largo del punto, junto con los integrantes del proyecto Macroboch (5 personas) durante 1 hora y 30 minutos. Los macroinvertebrados fueron recolectados con pinzas entomológicas y posteriormente colocados en recipientes plásticos previamente etiquetados y con alcohol al 70%.

b) **Red de Surber:** consiste en atrapar individuos con la red de surber (instrumento en forma de L, con marco metálico de 30 cm de alto por 30 cm de ancho, al cual se sujeta una malla de nylon con un ojo de red o malla de 0.5 milímetros), removiendo el fondo del río (Carrera & Fierro, 2001); esta actividad se desarrolló en partes poco profundas del río, con corrientes más o menos

torrentosas y con fondo de piedras pequeñas, por tres veces. Posteriormente, lo que se extrae del río, pasa por un colador y el material recogido es colocado en una bandeja plástica blanca para separar y extraer macroinvertebrados con pinzas entomológicas y conservadas en los envases esterilizados con alcohol al 70%.

**Tabla 2-2:** Salidas de campo y tipo de muestreo

Salida	Fecha	Lugar	Actividad	Método de recolección
1	13/2/2019	Reconocimiento de los puntos de muestreo	-	-
2	18/2/2019	Ninguno	No se realiza recolección. Condiciones climáticas no favorables.	-
3	3/3/2019	Ninguno	No se realiza recolección. Condiciones climáticas no favorables.	-
4	12/3/2019	Viñas San Alfonso Viñas Hillina Viñas Campamento	Recolección de muestras	Recolección directa y surber
5	19/3/2019	Ninguno	No se realiza recolección. Condiciones climáticas no favorables.	-
6	26/3/2019	Ninguno	No se realiza recolección. Condiciones climáticas no favorables.	-
7	9/4/2019	Viñas Centro Pishilata La Delicia	Recolección de muestras	Recolección directa y surber
8	16/4/2019	Ninguno	No se realiza recolección. Condiciones climáticas no favorables.	-
9	23/4/2019	Molinos Miraflores Llangahua La Esperanza	Recolección de muestras	Recolección directa y surber

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020.

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

#### 2.1.1.2. *Transporte de muestras*

Las muestras colectadas fueron transportadas hacia el laboratorio de entomología de la FRN en la ESPOCH, en donde se realizó la separación y clasificación de los individuos por familia, con la ayuda de un estereomicroscopio LEICA SAPO 1090.

#### 2.1.1.3. *Identificación de individuos*

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizó las siguientes guías: “Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia” (Roldán, 1996), “Guía

para determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos” (Domínguez, et al., 2001) y de *Photographic Atlas of Entomology and Guide to Insect Identification*, adicional a eso, individuos con características particulares y no similares a los existentes en las guías, fueron enviados por medio de registro fotográfico a los laboratorios de análisis de macroinvertebrados en la Universidad Santiago de Compostela, España. Posteriormente, al identificar las familias a las que pertenecen los individuos, se procedió a separar y cuantificar el total de individuos colectados.

#### 2.1.1.4. Registro de individuos

Luego los individuos fueron fotografiados en posición frontal, ventral y lateral; posterior a esto, el almacenamiento se lo realizó en tubos Eppendorf de 5 ml o 25ml dependiendo del tamaño de los macroinvertebrados, conservados en alcohol al 70%; el registro cuantitativo y fotográfico se lo llevó a cabo en una hoja de cálculo de Excel.

## 2.2. Grupos funcionales de los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Ambato.

Para la determinación de los grupos funcionales, se analizaron varias propuestas de grupos tróficos, de los cuales se aplicó la metodología de (Lobos, 2014) articulada con la de (Hanson, et al., 2010); pues, su estudio fue realizado en un ecosistema con características similares de esta investigación y se menciona a los siguientes grupos funcionales:

**Tabla 3-2:** Grupos tróficas Funcionales

Grupo Trófico	Sigla	Descripción
Colectores Recolectores	C	Capturan desde el fondo trozos vegetales menor a 1mm.
Colectores Filtradores	CF	Filtran partículas en suspensión dejados por los colectores recolectores.
Fragmentadores	F	Se alimentan de tejido vegetal mayor a 1mm.
Predadores	P	Se alimentan de otros invertebrados.
Raspadores	R	Se alimentan de algas filamentosas y menos detritos.
Parásitos	PA	Organismos que viven en relación íntima con un hospedero.
Detritívoros	D	Se alimentan de materia orgánica muerta

Fuente: (Hanson, et al., 2010)

Se realizaron fichas de identificación, en las cuales constan los siguientes datos: nombre de la familia del individuo, su descripción bibliográfica, comportamiento y grupo funcional, basados en revisión de fuentes secundarias de artículos científicos o revistas, de acuerdo a la similitud de características en regiones o ecosistemas similares a los resultados obtenidos; adicionalmente consta un registro fotográfico, el cual, se obtuvo de fotografías tomadas en el laboratorio de entomología de la FRN de la ESPOCH, la identificación del individuo se realizó en un estereoscopio LEICA SAPO 1090, y la ubicación geográfica de los puntos en donde se encontraron los individuos.

**Tabla 4-2:** Ficha para descripción de individuo

FAMILIA			Ubicación Geográfica
Clase:	Orden:	Familia:	
Registro Fotográfico			
Vista Dorsal		Vista Ventral	Vista Lateral

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020.

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

### 2.3. Análisis cenóticos de los macroinvertebrados presentes en la cuenca.

#### 2.3.1. Análisis de biodiversidad

Siguiendo la metodología de Álvarez, (2007), se analizó cenóticamente mediante el cálculo de los índices de biodiversidad (Margalef, Shannon, Simpson, Pielou y además el coeficiente de similitud mediante la prueba de Bray Curris, entre puntos de muestreo), que permitió conocer la diversidad biótica entre las distintas comunidades de macroinvertebrados presentes en la cuenca alta, media y baja del río; el cálculo de estos índices se realizaron en el software PRIMER 5.0 y el índice de similitud de Bray Curtis (Polo, 2008), en el software Past.

##### 2.3.1.1. Índice de Margalef

Permite conocer la riqueza de individuos teniendo en cuenta la distribución numérica de las diferentes especies presentes en la muestra analizada, (Mora, et al., 2017); en donde los valores inferiores a 2 son considerados como diversidad baja y los valores mayores a 5 es considerado como diversidad alta (Wenham, 2010).

#### 2.3.1.2. *Índice de Pielou*

Según Sonco, (2013), es un índice de equidad, además para García, (2014), mantiene la posibilidad de encontrar un individuo de cada especie en un hábitat o lugar determinado, en donde los valores cercanos a 1 indican que existe equidad en la abundancia de individuos por familia; por otra parte, los valores cercanos a 0 indican que la familia o grupo tienen dominancia en el sitio muestreado (Sonco, 2013).

#### 2.3.1.3. *Índice de Shannon*

De acuerdo a Gelambi (2019), articulado al criterio de Sonco (2013), el índice de Shannon permite conocer la cantidad de especies que existe en un lugar muestral frente a la cantidad de individuos de cada una de las especies; por lo tanto los valores menores a 2 se considera como bajo en diversidad mientras que los valores mayores a 3 se consideran como altos en diversidad de especies (Pla, 2006).

#### 2.3.1.4. *Índice de Simpson*

El índice de Simpson permite conocer la probabilidad que dos individuos escogidos al azar en un mismo sitio de muestreo pertenezcan a la misma especie, siendo el valor 1 que representa una alta diversidad y por otro lado el valor cero representa la nula diversidad que existe en el sitio (Magurran, 1988 & Peet, 1974).

#### 2.3.1.5. *Índice de similitud de Bray Curtis*

El índice de similitud de Bray Curtis es el inverso del índice de Sorensen; con el desarrollo de software en ecología, este índice ya no se restringe para comparar solo dos comunidades, sino que se puede ver la proporción de especies presentes en una comunidad y no en otra (Polo, 2008). Para el análisis del índice se realizó dendrogramas de similitud cuantificativa y cualitativa.

### 2.3.2. *Análisis físico-químicos y biológicos del agua*

#### 2.3.2.1. *Análisis físico-químicos*

a) Para realizar los análisis físico-químicos, se recolectó una muestra de agua, perteneciente a la cuenca alta (Llangahua), media (La Delicia) y baja (Vinas Centro); estas muestras fueron colectadas *in-situ* y colocadas en frascos estériles de 1l, previamente etiquetados, luego de ello,

las muestras fueron enviadas en neveras portátiles al laboratorio analítico ambiental Aguas Efluentes Industriales (LASA) en la ciudad de Quito, en donde se analizaron los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Fósforo total (P), Nitratos (NO3-), Nitritos (NO2-), Oxígeno Disuelto (OD), Turbidez (TU), Coliformes fecales, Solidos Totales Suspendidos (STD); estos son parámetros unificados por la NSF para determinar la calidad de agua de acuerdo al uso del agua y la importancia de los parámetros en relación al riesgo que implica el aumento o disminución de su concentración. Además, se tomaron datos de pH con la ayuda de un phchímetro portátil, de temperatura con un termómetro portátil y otros parámetros con ayuda de una sonda multiparamétrica portátil.

**Tabla 5-2:** Límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico. (SENAGUA, 2012)

PARÁMETROS	Expresado como	Unidades	Límite Máximo Permisible
<b>TEMPERATURA</b>		C°	Condición natural o -3 grados
<b>AMONIO</b>	NH4	mg/l	0,05
<b>DUREZA TOTAL</b>	CaCO3	mg CaCO <sub>3</sub> /l	600
<b>D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO</b>	DBO5	mg/l	2
<b>OXÍGENO DISUELTO</b>	<b>O.D.</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
<b>SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS</b>		mg/l	1000
<b>TURBIDEZ</b>		Uutn	100
<b>COLIFORMES FECALES</b>	nmp/100 ml	UFC/100ml	600
<b>N-NITRATOS</b>	<b>N-Nitratos</b>	mg/l	10
<b>n-NITRITOS</b>	<b>N-Nitritos</b>	mg/l	1
<b>SULFATOS</b>	SO4	mg/l	400

Fuente: (SENAGUA, 2012)

b) Una vez obtenidos los datos del laboratorio LASA, se compararon los resultados de las muestras de agua del río con los valores de los límites permisibles para agua de consumo humano (SENAGUA, 2012), (Tabla 5-2); posterior a eso, se otorgó la categoría de calidad de agua (Tabla 6-2); que acoge la propuesta de la National Sanitation Fundation (NSF) y otorga los siguientes criterios:

**Tabla 6-2:** Criterios de calidad de agua ICA NSF

Criterio	Valor ICA (NSF)	Criterio para Consumo Humano
Excelente Calidad	90-100	No requiere Purificación para su consumo
Calidad Aceptable	81-90	Requiere purificación Menor
Contaminada Leve	71-80	Dudoso su consumo sin purificación
Contaminada Leve	51-70	Tratamiento de potabilización considerable
Contaminada Fuerte	41-50	Dudoso para consumo
Contaminada en exceso	0-40	Inaceptable para consumo

Fuente; SENAGUA, 2012

### 2.3.2.2. Análisis biológicos

Por otro lado, se trabajó con tablas de sensibilidad de los macroinvertebrados para poder comparar los resultados físicos con resultados biológicos de acuerdo a los parámetros normales y argumentar la calidad de agua del río; en los que se tomó como referencia los siguientes datos:

#### a) Índice EPT

De acuerdo a (Carrera & Fierro, 2001), consiste en el análisis de los grupos de macroinvertebrados de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, que son indicadores de la calidad del agua al ser organismos sensibles a los contaminantes. Por lo tanto, se calcula la abundancia total de macroinvertebrados frente a la abundancia de los tres grupos y posteriormente se califica la calidad del agua, que se obtiene del resultado de la sumatoria total de individuos EPT dividido para la abundancia total y ese valor es multiplicado por 100, para obtener un valor porcentual. Los resultados categorizan a la calidad del agua de la siguiente manera:

**Tabla 7-2:** Criterios de calidad de agua EPT

Calificación	Calidad de Agua
75-100%	Muy buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

Fuente: (Carrera & Fierro, 2001)

#### b) Índice de sensibilidad

Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes, en el cual (Carrera & Fierro, 2001), han designado un valor

numérico del 1 al 10 en donde 1 significa que el individuo es menos sensible a los contaminantes y 10 significa que el individuo es muy sensible.

**Tabla 8-2:** Criterios de calidad de agua según sensibilidad a contaminantes

Calificación	Calidad de Agua	Sensibilidad
9-10	Muy buena	No aceptan contaminantes
7-8	Buena	Aceptan muy pocos contaminantes
5-6	Regular	Aceptan pocos contaminantes
3-4	Mala	Aceptan mayor cantidad de contaminantes
1-2	Muy mala	Aceptan muchos contaminantes

Fuente: (Carrera & Fierro, 2001)

c) Índice BMWP (Colombia)

De acuerdo a Álvarez., (2005); el Biological Monitoring Working Party, es un índice biológico simple y rápido para determinar la calidad del agua, usando a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, pues la presencia o ausencia de individuos dará información cualitativa a los ecosistemas. Para el desarrollo del índice, se atribuye un valor de tolerancia a los contaminantes a cada especie, que va desde 1 a 10; en donde las especies más tolerantes a los contaminantes reciben la menor puntuación que los más sensibles y finalmente la sumatoria del valor total para cada familia en el punto muestreado será el grado de contaminación que exista. De acuerdo a los resultados del BMWP, la clasificación del agua será de la siguiente manera:

**Tabla 9-2:** Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	≥150	Aguas muy limpias	
		123-149	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	74-122	Ligeramente contaminadas: se evidencia efectos de contaminación.	
III	Dudosa	46-70	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	21-45	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	<20	Aguas fuertemente contaminadas: situación crítica	

Fuente: (Álvarez, 2005)

d) Índice Biótico Andino (ABI)

Según Calderón, (2017), el índice biótico andino es una adaptación del índice BMWP (Colombia), para determinar la calidad del agua de regiones andinas del mundo que se encuentren por encima de los 2000 m.s.n.m., los valores numéricos que presenta este índice van desde 1 a 10, donde las familias más sensibles a la contaminación presentan el valor más alto y las familias más tolerantes presentan el valor mínimo. Los valores de sensibilidad resultan de las presiones de contaminación

orgánica, de manera que no influencia en la abundancia de individuos de una familia en la zona de muestreo. (Acosta, et al., 2009). Los criterios de clasificación del agua son los siguientes:

e) Índice Biótico Andino (ABI Ecuador)

**Tabla 10-2:** Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador

Clase	Calidad	Valor del ABI	Significado	Color
I	Muy Bueno	>96	Aguas muy limpias	Azul
II	Bueno	59-96	Aguas levemente contaminadas	Verde
III	Moderado	35-58	Aguas contaminadas, no se sabe fuente de contaminación	Amarillo
IV	Malo	14-34	Aguas muy contaminadas, críticas	Naranja
V	Pésimo	<14	Aguas duramente contaminadas	Rojo

Fuente: (Acosta, et al., 2009)

f) Índice Biótico Andino (ABI Perú)

**Tabla 11-2:** Clases de estado ecológico según ABI Perú

Clase	Calidad	Valor de ABI	Significado	Color
I	Muy Bueno	>74	Aguas muy limpias	Azul
II	Bueno	45-74	Aguas levemente contaminadas	Verde
III	Moderado	27-44	Aguas contaminadas, no se sabe fuente de contaminación	Amarillo
IV	Malo	nov-26	Aguas muy contaminadas, críticas	Naranja
V	Pésimo	<11	Aguas duramente contaminadas	Rojo

Fuente: (Acosta, et al., 2009)

### 2.3.3. Análisis de componentes principales (PCA)

Para realizar el análisis de componentes principales, se desarrolló una tabla de datos en el software estadístico SPSS, en función de los índices biológicos de acuerdo con su categoría de calidad; en donde, se siguió la metodología de De la Fuente (2011) y Redondas (2010), para análisis multivariante de componentes principales.

### 2.3.3.1. Cálculo de los componentes

Una vez analizados los índices biológicos, se obtuvo una matriz inicial, en donde constan los índices con su respectivo puntaje de acuerdo a la cuenca calificada.

**Tabla 12-2:** Puntajes de índices biológicos

Índice	Cuenca		
	C. Alta	C. Media	C. Baja
<b>EPT</b>	250	577	25
<b>Sensibilidad</b>	30	17	5
<b>BMWP</b>	69	50	39
<b>ABI Perú</b>	57	23	19
<b>ABI Ecuador</b>	57	23	19

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

### 2.3.3.2. Matriz de componentes principales

Al establecer la base de datos en el programa SPSS, se realizó la matriz de componentes principales, estableciendo correlaciones entre los índices biológicos de la siguiente manera:

a) Selección de variables y componentes:

Para establecer la matriz de componentes principales, de tomo como variables a los criterios de categorización de calidad de agua y como componentes a las cuencas del río Ambato.

**Tabla 13-2:** Selección de variables y componentes

Variables	Componentes
Muy Bueno	Cuenca Alta
Bueno	Cuenca Media
Moderado	Cuenca Baja
Malo	
Muy Malo	

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

b) Correlación

Para realizar un criterio homogéneo, se tomó como base el número total de criterio de categorización de cada uno de los índices (5), que es el mismo para todos; luego se designó un

número para cada criterio, en dónde; 1= Muy Bueno, 2 = Bueno, 3 = Regular, 4 = Mala y 5 = Muy Mala.

**Tabla 14-2:** Criterios de categorías de índices biológicos

Índice	Categoría		
	C. Alta	C. Media	C. Baja
<b>EPT</b>	Buena	Buena	Mala
<b>Sensibilidad</b>	Mala	Mala	Muy mala
<b>BMWP</b>	Dudosa	Dudosa	Critica
<b>ABI Perú</b>	Buena	Mala	Mala
<b>ABI Ecuador</b>	Moderado	Mala	Mala

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

**Tabla 15-2:** Criterios homogéneos entre índices biológicos

Índice	Categoría		
	C. Alta	C. Media	C. Baja
<b>EPT</b>	Buena	Buena	Mala
<b>Sensibilidad</b>	Mala	Mala	Muy mala
<b>BMWP</b>	Regular	Regular	Mala
<b>ABI Perú</b>	Buena	Mala	Mala
<b>ABI Ecuador</b>	Regular	Mala	Mala

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

c) Matriz de componentes principales

Una vez realizado la correlación entre los criterios de calificación de los índices biológicos, se asignaron los valores establecidos para cada variable:

**Tabla 16-2:** Matriz de componentes principales

Índice	Criterio		
<b>EPT</b>	2	1	4
<b>Sensibilidad</b>	4	4	5
<b>BMWP</b>	3	3	4
<b>ABI Perú</b>	2	4	4
<b>ABI Ecuador</b>	3	4	4

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

d) Gráfico e interpretación

Una vez establecida la matriz de componentes principales se elaboró un gráfico de diálogos antiguos / dispersión/Puntos / Dispersión 3D; y finalmente se interpretó el gráfico de acuerdo a los puntos más similares de acuerdo a su ubicación en el plano 3D, según el criterio de calidad de agua de cada índice biológico.

**2.4. Diseño de propuestas de conservación para los macroinvertebrados de la cuenca del río Ambato.**

De acuerdo al (MAE, et al., 2000) y (Quintero, 2011), para estructurar propuestas de manejo y conservación se debe seguir 4 fases:

**2.4.1. Diagnóstico**

Se revisó bibliográficamente los antecedentes que presenta el río para tener una línea base de las acciones y actividades que se han realizado para el manejo de la cuenca

**2.4.2. Diagnóstico del medio biofísico**

Se tomó en cuenta los aspectos biofísicos del área de influencia directa e indirecta para la generación de estrategias de conservación.

**2.4.3. Diagnóstico socioeconómico**

Se observó la incidencia que tiene el recurso frente al área de influencia para la toma de decisiones, involucrados y autores de la conservación.

**2.4.4. Diagnóstico legal y constitucional**

Se revisó las normativas y leyes vigentes que amparen a los recursos naturales en su monitoreo, usos, cuidado, conservación y evaluación.

**2.4.5. Impacto ambiental**

Se revisó las acciones y actividades que generan todo tipo de impacto ambiental, incluyendo las presiones y fuentes de presión que alteran la estabilidad ecológica del recurso.

## 1. Estrategias para conservación

### a) Objetivos

Se planteó los objetivos de conservación a nivel general y específicos para la recuperación y mejora de la calidad de agua del río Ambato.

### b) Estrategias

Se planteó un listado de acciones que contribuyan a la toma de decisiones para la mejora y conservación del recurso hídrico de la ciudad de Ambato.

## 2. Plan preliminar de manejo y conservación para la cuenca del río Ambato

### a) Programas propuestos

Dentro de la propuesta del plan de manejo para la recuperación ecológica del río Ambato se propusieron tres programas: Programa de manejo de Desechos, Programa de Monitoreo, Control y Seguimiento y el Programa de Comunicación y Educación Ambiental.

### 2.4.6. *Comprobación de hipótesis*

Para la comprobación de hipótesis se aplicó una prueba de independencia (Chi Cuadrado); la cual, compara la distribución observada de los datos con una distribución esperada de los mismos; para determinar las probabilidades  $p_{.i}$ , de encontrarse en la fila  $i$ ;  $p_{.j}$ , de encontrarse en la columna  $j$ ; y  $p_{ij}$  la probabilidad de encontrarse en la celda  $(i, j)$  (Galindo, 2011).

De acuerdo a la metodología de Galindo (2011); se debe cumplir que  $\sum_{i=1}^r p_{.i} = 1$  y  $\sum_{j=1}^c p_{.j} = 1$ , y pueden ser estimados por:

$$\widehat{p}_{.i} = \frac{n_{i.}}{N}, \quad i = 1, \dots, r,$$
$$\widehat{p}_{.j} = \frac{n_{.j}}{N}, \quad j = 1, \dots, c$$

Bajo la hipótesis de independencia entre filas y columnas, se tiene que la frecuencia esperada en la celda ubicada en la  $i$ -ésima fila y  $j$ -ésima columna es:

$$e_{ij} = N p_{i.} \hat{p}_{.j} = \frac{n_{i.} n_{.j}}{N}.$$

El estadístico que permite probar la prueba de independencia es:

$$\chi_{obs}^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}},$$

que sigue aproximadamente una distribución  $\chi^2$  con  $[(r - 1)(c - 1)]$  grados de libertad.

Entonces la prueba para la independencia es la siguiente;

1. *Hipótesis Nula.*  $H_0: p_{ij} = p_{i.} p_{.j}$  (La variable  $A$  es independiente de la variable  $B$ )
2. *Hipótesis alternativa.*  $H_i: p_{ij} \neq p_{i.} p_{.j}$ , para al menos una celda de la tabla (la variable  $A$  y  $B$  no son independientes).
3. *Estadístico de prueba.*  $\chi_{obs}^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}},$
4. *Región de rechazo.* La hipótesis de independencia se rechaza si  $\chi_{obs}^2 > \chi_{\alpha}^2 [(r - 1)(c - 1)].$

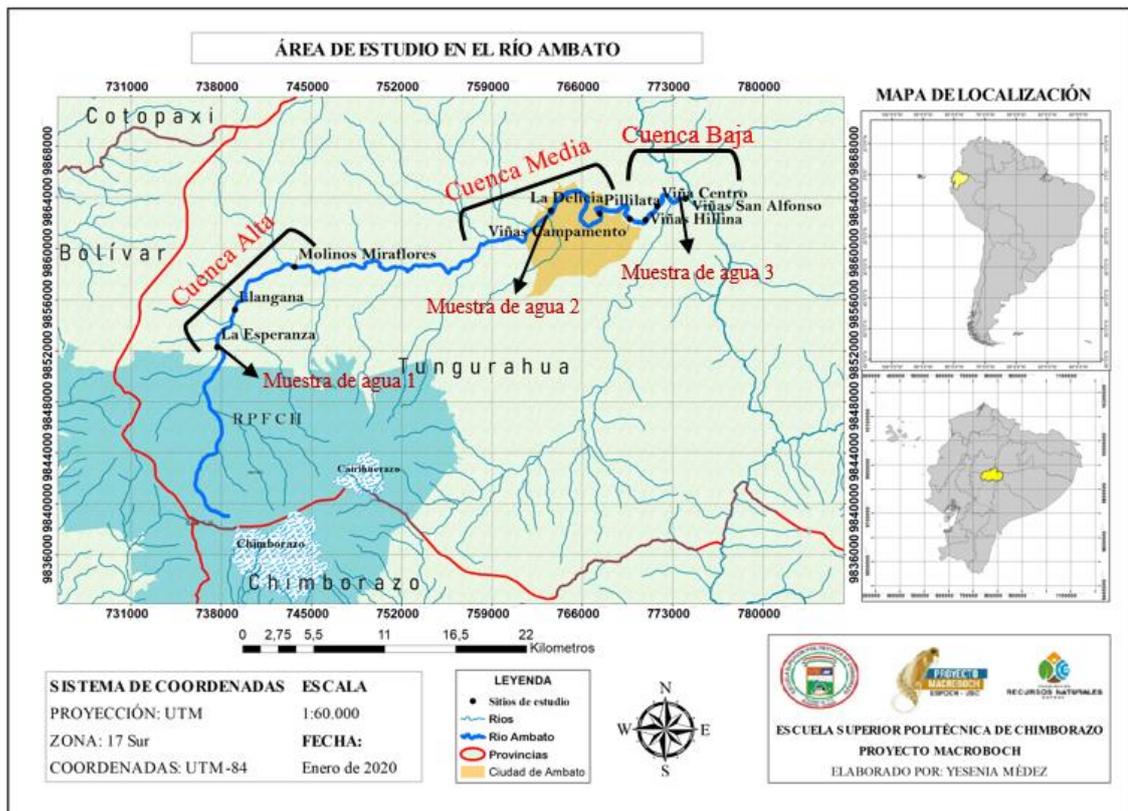
## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Inventario de macroinvertebrados en el río Ambato

##### 3.1.1. Caracterización del lugar

La denominación de los puntos de muestreo en el presente estudio guarda relación con el nombre dado al sector por la población local; los cuales son: La esperanza, Llangahua, Molinos Miraflores, La Delicia, Pishilata, Viñas Campamento, Viñas Centro, Viñas Hillina y Viñas San Alfonso (Fig. 3-1).



**Figura 3-1** Ubicación geográfica de puntos de recolección de muestras y recolección de muestras de agua en el río Ambato.

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

Inventario de macroinvertebrados recolectados en el cauce del río Ambato.

A continuación, se muestran las diferentes familias y cantidad de individuos que se encontraron en cada uno de los puntos de muestreo; es decir, la relación riqueza/abundancia:

**Tabla 1-3:** Listado de macroinvertebrados presentes en el río Ambato

Macroinvertebrados			Cuenca Alta			Cuenca Media			Cuenca Baja		
ORDEN	CLASE	FAMILIA	La esperanza	Llangahua	Molinos Miraflores	La Delicia	Pishilata	Viñas Centro	Viñas Camamento	Viñas Hillina	Viñas San Alfonso
<b>Turbelaria</b>	Trycladida	Dugesiidae	4	0	0	5	8	0	0	0	0
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	Haplotaxidae	0	1	13	10	9	7	9	29	0
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	Tubificidae	0	0	14	0	15	51	63	19	28
<b>Hirudinea</b>	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	2	4	4	0	0	0	5	1	2
<b>Gastrópoda</b>	Basommatophora	Lymnaeidae	0	0	3	3	14	1	11	8	0
<b>Malacostraca</b>	Amphipoda	Hyalellidae	20	8	1	0	0	0	0	0	0
<b>Insecta</b>	Ephemeroptera	Baetidae	27	79	135	545	11	0	0	0	0
<b>Insecta</b>	Plecóptera	Perlidae	1	8	0	0	0	0	0	0	0
<b>Insecta</b>	Coleóptera	Elmidae	5	1	2	2	5	0	3	42	0
<b>Insecta</b>	Tricóptera	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	21	5	10	8
<b>Insecta</b>	Díptera	Blephariceridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Insecta</b>	Díptera	Chironomidae	4	5	11	10	22	38	5	14	17
<b>Insecta</b>	Díptera	Psychodidae	0	0	0	0	4	0	0	9	0
<b>Insecta</b>	Díptera	Simuliidae	26	17	1	7	4	0	0	0	0
<b>Insecta</b>	Díptera	Tabanidae	0	0	0	0	6	0	0	15	0
<b>Insecta</b>	Díptera	Tipulidae	0	3	0	0	0	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>		<b>1707</b>	<b>89</b>	<b>127</b>	<b>184</b>	<b>582</b>	<b>303</b>	<b>118</b>	<b>101</b>	<b>148</b>	<b>55</b>

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

En el presente estudio se identificaron 1707 individuos de macroinvertebrados que pertenecen a 16 familias, distribuidos de la siguiente manera:

#### 3.1.1.1. *Cuenca alta*

##### a) Punto La esperanza

El agua de este punto, proviene de los deshielos del nevado Chimborazo; en este lugar se obtuvo una abundancia de 89 individuos, y una riqueza de 8 familias; mismas que son: Dugesiidae (4 individuos), Glossiphoniidae (2 individuos), Hyalellidae (20 individuos), Baetidae (27 individuos), Perlidae (1 individuo), Elmidae (5 individuos), Chironomidae (4 individuos) y Simuliidae (26 individuos).

##### b) Punto Llangahua

En el sector de Llangahua la recolección por captura directa fue escasa en comparación a la recolección por red de surber; se obtuvo una abundancia de 127 individuos y una riqueza de 10 familias, las mismas que son Haplotaixidae (1 individuo), Glossiphoniidae (4 individuos), Hyalellidae (8 individuos), Baetidae (79 individuos), Perlidae (8 individuos), Chironomidae (5 individuos), Elmidae (1 individuo), Blephariceridae (1 individuo), Simuliidae (17 individuos), Tipulidae (3 individuos).

##### c) Punto Molinos Miraflores

En el sector de Molinos Miraflores, sobresale la familia Baetidae, con un total de 135 individuos, sin embargo, en el punto se obtuvo un total de 184 individuos y una riqueza de 9 familias, mismas que son: Tubificidae (14 individuos), Haplotaixidae (13 individuos), Chironomidae (11 individuos), Glossiphoniidae (4 individuos), Lymnaeidae (3 individuos), Elmidae (2 individuos), Hyalellidae (1 individuo), Simuliidae (1 individuo).

#### 3.1.1.2. *Cuenca media*

##### a) Punto La Delicia

En el punto la Delicia se obtuvo un total de 582 individuos y una riqueza de 7 familias, donde, se destaca la familia Baetidae con 545 individuos; además, se colectó individuos de las familias: Haplotaixidae (10 individuos), Chironomidae (10 individuos), Simuliidae (7 individuos), Dugesiidae (5 individuos), Lymnaeidae (3 individuos), Elmidae (2 individuos).

b) Punto Pishilata

El agua en este punto de muestreo presenta algas en el cauce, resultado de los fertilizantes vertidos al río (Perdomo, 2019), se obtuvo una abundancia de 303 individuos y una riqueza de 10 familias: mismas que son: Tubificidae (15), seguido por la familia Lymnaeidae (14), Baetidae (11), Haplotaxidae (9), Baetidae (8), Tabanidae (6), Elmidae (5), Psychodidae (4), Simuliidae (4), la familia más abundante de este lugar es Chironomidae (227 individuos).

c) Punto Vinas Campamento

El agua de este lugar se presenta de color café y con mal olor como consecuencia de las descargas de aguas servidas de la ciudad al río. Se obtuvo una abundancia de 118 individuos y una riqueza de 5 familias; mismas que son: Tubificidae con 51 individuos, Chironomidae con 38 individuos, Helicopsychidae con 21 individuos, Haplotaxidae con 7 individuos, Lymnaeidae con 1 individuo.

3.1.1.3. *Cuenca baja*

a) Punto Viñas Centro

El agua en este punto es de color negro, con acumulación de escombros a lo largo del cauce; se obtuvo una abundancia de 101 individuos y una riqueza de 7 familias que son: Tubificidae (63 individuos), Lymnaeidae (11 individuos), Haplotaxidae (9 individuos), Chironomidae, Glossiphoniidae, Helicopsychidae, cada una con 5 individuos, Elmidae (3 individuos).

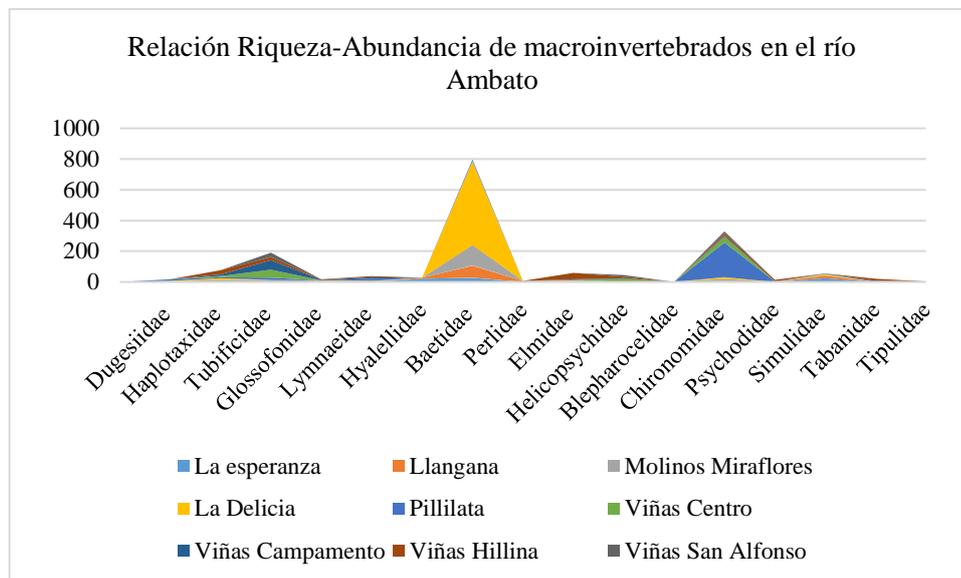
b) Punto Viñas Hillina

En el sector Viñas Hillina se está construyendo la Planta de Tratamiento de aguas residuales, a poca distancia del punto de muestreo, se obtuvo una abundancia de 148 individuos y una riqueza de 9 familias; mismas que son: Elmidae (42 individuos), Haplotaxidae (29 individuos), Tubificidae (19 individuos), Tabanidae (15 individuos), Chironomidae (14 individuos), Helicopsychidae (10 individuos), Psychodidae (9 individuos), Lymnaeidae (8 individuos), Glossiphoniidae (1 individuo).

c) Punto Viñas San Alfonso

El muestreo se realizó a 500 m, cerca al punto de unión con el río Pachanlica; en este punto se obtuvo una abundancia de 55 individuos y una riqueza de 4 familias, mismas que son: Tubificidae

(28 individuos), Chironomidae (17 individuos), Helicopsychidae (8 individuos) y Glossiphonidae (2 individuos).



**Gráfico 1-3:** Relación riqueza-abundancia del río Ambato

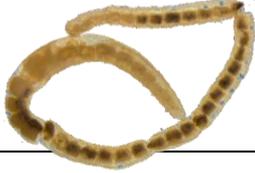
Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

En el gráfico 1-3 se muestra que se recolectó 1707 individuos; de los cuales la mayor parte son de la familia Baetidae en el punto de muestreo La Delicia, pues, la presencia de procesos de degradación e impactos antropogénicos en este lugar, son condiciones que marcan la proliferación de estos individuos; por otra parte la familia Chironomidae en Pishilata; en relación a la riqueza del río, la cuenca alta presenta el mayor número de familias, en total 13, respecto a la cuenca media (11 familias) y baja (9 familias).

**3.1.2. Detalle de familias de macroinvertebrados colectados en el cauce del río Ambato.**

A continuación, se detallan las familias de macroinvertebrados y el lugar de muestreo, donde fueron colectados:

**Tabla 2-3:** Inventario general de macroinvertebrados presentes en el cauce del río Ambato.

ORDEN	CLASE	FAMILIA	LUGARES RECOLECTADOS	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<b>Turbelaria</b>	Trycladida	<i>Dugesidae</i>	La Esperanza La Delicia Pishilata	
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	Llangahua Molinos Miraflores La Delicia Pishilata Vinas Centro Viñas Campamento Viñas Hillina	
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	<i>Tubificidae</i>	Molinos Miraflores Pishilata Vinas Centro Viñas Campamento Viñas Hillina Viñas San Alfonso	
<b>Hirudinea</b>	Glossiphoniformes	<i>Glossiphonidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores Viñas Campamento Viñas Hillina Viñas San Alfonso	
<b>Gastrópoda</b>	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	Molinos Miraflores La Delicia Pishilata Vinas Centro Viñas Campamento Viñas Hillina	
<b>Malacostraca</b>	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores	

<b>Insecta</b>	Epheméroptera	<i>Baetidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores La Delicia Pishilata	
<b>Insecta</b>	Plecóptera	<i>Perlidae</i>	La Esperanza Llangahua	
<b>Insecta</b>	Coleóptera	<i>Elmidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores La Delicia Pishilata Viñas Campamento Viñas Hillina	
<b>Insecta</b>	Tricóptera	<i>Helicopsychidae</i>	Vinas Centro Viñas Campamento Viñas Hillina Viñas San Alfonso	
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Blephariceridae</i>	Llangahua	
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Chironomidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores La Delicia Pishilata Vinas Centro Viñas Campamento Viñas Hillina Viñas San Alfonso	
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Psychodidae</i>	Pishilata Viñas Hillina	
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Simulidae</i>	La Esperanza Llangahua Molinos Miraflores La Delicia Pishilata	
<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Tabanidae</i>	Pishilata Viñas Hillina	

<b>Insecta</b>	Díptera	<i>Tipulidae</i>	Llangahua Viñas Hillina	
----------------	---------	------------------	----------------------------	---

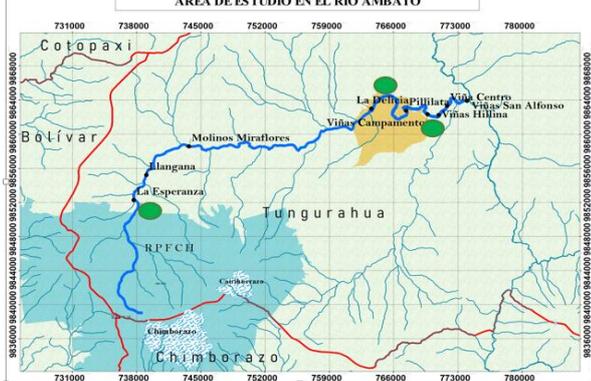
**Fuente:** Trabajo de campo, 2020-

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

### 3.2. Grupos tróficos en el río Ambato

#### 3.2.1. Grupos funcionales de macroinvertebrados del río Ambato

Las características que describen a los macroinvertebrados presentes en el cauce del río Ambato se presentan a continuación mediante las siguientes fichas:

<b>DUGESIIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Turbellaria	<b>Orden:</b> Tricladida	<b>Familia:</b> DugesIIDae
<p><b>Descripción:</b> Ejemplares de hasta 13 x 3mm. Su coloración dorsal es café claro y posee manchas café oscuro. Presenta franja conspicua café claro en la línea media del cuerpo, que atraviesa todo su cuerpo. Su región ventral es café pálido sin manchas, el cuerpo tiene apariencia robusta y en toda su extensión se observan numerosas células glandulares con núcleos eritrófilos (Muñoz, et al., 2007) , Presenta papila peneal con pliegues laterales; bulbo peneal altamente muscular; vasos deferentes y vesículas seminales medianamente desarrollados; 2 cámaras bulbares muy características; testículos ventrales por toda la extensión del animal; una gran bolsa copuladora sacciforme; oviductos entrando dorso-ventralmente al canal de la bolsa copuladora, interrumpiendo su direccionalidad abruptamente (Muñoz, et al., 2007).</p> <p><b>Hábitos:</b> Generalmente se encuentran desplazándose entre los intersticios del material vivo y no vivo en el agua. Se reproducen de dos maneras; es decir, la reproducción sexual por formación de capullo (cápsula de huevo) y asexualmente mediante fisión. (Ronald, et al., 2012). El movimiento se logra mediante la cooperación de pelos microscópicos (cilios) y contracciones musculares (Hamrsk, s.f).</p> <p><b>Alimentación:</b> Son depredadores primarios que se alimentan de varios invertebrados de cuerpo blando. También hurgan en carroñas de animales más grandes y consumen una porción significativa de algas y detritos (Hamrsk, s.f).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Detritívoro</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO		
		

<b>HAPLOTAXIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Oligochaeta	<b>Orden:</b> Haplotaxidae	<b>Familia:</b> Lumbricidae
<p><b>Descripción:</b> Es de color rojo púrpura y puede alcanzar en condiciones óptimas entre 1 y 1,2 g de peso y en estado adulto posee una longitud entre 5 y 9 cm con un diámetro entre 3 y 5 mm. El número de segmentos varía entre 80 y 120 con un promedio de 95. Cuando son adultas presentan un clitelo o abultamiento en forma de silla de montar situado entre los segmentos 24 al 32. En el clitelo se localizan sus órganos sexuales, tanto masculinos como femeninos. (Galan, 2010) Como animales protostomianos con un verdadero celoma lleno de líquido celómico que contiene celomocitos libres, no tienen pulmones y respiran a través de la piel (Canesi, et al., 2014).</p> <p><b>Hábitos:</b> En la parte media del cuerpo tiene un abultamiento sin segmentar que contiene los órganos genitales. Allí almacena los huevos antes de depositarlos. Mientras excava túneles, come materia orgánica en descomposición, sale a la superficie solo cuando hay mucha humedad o en la noche, para alimentarse o reproducirse. Durante el día sale cuando sus túneles se inundan, luego de lluvias torrenciales (Galan, 2010).</p> <p><b>Alimentación:</b> Su alimentación consta normalmente de detritus orgánico, sin embargo, también se puede alimentar de algas y plancton (Fauchald, 1977)</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Detritívoro (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

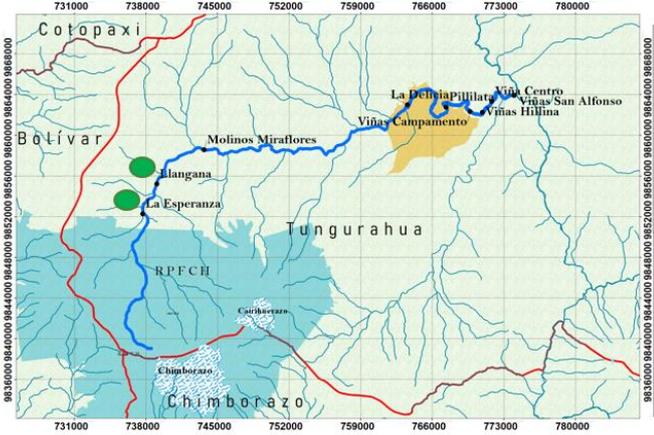
<b>TUBIFICIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Oligochaeta	<b>Orden:</b> Haplotaxida	<b>Familia:</b> Tubificidae
<p><b>Descripción:</b> Individuos grandes, miden más de 1 cm de largo y de ancho entre 0,5 y 1,1 mm. Presentan quetas dorsales capilares acompañadas por quetas pectinadas o bífidas, las quetas ventrales son semejantes a las dorsales, los haces ventrales presentan numerosas quetas bífidas o en ocasiones unicuspides. (Cortolina, 2010). Muestran un metamerismo distinto, donde el cuerpo está compuesto por segmentos corporales casi idénticos alineados en serie a lo largo del cuerpo. El número de segmentos varía según la especie; sin embargo, en el caso de los tubificidos los segmentos son menores a 200 (Bonbow, 2009). Además, algunas especies de tubificidos también tienen pigmentos respiratorios que ayudan en la respiración. Estos mecanismos respiratorios les permiten que sobrevivan y ocupen hábitats con muy bajo oxígeno disuelto. De hecho, los oligoquetos acuáticos a menudo se consideran indicadores de aguas fluidas enriquecidas con nutrientes cuando se encuentran en abundancia relativamente alta en comparación con otros taxones de invertebrados bentónicos. Los oligoquetos son típicamente hermafroditas y la mayoría tienen reproducción sexual que implica la transferencia recíproca de espermatozoides y la fertilización que tiene lugar en un capullo que es secretado por el clitelo (Bonbow, 2009).</p> <p><b>Hábitos:</b> La mayoría viven en aguas eutroficasas, sobre fondos lodosos, con abundante materia orgánica en descomposición (Roldán 2003), son detritívoros, algunos pueden vivir tanto en el agua dulce como salada (Cortolina, 2010). Por encontrarse en hábitats deposicionales de la mayoría de los hábitats acuáticos, funcionan como descomponedores de materia orgánica en descomposición; mezclan y airean los sustratos bentónicos a través de la excavación. Lo que hace que la densidad sea baja en las corrientes, pero puede ser apreciablemente alta en hábitats eutróficos con bajo oxígeno disuelto o condiciones anóxicas.</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Detritívoro (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

<b>GLOSSIPHONIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Hirudinia	<b>Orden:</b> Glossiphoniforme	<b>Familia:</b> Glossiphoniidae
<p><b>Descripción:</b> La familia se caracteriza por la presencia de una ventosa anterior que rodea la boca y otra posterior o caudal, las que utiliza para fijarse fuertemente al sustrato, su cuerpo está formado por 34 segmentos, cada uno posee un ganglio y un par de nervios (Gullo, 2014) Posee cuerpo aplanado dorso ventralmente y mucho más ancho que la cabeza; huevos en capullos membranosos y jóvenes incubados en la superficie ventral del progenitor; 1–4 pares de ojos; sin manchas coliformes en la ventosa posterior; segmentos 3-anulados. (Armendariz, 2008)</p> <p><b>Hábitos:</b> Los hirudíneos 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. (Figuerola, et al., 2003). Además, se caracterizan por llevar a sus huevos debajo de su cuerpo, sirven como indicador de estrés ambiental, debido a su abundancia relativa en hábitat de agua dulce. (Oceguera, 2007)</p> <p><b>Alimentación:</b> se alimentan de la sangre de los vertebrados sirven como huéspedes y vectores definitivos de los parásitos de vertebrados apicomplexanos en sangre Este hábito sugiere que puede haber co-evolución de parásitos sanguíneos con sus respectivos huéspedes (Oceguera, 2007).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Parásita (SAFIT, 2003)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

<b>LYMNAEIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Gastropoda	<b>Orden:</b> Basommatophora	<b>Familia:</b> Lymnaeidae
<p><b>Grupo trófico Descripción:</b> Al igual que otras familias en su orden, los límidos tienen un solo par de tentáculos sensoriales en la cabeza y un ojo en la base de cada tentáculo. Todas las especies en Lymnaeidae tienen tentáculos planos, anchos y triangulares, y sus cabezas están divididas en dos lóbulos laterales planos. La mayoría de los limneidos tienen conchas "diestras" y se encuentran en aguas con contenido mineral moderado a alto. Las conchas de las especies de lymnaeid varían desde espirales largas en forma de aguja hasta formas cónicas planas, pero la mayoría son espirales más redondeadas (University of Michigan, 2000).</p> <p>Tiene entre 5 y 6 vueltas de espira, claramente separadas. Apertura ovalada, con una altura menos de la mitad de la altura de la concha, con el margen anchamente reflejo en la parte de la columbina. (Menéndez, 2012)</p> <p><b>Hábitos:</b> Los individuos de esta familia se encuentran en la mayoría de hábitat dulceacuícolas, más abundantes en arroyos, lagos, pantanos, zonas de salpique de cascadas, brácteas de plantas epifitas y aún en aguas termales, por lo que no podrían ser considerados como indicadores de un tipo particular de agua. Se alimentan de pequeños crustáceos, insectos y gusanos, otros pueden ser saprofitos y parásitos de otros animales. La forma larvaria es parásita de insectos acuáticos. (Cortolina, 2010)</p> <p><b>Alimentación;</b> tienen dientes grandes y simples en su rádula que usan para raspar alimentos, y este tipo de estructura dental está asociada con una dieta rica en algas filamentosas. En comparación con otras familias, los límidos tienden a ser más herbívoros, consumen más algas y menos detritos y materia animal que lo que es típico de otras familias, aunque hay muchas excepciones (University of Michigan, 2000).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Raspadores (SAFIT, 2003)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

<b>HYALELLIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Malacostraca	<b>Orden:</b> Amphipoda	<b>Familia:</b> Hyalellidae
<p><b>Descripción:</b> Superficie del cuerpo lisa. Coxa 4 tan ancha como profunda, excavada posteriormente. Ojos pigmentados. Antena 1 más corta que la antena 2. Antena 2 más de la mitad de la longitud del cuerpo. Incisivo mandibular dentado. Maxilar 1 palpo corto, llegando a menos de la mitad de la distancia entre la base del palpo y la punta de las setas en la placa externa; placa interna delgada, con dos setas apicales fuertes, pappose. Maxila 2 con una fuerte seta pappose en el margen interno. Longitud del propodus del gnatópodo 1 menor que el doble del ancho máximo, forma de martillo, cara interna con más de diez setas pappose, escamas en peine en el borde disto-posterior y disto-anterior. Pereiópodos 3 y 4 y carpo con cinco a seis grupos marginales traseros de setas cortas; propodus margen posterior de cinco a ocho grupos de setas. Urópodo 3, pedúnculo cuadrado, más ancho que la rama, con siete setas distales fuertes; ancho basal menos del doble del ápice de la rama. Telson más ancho que largo, redondeado apicalmente, con ocho setas simples largas y cortas, distribuidas asimétricamente en el margen distal, sin presencia de setas apicales adicionales. Branquia esternal presente en los segmentos 2 a 7 (Gonzales, et al., 2006).</p> <p><b>Hábitos:</b> es dominante en las aguas dulces superficiales de América del Sur. Este género solo se conoce dentro de las regiones neotropicales y neárticas. Los ambientes naturales habitados por <i>Hyalella</i> incluyen hábitats de aguas superficiales (epigeas) y subterráneas (hipogeas) en una amplia gama de alturas geográficas, desde el nivel del mar hasta más de 4,000 metros sobre el nivel del mar (Peralta, et al., 2019).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
		

<b>BAETIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Ephemeroptera	Familia: Baetidae
<p><b>Descripción:</b> Cabeza prognata o hipognata, con ojos compuestos y ocelos bien desarrollados, y antenas filiformes de longitud variable. Tórax con tres segmentos bien visibles, de ellos al igual que en las fases aéreas, el mesotórax es el segmento más desarrollado. Patas, con fémures bien desarrollados, y en general tibia y tarso unidos. Los tarsos de las patas sin artejos móviles y terminados en una única uña, a modo de garra. A lo largo del desarrollo aparecen en los márgenes posteriores del mesonoto y metanoto las pterotecas o estuches alares. En las ninfas maduras las pterotecas mesotorácicas cubren a las metatorácicas, de modo que dorsalmente no se observa el metanoto. Abdomen provisto de tres filamentos caudales: dos externos, denominados cercos, y uno impar, llamado paracercos o filamento terminal. Este último puede estar tan reducido que no sobresalga del último segmento abdominal, dando el aspecto de tener solo dos filamentos caudales. (Orden Ephemeroptera, 2015)</p> <p><b>Hábitos:</b> Las formas larvianas son acuáticas, viviendo tanto en aguas corrientes (Ióticas) como en aguas remansadas (Iénticas), pero en general en aguas limpias y bien oxigenadas. De ahí que se usen como indicadores biológicos de la calidad de las aguas. Tanto el periodo de incubación como la duración de la vida ninfal son dependientes de la temperatura. (Orden Ephemeroptera, 2015). Las ninfas se encuentran generalmente cerca o en macrófitas acuáticas (Gattolliat, et al., 2009).</p> <p><b>Alimentación:</b> las ninfas baetidas raspan algas y detritos finos de rocas sumergidas, madera y macrófitas (Gattolliat, et al., 2009).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Raspador (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
		

<b>PERLIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Plecóptera	<b>Familia:</b> Perlidae
<p><b>Descripción:</b> 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. (Gutiérrez, 2010) Poseen 6 ganglios abdominales individuales presentes; en las ninfas las paraglosas se inflan y el mentum se ensancha; el músculo ppm 56 se desplaza de la pleura a la esclerita postalar; ismo muscular 24 presente; estructura metamerosa de los testículos reducida (Riley, 1996).</p> <p><b>Hábitos:</b> Los plecópteros juegan un papel fundamental en el flujo de energía y reciclaje de nutrientes hacia el sistema terrestre y en las cadenas tróficas dentro del sistema acuático. Su respuesta a cambios en el ambiente, y su sensibilidad los convierte en indicadores de excelente calidad del agua. Esta situación hace que se les incorpore en índices biológicos de calidad de aguas superficiales (Gutiérrez, 2010).</p> <p><b>Alimentación:</b> Las moscas de piedra adultas son herbívoras y generalmente se alimentan de algas, líquenes, madera podrida u otros detritos. Las larvas también son en su mayoría herbívoras y se alimentan de una amplia variedad de plantas pequeñas, algas o materia vegetal muerta, aunque algunas especies son carnívoras. En su estado adulto son carnívoros. (CSIRO, s.f).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Depredador (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p style="text-align: center;"><b>AREA DE ESTUDIO EN EL RIO AMBATO</b></p> 		

**ELMIDAE**

<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Coleóptera	<b>Familia:</b> Elmidae
-----------------------	--------------------------	-------------------------

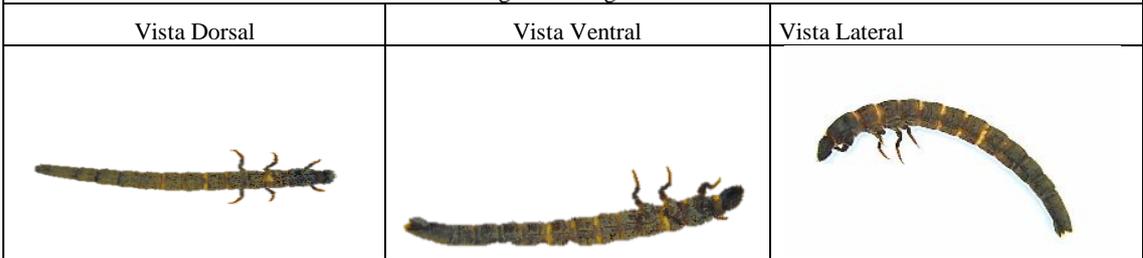
**Descripción:** Los individuos de la familia Elmidae pueden medir entre 1 y 10 mm de longitud. Poseen cuerpo de color negro o pardo, en algunos casos pueden tener patrones de manchas o bandas de color rojo, amarillo o crema. Su cuerpo es alargado de forma cilíndrica. La cabeza en las especies acuáticas está metida en el protórax. El protórax de algunas especies, tiene un par de carinas longitudinales a los lados. Las antenas son delgadas y sus ojos carecen de pelos. Sus patas son largas y poseen uñas tarsales grandes, probablemente son adaptaciones al tipo de ambiente de corrientes rápidas donde habitan. (Fernandez, 1830)

**Hábitos:** Los Elmidae son acuáticos en estado de larvas. Como adultos la mayoría son acuáticos y en algunos casos, como los de la subfamilia Larinae, viven cerca de corrientes de aguas, pero no bajo ellas. Todas las especies viven en corrientes de agua de mucho movimiento. A los adultos se les encuentra bajo el agua, sobre rocas, musgos, bajo troncos y rocas o a orillas de la corriente de agua. Se alimentan principalmente de algas microscópicas que crecen sobre la superficie. (Fernandez, 1830)

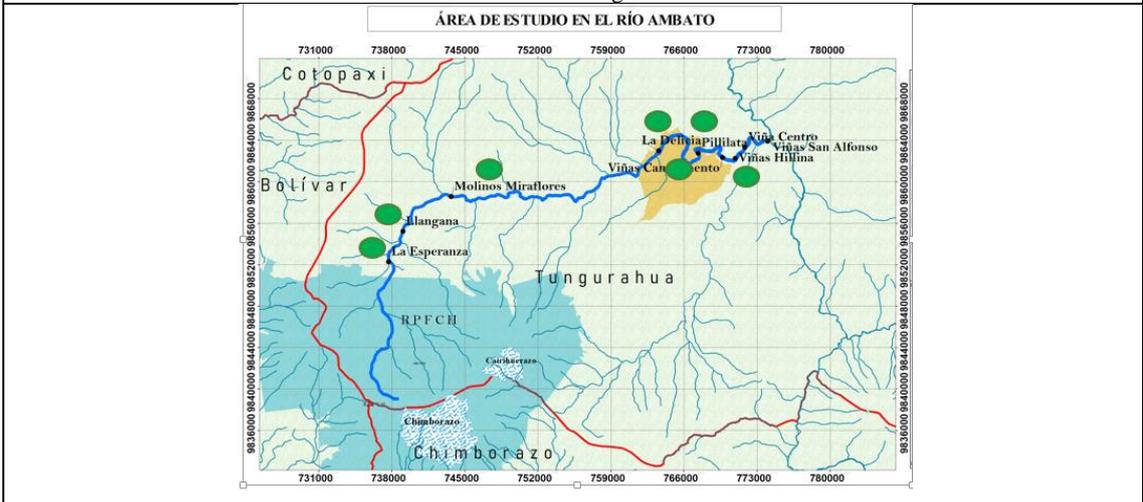
**Alimentación:** habitan donde existe una variedad de sustratos, incluidos rífls de grava, rocas cargadas de algas, macrófitas acuáticas y madera en descomposición. Los adultos y las larvas de algunas especies también pueden aparecer en sustratos en los estanques de primavera o en las orillas de los lagos barridos por las olas.

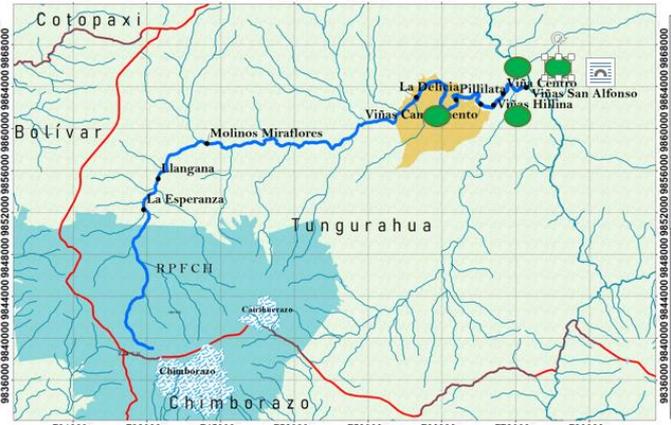
**Grupo trófico funcional:** Colector-Recolector (SAFIT, 2003)

**Registro Fotográfico**



**Ubicación Geográfica**



<b>HELICOPSYCHIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Tricóptera	<b>Familia:</b> Helicopsychidae
<p><b>Descripción:</b> Las larvas presentan cuerpo y caja con forma helicoidal. Cabeza generalmente aplanada dorsalmente en cierta medida y con minutos de antena, colocados cerca del margen frontal de la cápsula de la cabeza. Apótomo ventral muy difícil de discernir, pronoto muy esclerotizado, con largas hembras y espinas cortas. El metanoto generalmente es muy pálido, generalmente 3 escleritos principales y un 4to esclerito muy pequeño en la parte medial y posterior. Patas cortas, pata trasera aproximadamente 1 ½X longitud de la pata delantera coxae a menudo ligeramente esclerotizadas, branquias ausentes, pero branquias multifilamento presentes en el segmento abdominal 1, línea lateral ausente, garra anal con un peine de dientes pequeños. Longitud total: 10 mm. (Dean, 2004)</p> <p><b>Hábitos:</b> Las larvas de los helicopsíquidos viven en ríos y quebradas sobre piedras y rocas, donde raspan algas de la superficie. Son comunes en áreas de corriente moderada en ríos de altitudes bajas a medianas. Algunas especies pueden tolerar considerables niveles de contaminación orgánica y temperaturas altas de agua. (Springer, 2010)</p> <p><b>Alimentación:</b> Todas las larvas de helicopsíquidos parecen alimentarse como raspadores en perifiton y otra materia orgánica en las superficies expuestas de las rocas. Se encuentran en corrientes de tierras bajas de flujo lento, así como en manantiales, pequeñas corrientes de flujo rápido y en las orillas de los lagos bañados por las olas en regiones templadas (Kjer, 2010).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentadores (Dean, 2004)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p> 		

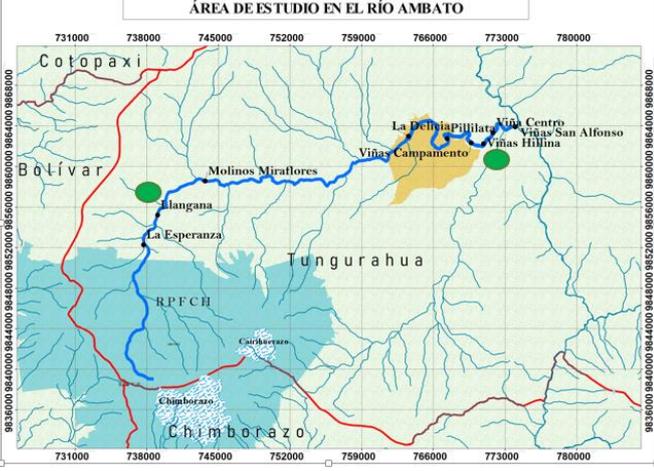
<b>BLEPHARICELIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> Blephariceridae
<p><b>Descripción:</b> Cuerpo de 1.9 a 8 mm, el tórax y primer segmento abdominal fusionados a la cabeza, siendo indiferenciables. El dorso de coloración negra o café, la parte ventral es clara (blanca o gris), con una fila de discos succionadores que sirven para adherirse al sustrato, las modificaciones de estos diferencian los géneros y especies. (Cortolinna, 2010).</p> <p><b>Hábitos:</b> La pupa emergente arroja la piel larvaria, generalmente intacta, y simultáneamente se adhiere a la roca mediante 3-4 pares de discos adhesivos ventrolaterales. El proceso completo generalmente requiere aproximadamente 5-10 minutos. (Courtney, 2001). Las larvas por lo general están en pequeños grupos adheridas a superficies rocosas con sus retoños. Las pupas se adhieren a los sustratos sin embargo se encuentran fijas en una posición mediante áreas adhesivas laterales. Por ser muy sensibles a la contaminación su abundancia en ecosistemas está disminuyendo (Gil, 2018).</p> <p><b>Alimentación:</b> Las larvas son rascadores, se alimentan de películas delgadas de perifiton y se adhieren a sustratos de roca lisa utilizando seis discos succionales ventrales. Las pupas están unidas firmemente a las rocas con discos adhesivos abdominales en lugares ricos en nutrientes (Gil, 2018).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Remoneador (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p><b>ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</b></p> 		

<b>CHIRONOMIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Diptera	<b>Familia:</b> Chironomidae
<p><b>Descripción:</b> 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 amarillo, y roja en aguas con bajos niveles de oxígeno. (Machado, et al., 2018)</p> <p><b>Hábitos:</b> Las larvas se pueden encontrar en distintos tipos de agua y algunas viven en materia vegetal en descomposición. Algunas larvas acuáticas viven en tubos o celdas. Muchas larvas son rojas, se debe a la presencia de un pigmento de tipo hemoglobina. Los adultos no pican, se alimentan de néctar de flores. A veces se los encuentra en grupos grandes y son considerados con una valiosa fuente de alimento para peces. (Hanson, <i>et al.</i>, 2010). Los adultos son de corta duración, viven solo unos pocos días o varias semanas y son los organismos bentónicos más abundantes y se encuentran en todo tipo de hábitats (Gerhardt &amp; Hall., 2002).</p> <p><b>Alimentación:</b> Algunos beben melaza y otros azúcares naturales, pero algunos no toman alimentos en absoluto como adultos. A menudo se confunden con mosquitos adultos, pero carecen de la trompa larga y no pueden alimentarse de sangre (Gerhardt &amp; Hall., 2002).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector-Recolector (SAFIT, 2003).</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

<b>PSYCHODIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> Psychodidae
<p><b>Descripción:</b> Son individuos de talla pequeña (1-5 mm) con cuerpos densamente pilosos o hirsutos (pelos, setas tipo escamas); ojos reniformes o redondeados; antenas con 10-14 flagelómeros que son de formas variables (cilíndricos, piriformes en forma de barril o nudo) y generalmente poseen ascoides, que son estructuras sensoriales hialina. (Cazorla &amp; Morales, 2017)</p> <p><b>Hábitos:</b> Habitan aguas lénticas contaminadas y materia orgánica en descomposición, mientras que otros géneros Maruina se encuentran en ecosistemas lóticos, correntosos oxigenadas. Las especies acuáticas se encuentran en receptáculos de plantas, pantanos o en el borde de aguas dulces donde el suelo esta húmedo y es ocasionalmente sumergido. (Cortolonna, 2010) Las hembras ponen masas irregulares de 30-200; eclosionan 32-48 horas después de ser puestos, cuando la temperatura ambiente es de 70°F (aproximadamente 20°C), el tiempo de desarrollo desde el huevo hasta el adulto es de 7 a 28 días, dependiendo de la temperatura y la disponibilidad de alimentos; los adultos viven unas dos semanas (Bartlett, 2004)</p> <p><b>Alimentación:</b> las larvas se alimentan de algas, hongos y bacterias en aguas residuales y lodos orgánicos; los adultos se alimentan con agua contaminada y con néctar de flores (Bartlett, 2004)</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector recolector (Lobos, 2014)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p style="text-align: center;"><b>AREA DE ESTUDIO EN EL RIO AMBATO</b></p> 		

<b>SIMULIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> Simuliidae
<p><b>Descripción:</b> Son de colores oscuros en general (moscas negras), Su tamaño oscila entre 1,5 y 5,5 mm, poseen patas cortas, un escudo muy desarrollado y alas grandes, además, antenas cortas de 8 artejos y un aparato bucal de tipo cortador chupador. (Ruiz, 2012)</p> <p><b>Hábitos:</b> Habitan en el ambiente acuático como también en el terrestre, acuático en sus estadios de huevo, larva, pupa y terrestre en su estado adulto. Son cosmopolitas y están presentes en corrientes de agua. La hembra requiere de sangre para la maduración del huevo y es por eso que se convierten en plagas mordaces y en algunos casos se convierten en la transmisión de parásitos en la sangre, piel en el hombre y animales de sangre caliente. (Vitta, 2012). El tiempo de desarrollo desde el huevo hasta el adulto varía con la temperatura y las especies de 2 a casi 4 meses. Los adultos son buenos voladores y pueden dispersarse con el viento por muchas millas desde su lugar de reproducción (Ribiero, et al., 2011). Las especies de Simuliidae son bioindicadores de hábitats no degradados o moderadamente degradados, aunque también tienen una alta tolerancia a las condiciones ambientales y viven en cualquier tipo de hábitat de agua corriente, mientras que algunas especies tienen muy poca tolerancia (Basoren, et al., 2017).</p> <p><b>Alimentación:</b> Las larvas de alimentación por filtro capturan partículas suspendidas y materia orgánica disuelta (DOM) utilizando ventiladores lábrales (Basoren, et al., 2017).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Colector Filtrador. (SAFIT, 2003)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p style="text-align: center;"><b>ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</b></p> 		

<b>TABANIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> Tabanidae
<p><b>Descripción:</b> El tábano, es un insecto de dos alas, de tamaño robusto, (hasta 2,5 cm), generalmente de coloración oscura, con un aparato cortador-chupador que corta la epidermis generando una acumulación de sangre que será succionada por el insecto. Poseen una gran cabeza en relación con el cuerpo en la que los ojos ocupan la mayoría de la superficie. De grandes alas, éstas presentan una nerviación característica que conforman 5 celdas marginales paralelas entre sí. (Malero, 2016)</p> <p><b>Hábitos:</b> La mayoría de tábanos son diurnos, generalmente las hembras. Estos últimos son crepusculares y enjambran o forman grupos en espera de las hembras para cruzarse con ellas. La mayoría de tábanos tienen hembras hematófagas, se alimentan de la sangre que extraen en mamíferos y aves. Los machos, se alimentan del néctar de las flores y su vida es breve, muriendo frecuentemente después de la cópula. (Puerta, 2008) La mayor parte de las especies escogen hábitats abiertos y cubiertos de hierba cerca del agua dulce, pues ahí es donde se depositan sus huevos en la vegetación y las larvas caen al agua o se entierran en el lodo a lo largo de las orillas. Algunas especies pasan varios años en estado larvario. Se ha sugerido que las larvas de especies de Tabanidae depositadas en el agua pueden ser un indicador temprano de la calidad del agua, al igual que las ninfas de libélulas y caballitos del diablo (odonata) y otros organismos sensibles que dependen del agua oxigenada libre de contaminantes para su desarrollo (Brake, 2008).</p> <p><b>Alimentación:</b> aunque la familia se caracteriza por alimentarse principalmente de sangre; las hembras adultas se alimentan de sangre caliente de vertebrados; los machos visitan las flores, las larvas son carnívoras y algunas comen detritos (Mullens, 2002)</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Predador (SAFIT, 2003).</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
<p>ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p> 		

<b>TIPULIDAE</b>		
<b>Clase:</b> Insecta	<b>Orden:</b> Díptera	<b>Familia:</b> Tipulidae
<p><b>Descripción:</b> Generalmente poseen cuerpos delgados, frágiles y estilizados de tallas pequeñas o grandes, por lo que pueden medir, sin incluir sus patas, desde 3 a &gt; 60 mm; los ojos compuestos son grandes y no poseen ocelos; en el tórax poseen sutura en forma de V (mesonoto); alas alargadas y angostas y vascularizadas con dos venas anales completas, aunque a veces pueden ser reducidas (especies micrópteras); las patas son largas y frágiles. (Cazorla, 2017)</p> <p><b>Hábitos:</b> Poseen poca habilidad para el vuelo; poseen una amplia radiación adaptativa; muchas especies son nocturnas y son fotofílicas; también existen especies que habitan a elevadas altitudes. La oviposición ocurre prontamente después del apareamiento; las hembras colocan cientos de huevos usualmente negros y de forma variada (oval, cilíndricos, esféricos o en forma de huso), ya sea de manera individual o por grupos. (Cazorla, 2017). Aunque las moscas grullas se parecen a los mosquitos, son bastante inofensivas y no pican, muerden ni chupan sangre. Las moscas grullas se pueden encontrar en casi cualquier parte de la tierra, en todas las regiones biogeográficas de la tierra, incluidos los hábitats salinos y marinos. La mayoría de las larvas son acuáticas, aunque algunos especímenes viven en el suelo. Después de que las larvas se desarrollan en cuatro etapas, el organismo pupa y luego se convierte en el adulto volador (Hadley, 2017).</p> <p><b>Alimentación:</b> Por lo general se alimentan de néctar, aunque en algunas especies se alimentan de materia orgánica muerta, o raíces y partes de plantas (Hadley, 2017).</p> <p><b>Grupo trófico funcional:</b> Fragmentador (SAFIT, 2003)</p>		
Registro Fotográfico		
Vista Dorsal	Vista Ventral	Vista Lateral
		
Ubicación Geográfica		
 <p style="text-align: center;">ÁREA DE ESTUDIO EN EL RÍO AMBATO</p>		

### 3.2.2. Composición trófica

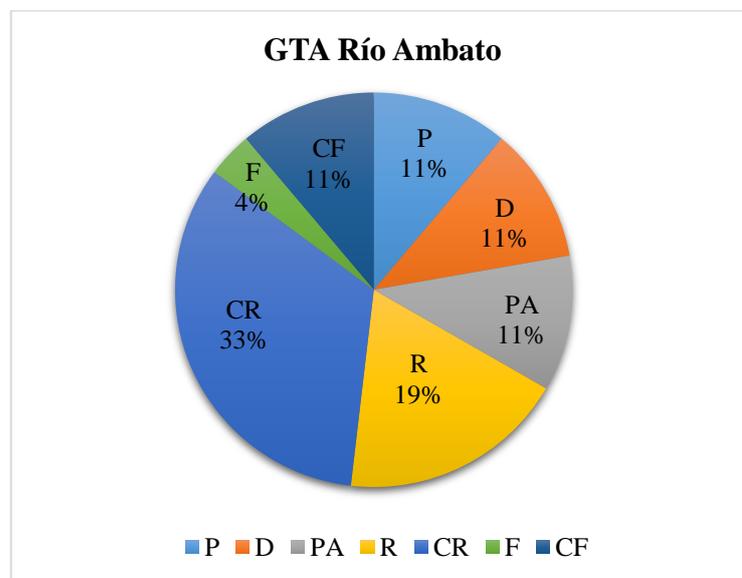
Los grupos funcionales que se encontraron en el cauce del río Ambato son: (Tabla 3-3), Colectores recolectores (CR), Colectores Filtradores (CF), Predadores (P), Raspadores (R), Parásitos (PA) y Detritívoros (D) y Fragmentadores (F) (Lobos, 2014)

**Tabla 3-3:** Grupos funcionales de macroinvertebrados en sitios de muestreo

Grupos Tróficos	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
<b>Predadores</b>	3	3	1
<b>Detritívoro</b>	3	5	5
<b>Parásita</b>	3	0	3
<b>Raspadores</b>	5	5	2
<b>Colectores Recolectores</b>	9	6	6
<b>Fragmentadores</b>	1	1	4
<b>Colectores Filtradores</b>	3	2	0

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.



**Gráfico 2-3:** Grupos Tróficos alimenticios del río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

Una vez determinado los grupos funcionales a cada familia de macroinvertebrados presentes en el cauce del río Ambato; se considera que, de las 16 familias presentes en el cauce, 4 de ellas pertenecen al grupo de Colector Recolector (CR); 3 familias a Predadores (P), 3 familias a Raspadores (R), 2 familias son Detritívoras (D), 2 familias Fragmentadoras (F), 1 familia de Colector Filtrador (CF) y 1 familia parásita (PA). Por lo tanto, se demuestra que el grupo trófico más representativo es el Colector (CR), grupo que obtiene su alimento de trozos de vegetales

obtenidos desde el fondo de su hábitat, cuya frecuencia aparece en cada uno de los puntos de muestreo, con mayor representatividad en la cuenca alta, caracterizada por la presencia de actividad ganadera y ciertas actividades agrícolas; por otra parte, en la cuenca alta y media del río Ambato la familia más dominante es Baetidae, dichos individuos pertenecen al grupo trófico Raspadores (R), quienes obtienen su alimento de algas filamentosas, y además su frecuencia se presenta en cada uno de los puntos; el grupo de los Predadores (P) también tienen una notoria frecuencia en los puntos, este grupo es principalmente carnívoro lo que hace posible que los grupos anteriormente mencionados sean su fuente de alimento.

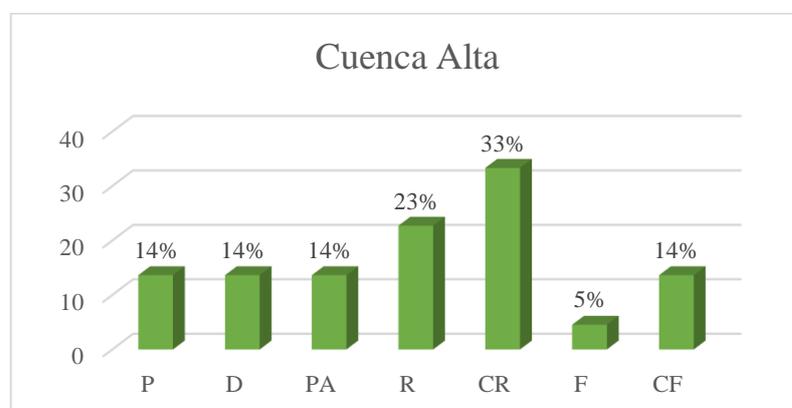
El grupo Detritívoro (D) y el de Fragmentadores (F), cuya alimentación se basa en materia orgánica muerta y tejido vegetal (Lobos, 2014) respectivamente; muestran mayor presencia en la cuenca media y baja, debido a que, las características principales de los puntos, es la presencia y acumulación de escombros y descargas de aguas servidas de la ciudad.

En el grupo de Colector Filtrador (CF), se muestra en una sola familia y la presencia de la misma no se evidencia en todos los puntos; mientras que en el grupo de Parásitos (PA) existe solamente una familia, la misma que debe vivir dependiendo de un predador y se muestra en la cuenca alta y baja (Tabla 3-3).

Por lo tanto, al estar presente en cada uno de los puntos de muestreo todos los grupos tróficos, quiere decir que la estructura trófica no cambia, es decir no depende de cierta familia para que se evidencie la presencia del grupo, demostrándolo en la siguiente manera:

### 3.2.3. Composición trófica por cuenca

#### 3.2.3.1. Cuenca alta



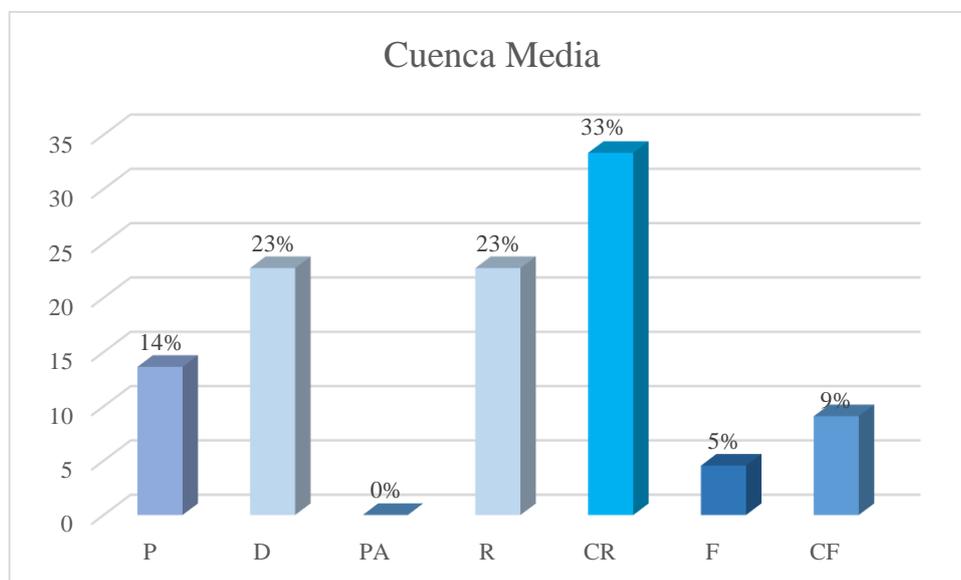
**Gráfico 3-3:** Grupos tróficos de la cuenca alta.

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a los grupos tróficos que se destacan en la cuenca alta del río, el grupo más dominante es Colector recolector (CR), con el 33%, según como se muestra en el (grafico 3-3); mientras que el grupo de Fragmentadores tiene escasa presencia con el (4%),

Por lo tanto, los colectores recolectares que se alimentan de partículas de materia orgánica (Lobos, 2014), fueron representativos en todos los puntos de muestreo (La Esperanza, Llangahua y Molinos Miraflores), tomando en cuenta que en esta zona la intervención antrópica es baja, sin embargo, se evidencia actividades agrícolas y ganaderas.

### 3.2.3.2. Cuenca media



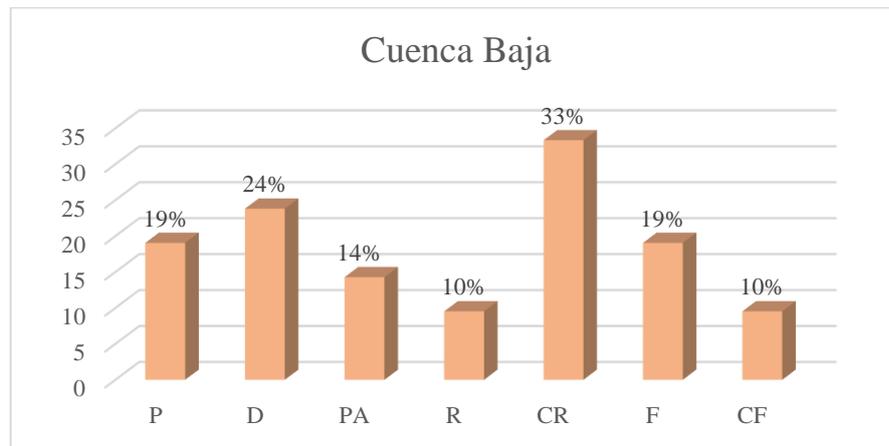
**Gráfico 4-3:** Composición trófica de la cuenca media

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

Los grupos tróficos más sobresalientes de la cuenca media son los Colectores Recolectores (CR), con el 33%; seguido por, los Predadores (D) y Raspadores (R) con el 23% respectivamente; mientras que, la presencia del grupo de Parásitos (PA) es nula es esta cuenca (Grafico 4-3).

Puesto que la concentración de agua de la cuenca media se caracteriza por tener concentración de materia orgánica especialmente acumulada (Gráfico 2-3) y por tal motivo, el grupo de Colectores Recolectores, tienen aptas condiciones de vida y se encuentra presentes en los tres puntos de muestreo (La Delicia, Pishilata y Viñas centro); por esta razón, también existe dominancia del grupo de depredadores (D), que su característica es alimentarse de otros invertebrados (Rodríguez, et al., 2011),

### 3.2.3.3. Cuenca baja



**Gráfico 5-3:** Distribución de grupos tróficos por cuenca

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

La cuenca baja no muestra representatividad de algún grupo trófico en específico, al contrario, existe un equilibrio entre todos los grupos presentes como son: Colectores Recolectores con 33%, Depredadores con 24%, Fragmentadores (F y Predadores (D) con 19%, Parásitos (PA) con 14% y Raspadores (F) y Colectores Filtradores (CF) con 10%

Puesto que, la acumulación de escombros, acompañado por las descargas residuales y aguas servidas de la ciudad son la característica principal en el cauce en esta zona; así como también, las características físicas como el color (negro) y olor del agua de la cuenca, hacen que los grupos tróficos, presenten la misma importancia biológica en la cuenca (Rodríguez, *et al.*, 2011).

## 3.3. Análisis cenótico

### 3.3.1. Determinación de índices de biodiversidad

En la (Tabla 4-3), se muestran los valores obtenidos en los índices de biodiversidad aplicado a cada punto de muestreo.

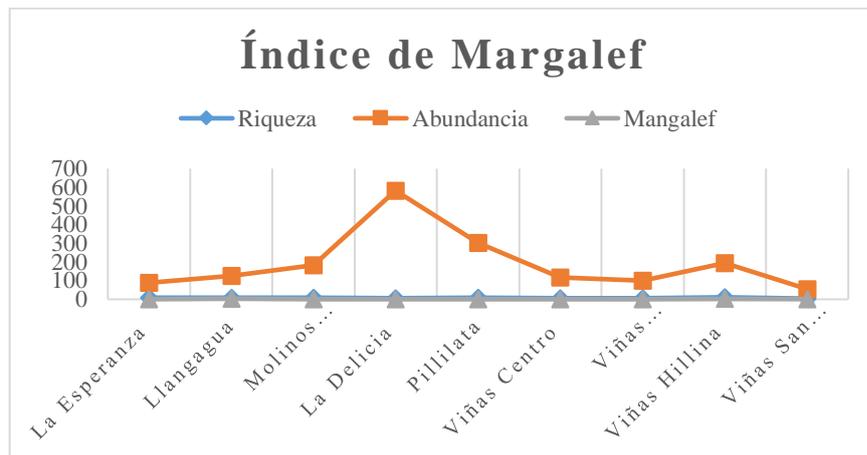
**Tabla 4-3:** Índices de Biodiversidad por punto.

Índices de Biodiversidad						
	Riqueza	Abundancia	Margalef	Pielou	Shannon	Simpson
La Esperanza	8	89	1,559	0,7854	1,633	0,773
Llangahua	10	127	1,858	0,5872	1,352	0,5886
Molinos Miraflores	9	184	1,534	0,4711	1,035	0,4489
La Delicia	7	582	0,9424	0,1757	0,3418	0,1225
Pishilata	10	303	1,575	0,4724	1,088	0,4317
Viñas Centro	5	118	0,8305	0,7721	1,243	0,68
Viñas Campamento	7	101	1,3	0,6692	1,302	0,5887
Viñas Hillina	11	193	1,9	0,8574	2,056	0,8525
Viñas San Alfonso	4	55	0,7486	0,7989	1,108	0,6343

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

### 3.3.1.1. Índice de Margalef

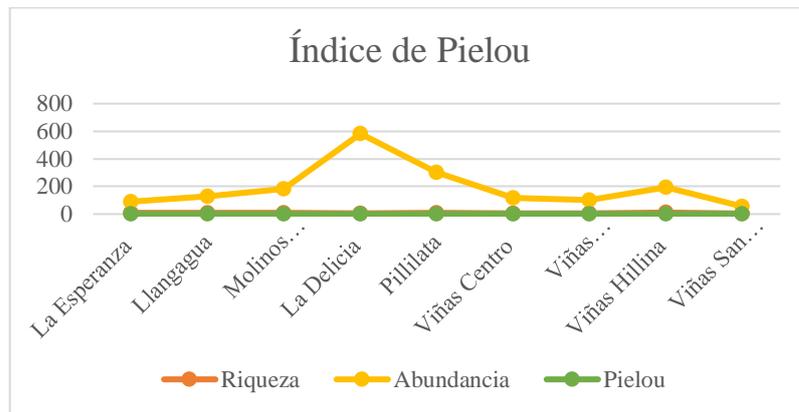


**Gráfico 6-3:** Índice de Margalef en puntos de muestreo

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo al índice de Margalef (Gráfico 6-3), muestra que, la diversidad en el río Ambato es baja, puesto que los valores de los puntos de muestreo están por debajo de 2.0; lo cual indica que es una zona de baja diversidad como resultado de los efectos antropogénicos (Wenham, 2010).

### 3.3.1.2. Índice de Pielou

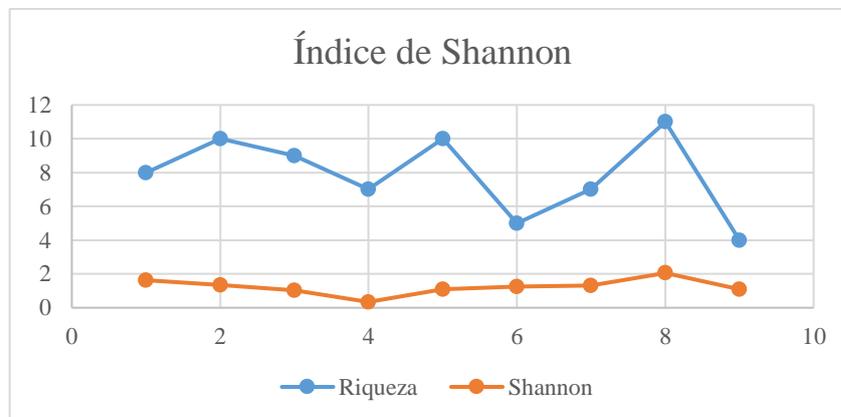


**Gráfico 7-3:** Índice de Pielou en puntos de muestreo

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo al gráfico 7-3, el índice de Pielou muestra que el valor obtenido en todos los puntos, es menor a 1, lo cual indica que, todas las especies presentes en el río Ambato no son equitativamente abundantes; el punto más relevante es el punto La Delicia, con la familia Baetidae, con 545 individuos de un total de abundancia de 582 individuos (Ver tabla 4-3).

### 3.3.1.3. Índice de Shannon

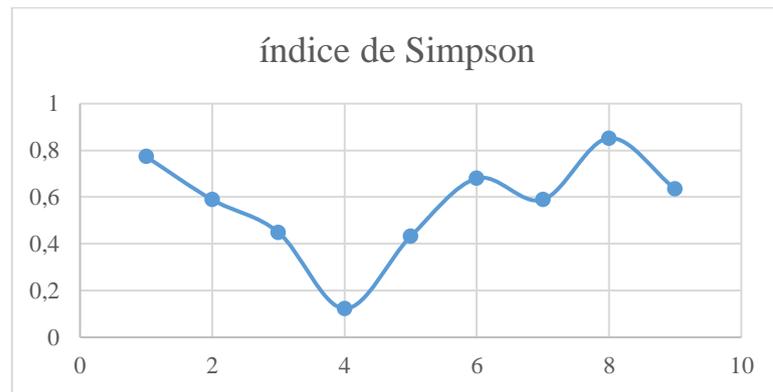


**Gráfico 8-3:** Índice de Shannon en puntos de muestreo

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a los resultados del índice de Shannon, al no presentar dominio de una sola familia en los puntos de muestreo en la cuenca alta y baja por su valores mayores a 1, las posibilidad de tomar un individuo e identificar a que familia pertenece es baja (Pla, 2006); mientras que, en la cuenca media, cuyo valor tiende a 0, específicamente en el punto la Delicia (Gráfico 8-3 y 10-3), domina la familia Baetidae, por lo que existe mayor posibilidad de tomar un individuo en el punto y que pertenezca a dicha familia.

### 3.3.1.4. Índice de Simpson



**Gráfico 9-3:** Índice de Simpson en puntos de muestreo

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

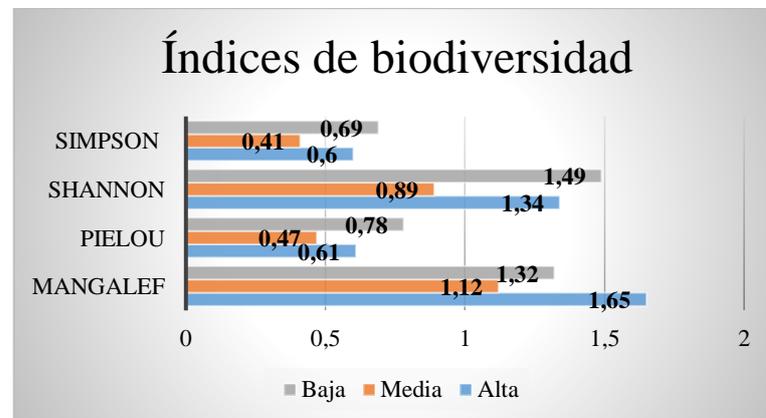
De acuerdo a los resultados del índice de Simpson según el gráfico 9-3, la diversidad del río es baja puesto que sus valores se acercan a 1 y de acuerdo a Briceño, (2018), los valores más cercanos a 1 indican menor diversidad del hábitat y los valores más cercanos a 0 presentan mayor diversidad, como en el punto la delicia, debido a la abundancia de la familia Baetidae, pero esto no es significativo en relación al índice (Ver también Gráfico 10-3).

**Tabla 5-3:** Índices de biodiversidad por cuenca.

Cuenca	Riqueza	Abundancia	Margalef	Pielou	Shannon	Simpson
Alta	13	400	1,65	0,61	1,34	0,60
Media	11	1003	1,12	0,47	0,89	0,41
Baja	10	304	1,32	0,78	1,49	0,69

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

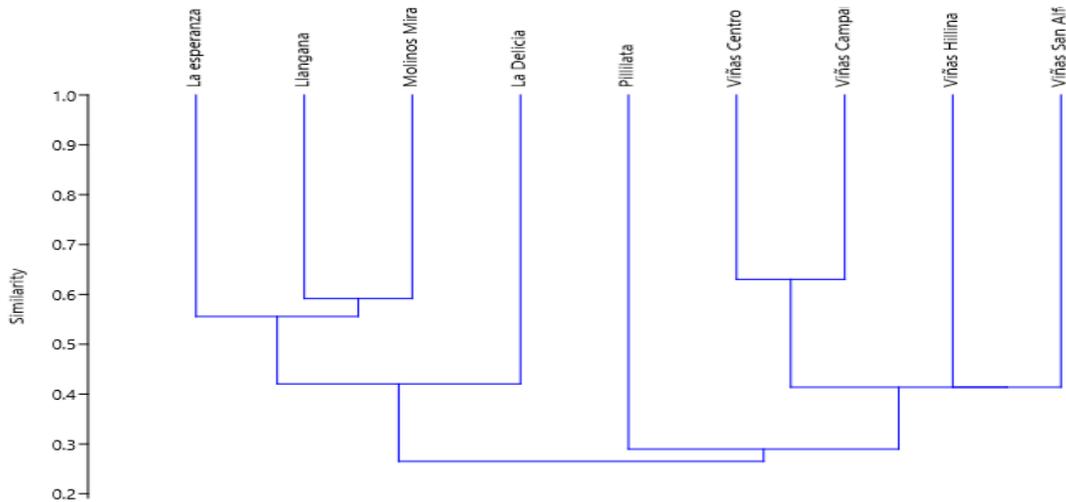


**Gráfico 10-3:** Índice de biodiversidad por cuenca

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

### 3.3.1.5. Índice de similitud de Bray Curtis

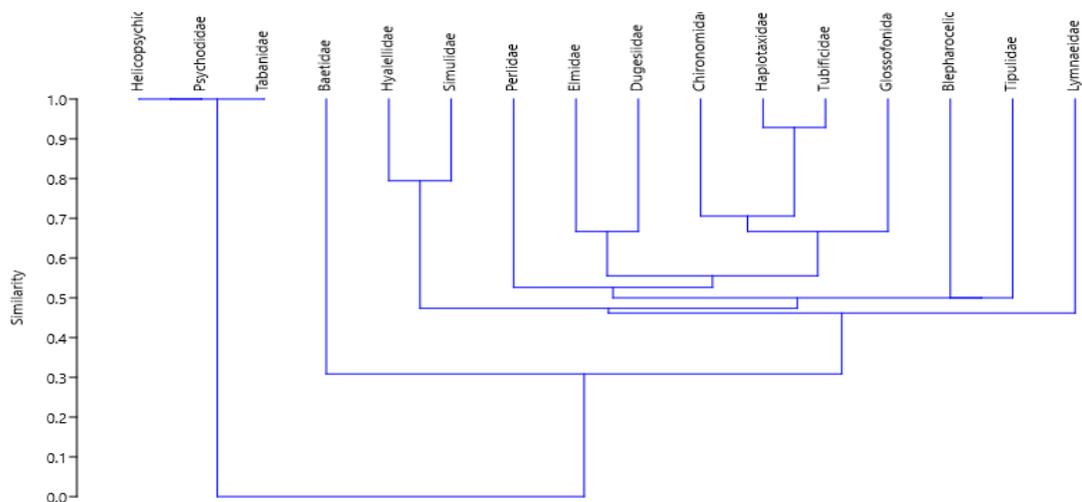
Se realizó un análisis de similitud de Bray Curtis, para conocer gráficamente (dendrogramas) las semejanzas que se presentan en función a la abundancia de individuos y de las zonas de muestreo:



**Gráfico 11-3:** Dendrograma de similitud cuantitativo entre puntos de muestreo

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

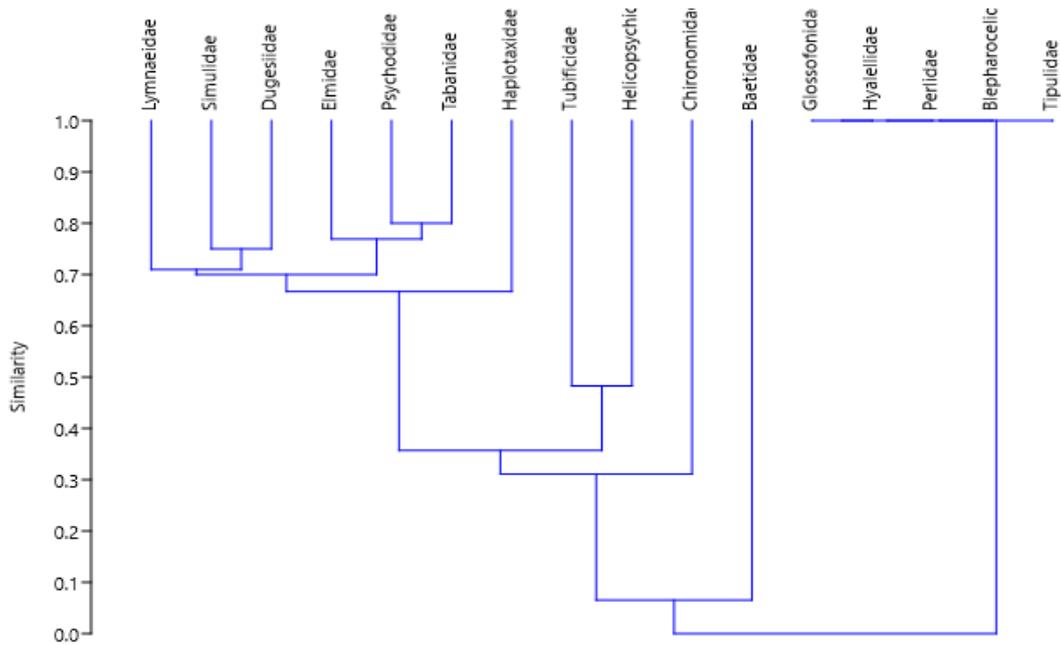
La mayor similitud en el dendrograma cuantitativo (Gráfico 11-3), se muestra entre los puntos de muestro Viñas Centro y Viñas Campamento con valor de similitud de 0.63; a pesar de pertenecer el punto Viñas Centro a la cuenca media y Viñas Campamento a la cuenca Baja, los dos puntos son similares en riqueza y abundancia de individuos; por otro lado, de acuerdo a las cuencas presentes en el río, las cuencas más similares con respecto a la abundancia de individuos es la cuenca alta y la cuenca Baja.



**Gráfico 12-3:** Dendrograma de similitud cualitativa en la cuenca alta

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

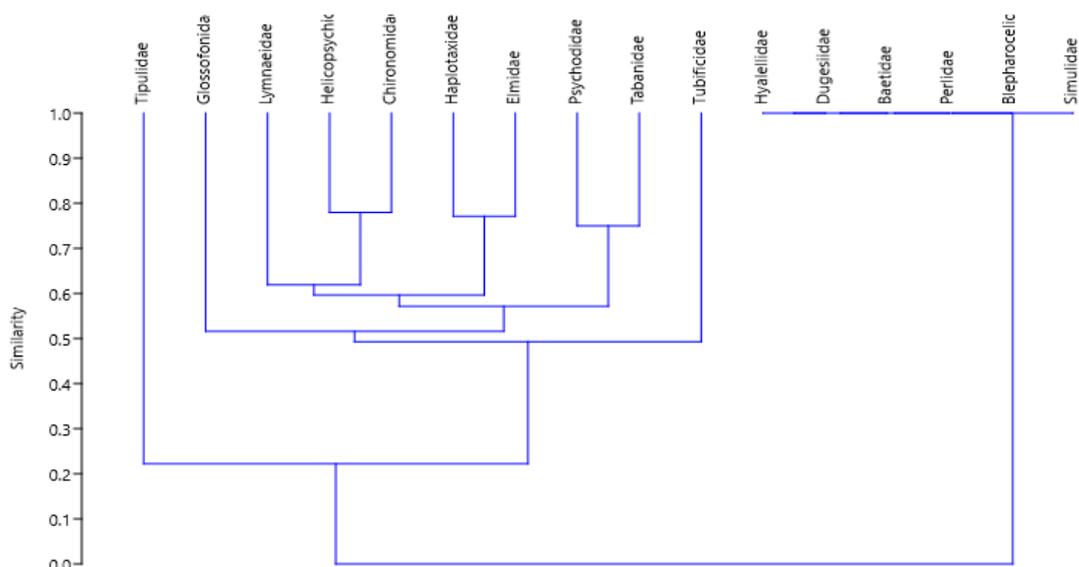
El dendrograma de similitud de la cuenca alta presenta mayor similitud entre las familias Helicopsychidae, Psychodidae y Tabanidae en un solo grupo, puesto que su presencia en la cuenca es nula (Gráfico 12-3), particularmente se debe a que dichas familias se caracterizan por vivir en aguas contaminadas, de corrientes moderadas y alimentarse especialmente de algas, y de materia orgánica del exterior de rocas, a excepción de la familia Tabanidae que es carnívora; pues la cuenca presenta bajos niveles de contaminación y de acuerdo al valor del ICA (Tabla 7-3), el agua de la cuenca es de buena calidad.



**Gráfico 13-3:** Dendrograma de similitud Cualitativa en la cuenca media

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

El análisis de similitud de la cuenca media mostros que existen diferencias significativas en función a la abundancia de individuos de las familias Glossiphoniidae, Hyalellidae, Perlidae, Blephariceridae y Tipulidae(Gráfico 13-3), puesto que, en los puntos de muestreo no se registra la presencia de individuos; por un lado, se muestran en este grupo la familia Blephariceridae y Perlidae que son organismos sensibles a los contaminantes, por otro lado, las familias Glossiphoniidae, Hyalellidae y Tipulidae, necesitan el oxígeno suficiente para realizar sus procesos vitales; condiciones que no se presentan en la cuenca por la acumulación de materia orgánica y efectos de la intervención antrópica.



**Gráfico 14-3:** Dendrograma de similitud cualitativa en la cuenca baja

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a las características cualitativas de la cuenca baja del río, donde el agua es contaminada por desechos residuales, acumulación de materia orgánica y descargas de aguas servidas de la ciudad de tiempo permanente, indica que, la calidad del agua de la cuenca es mala (Tabla 7-3) y esto define, que la presencia de familias sensibles a contaminantes es nula; mientras que existe mayor similitud entre las familias Helycopsichidae, Chironomidae, Haplotaixidae y Elmidae (Gráfico 14-3), cuya alimentación se basa en materia orgánica en descomposición y su presencia son característicos de agua contaminadas específicamente la familia Haplotaixidae.

### 3.3.2. Análisis fisicoquímicos

Los resultados de pH y temperatura tomados en campo, junto con los resultados emitidos por el Laboratorio LASA de la ciudad Quito de los demás parámetros se detallan a continuación:

**Tabla 6-3:** Parámetros físico químicos tomados en el río Ambato

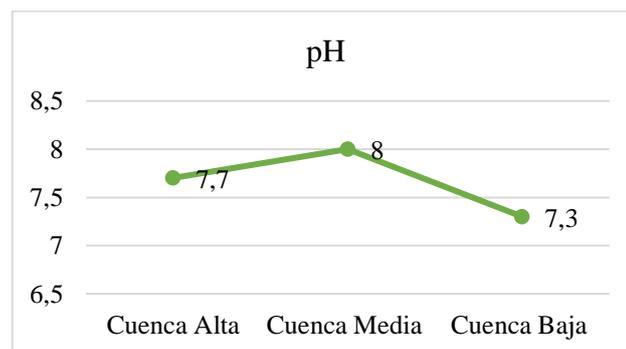
		C. ALTA	C.MEDIA	C.BAJA
PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	VALOR	VALOR
PH		7,7	8	7,3
TEMPERATURA	C°	4	2,5	2
AMONIO	mg/l	0	0,13	7,38
CALCIO	mg/l	18,67	24,76	29,71
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	234	205	255
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /l	96,95	79,84	161,59
MAGNESIO	mg/l	12,25	4,39	21,26

<b>D.B.05 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO</b>	mg/l	1,08	1,2	19,7
<b>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</b>	mg/l	5,46	17,31	51,92
<b>OXÍGENO DISUELTO</b>	% Sat	103,4	6,86	12,9
<b>SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS</b>	mg/l	2	4	85
<b>TURBIDEZ</b>	NTU	95	48	12
<b>COLIFORMES FECALES</b>	UFC/100ml	10	55	100
<b>FÓSFORO TOTAL</b>	mg/l	0,22	0,035	1,08
<b>N-NITRATOS</b>	mg/l	0,6	0,20	2,7
<b>n-NITRITOS</b>	mg/l	0,004	0,00	0,06
<b>SULFATOS</b>	mg/l	9	43,90	50,4

Fuente: Trabajo de campo, 2020-

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

a) Ph

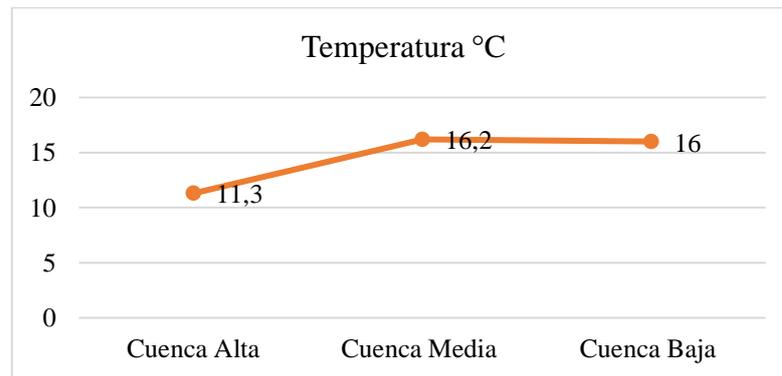


**Gráfico 15-3:** pH por cuenca del río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

El pH que presenta el río Ambato, en su cuenca alta media y baja, se mantiene dentro del rango (6.5-8.0) adecuado para el desarrollo de vida acuática; es decir los animales acuáticos, encuentran las condiciones necesarias para la proliferación y desarrollo de su vida, de manera que no se ve afectada la reproducción y no sufren de estrés fisiológico (Rentería, et al., 2016).

b) Temperatura

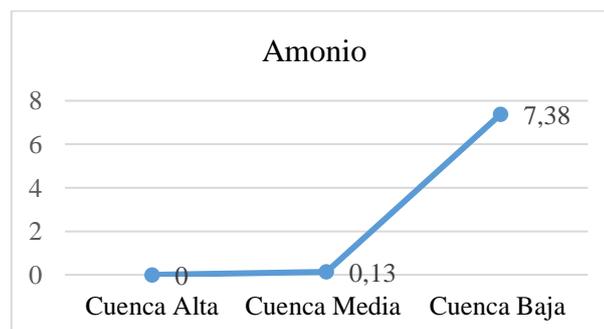


**Gráfico 16-3:** Temperatura del río Ambato

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a Rentería & Clavijo, (2016), la temperatura de las zonas templadas, varía de acuerdo al cambio de estaciones, y la temperatura en los ríos de la radiación solar que influyen sobre estos, por lo que, dependiendo si la temperatura es alto o baja, determina los procesos de reproducción y biológicos; del mismo modo, en el río Ambato, debido a su ubicación geográfica y altitudinal, en la cuenca alta del río, que se encuentra sobre los 3000 m.s.n.m. presenta una temperatura promedio de 11.3 °C; mientras que en la cuenca media y baja, teniendo en cuenta que se encuentra geográficamente por debajo de los 2500 m.s.n.m. presentan una temperatura de 16 °C.

c) Amonio



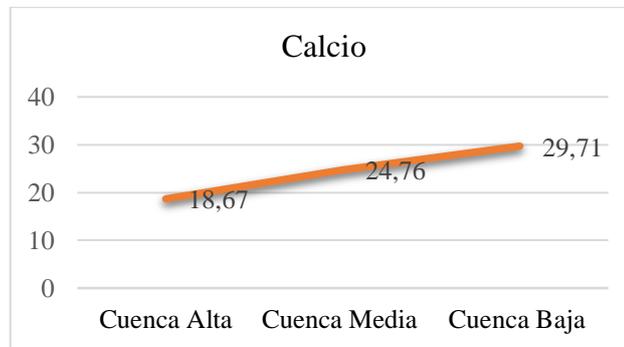
**Gráfico 17-3:** Amonio presente en el río Ambato

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a la cantidad presente de amonio en el río Ambato, se muestra que en la cuenca alta existe 0 mg/l y en la cuenca media 0.13 mg/l de amonio, lo que indica que el agua se encuentra con suficiente oxígeno, por otro lado, la cuenca baja muestra un valor de 7.38 mg/l de amonio demostrando que el agua es contaminada por vertidos residuales domésticos; adicionalmente estos valores se relacionan con los límites permisibles para agua de consumo humano, en donde,

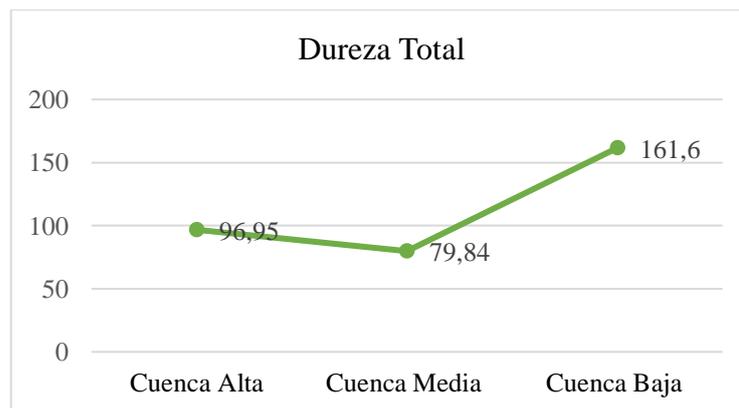
la cuenca alta se encuentra dentro del rango establecido 0.005 mg/l (Tabla 5-3), mientras que, las cuencas media y baja sobrepasan el valor del límite, por lo que no está permitido su consumo.

d) Dureza total, Calcio y Magnesio



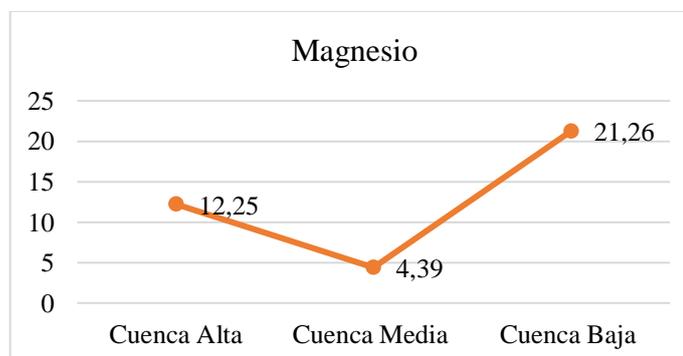
**Gráfico 18-3:** Valores de calcio presente en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.



**Gráfico 19-3:** Dureza total en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

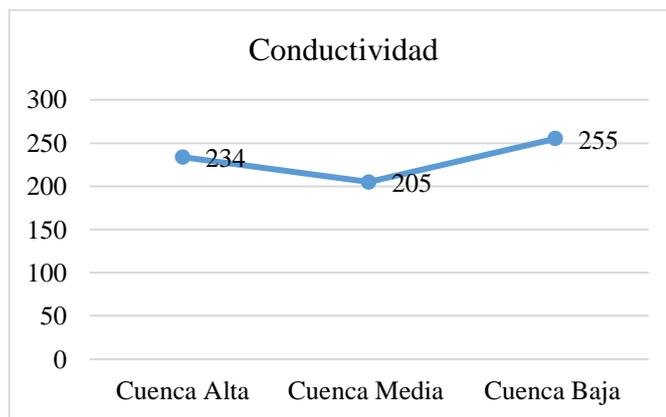


**Gráfico 20-3:** Valores de Magnesio en el río Ambato.

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

La dureza total, está compuesta por la cantidad de sales de calcio (INEN, 2013) e iones de magnesio (Cortolima, 2000) por lo tanto, de acuerdo a los resultados que muestra el Gráfico 19-3, indica que la cuenca alta y media del río presenta una baja dureza (dureza blanda) y son zonas poco productivas; mientras que, en la cuenca baja, muestra dureza elevada (dureza dura), lo que indica que es una zona productiva; además estos valores están dentro de los límites permisibles para agua de consumo humano (Tabla 5-3).

e) Conductividad

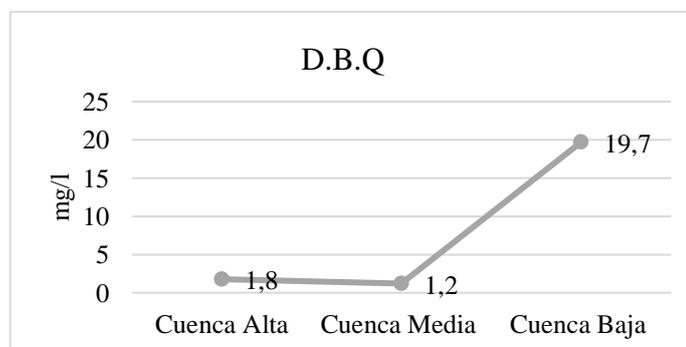


**Gráfico 21-3:** Valores de conductividad en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo al gráfico 21-3, muestra que, el menor valor de conductividad se registra en la cuenca media (205 uS/cm), mientras que, el mayor valor, se registra en la cuenca baja (255 uS/cm); sin embargo, por mantenerse en el intervalo mayor a 200 uS/cm y menor a 275 uS/cm, el río presenta señales de contaminación (Cortolima, 2000).

f) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

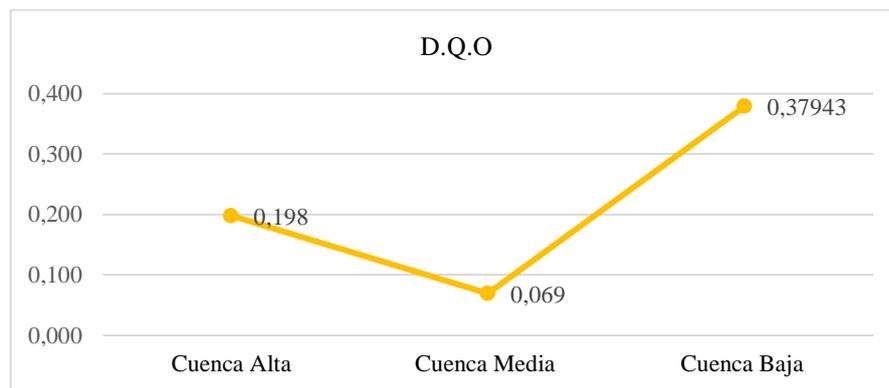


**Gráfico 22-3:** Demanda bioquímica de oxígeno del río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a la demanda biológica de oxígeno que presenta el río Ambato, en la cuenca alta del río, la cantidad de materia orgánica es baja, puesto que existe poca contaminación y puede ser consumida por agentes biológicos (Cortolima, 2000), por otro lado, existe concentración de materia orgánica acumulada en la cuenca media y baja, lo que hace, que el oxígeno se agote y no pueda ser consumida por agentes biológicos rápidamente, denotando mal olor en las cuencas (Rentería, et al., 2016).

g) Demanda química de oxígeno

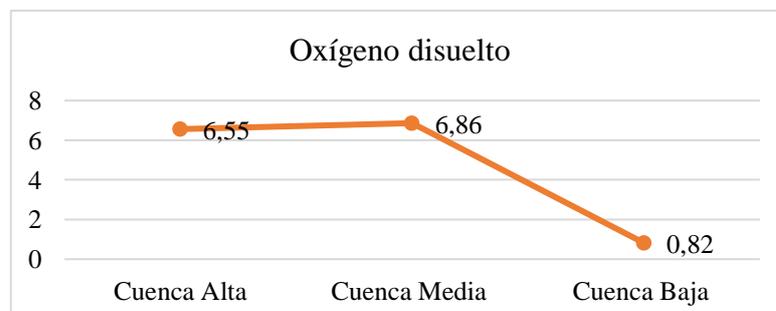


**Gráfico 23-3:** Demanda Química de Oxígeno en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

La demanda química de oxígeno en el río Ambato cumple con la condición que la D.Q.O debe ser mayor a la D.B.O (Aznar, 2000); por lo tanto, se muestra que la cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica (Cortolima, 2000) en la cuenca alta es de 0.19 y en la cuenca media es de 0.06 (Gráfico 23-3). Indica que las dos cuencas son zonas con afluente escasamente biodegradable; por otro lado, en la cuenca baja el valor es de 0.3, lo que indica que es un efluente moderadamente biodegradable.

h) Oxígeno Disuelto



**Gráfico 24-3:** Oxígeno disuelto en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a los resultados de oxígeno disuelto que se relacionan directamente la demanda bioquímica de oxígeno por la descomposición de materia orgánica que realizan los microorganismos (Rentería, et al., 2016), en la cuenca alta y media del río Ambato existe mayor concentración de oxígeno disuelto con respecto a la cuenca baja, en donde, se refleja que la concentración es baja debido a la acumulación de materia por las actividades antrópicas e industriales de las zonas. Además, los valores de la cuenca alta y media están dentro de los valores normales y límites permisibles para agua de consumo humano (Tabla 5-3), característica que no sucede en la cuenca baja.

i) Sólidos totales Suspendidos

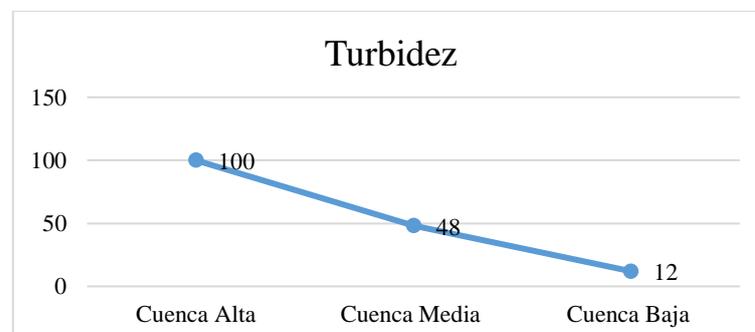


**Gráfico 25-3:** Sólidos totales suspendidos en el río Ambato

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

Los sólidos totales suspendidos que presenta el río Ambato denotan que, en la cuenca baja existe una mayor concentración de partículas de materia orgánica suspendidas en el agua, valores que inciden directamente con la turbidez de la muestra. (Cortolima, 2000), pero no se encuentran dentro de los parámetros permisibles para agua de consumo humano (Tabla 5-3).

j) Turbidez

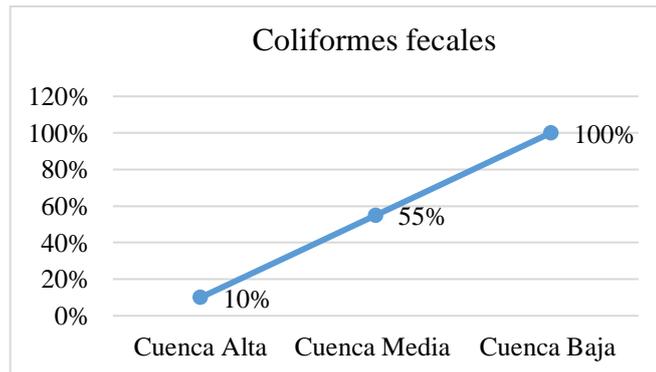


**Gráfico 26-3:** Turbidez del río Ambato

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

Al existir poca concentración de sólidos suspendidos en la cuenca alta del río, el color del agua llega a ser transparente y se encuentra dentro de los límites permisibles para agua de consumo humano (Tabla 5-3), mientras que, en la cuenca media y baja, al existir gran cantidad de sólidos suspendidos, le dan al agua mayor opacidad siendo los responsables del color café y negra del agua (Rentería, et al., 2016).

k) Coliformes fecales

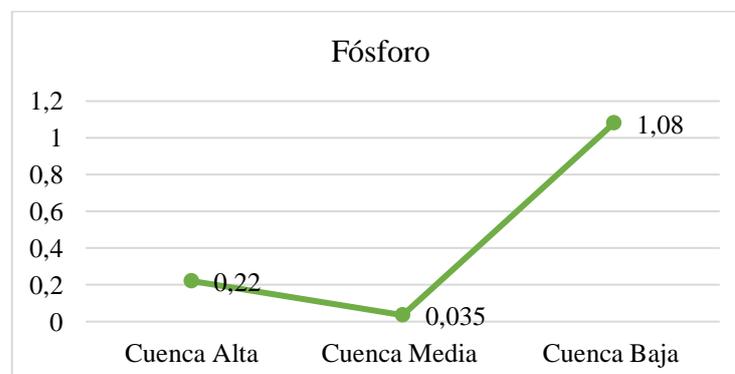


**Gráfico 27-3:** Coliformes fecales del río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a la cantidad de coliformes fecales que presenta el río Ambato, la cuenca baja presenta la mayor concentración de los mismos, dependiente de las características de la cuenca, pues recoge en su totalidad las descargas de aguas servidas de la ciudad, proliferando la presencia del grupo coliformes y generando la contaminación del agua (Cortolima, 2000). Por lo tanto, solo la cuenca alta se encuentra dentro de los límites permisibles para agua de consumo humano (Tabla 5-3).

l) Fósforo total

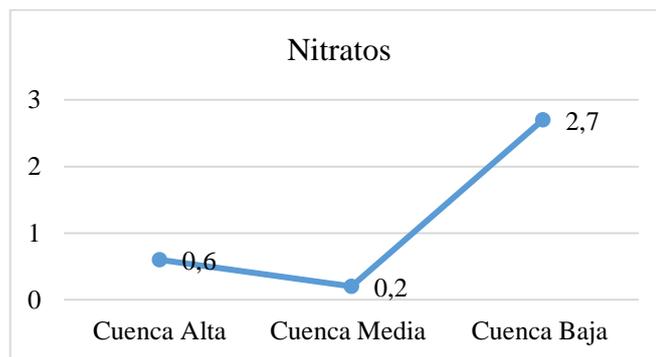


**Gráfico 28-3:** Fosforo presente en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

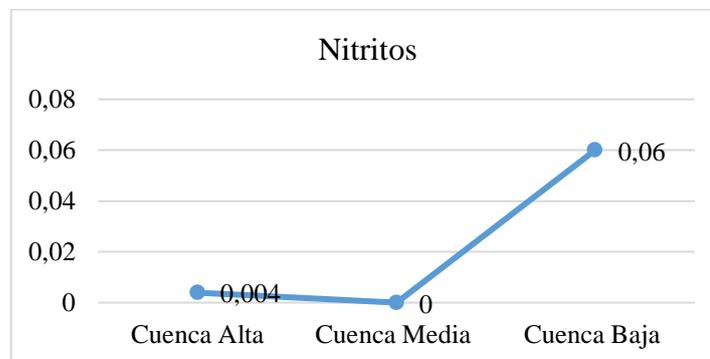
La cantidad de fósforo presente en el río Ambato, en la cuenca alta y baja, no genera contaminación en el recurso hídrico, puesto que los valores, de concentración crítica para una eutrofización incipiente esta entre 0.1 a -0.2 mg/l PO<sub>4</sub> en el agua corriente (Pitz, 2010); sin embargo, en la muestra de la cuenca media se obtuvo un total de 0.035 mg/l, lo que quiere decir que, existe eutrofización y esto se evidencia en los puntos de muestreo, por la presencia de algas en las riberas y piedras del río en este sector.

m) N- Nitratos y Nitritos



**Gráfico 29-3:** Nitratos existentes en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

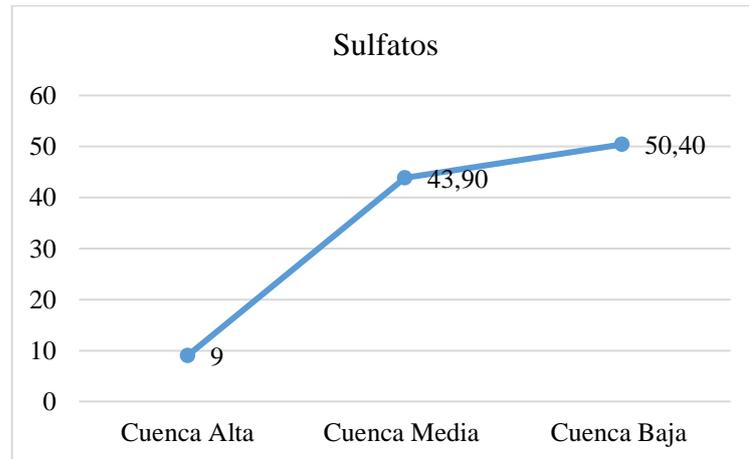


**Gráfico 30-3:** Valores de Nitritos en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo al criterio de (Rodríguez, et al., 2001), la concentración normal del nitrato en aguas superficiales es baja de 0-18 mg/l, por lo que, los valores de nitratos en el agua del río Ambato se encuentra dentro del rango normal de concentración de nitrato; son naturales y no generadas por malas prácticas agrícolas, además los valores del nitrato están dentro del rango aceptable para agua de consumo humano (Tabla 5-3). Por otro lado, los nitritos al estar estrechamente relacionados con la oxidación del nitrógeno en el agua (Antón & Lizaso, 2001), al igual que los nitratos su concentración es baja (Gráfico 30-3).

n) Sulfatos



**Gráfico 31-3:** Valores de sulfatos en el río Ambato

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a las concentraciones de sulfatos presentes en el río Ambato, la concentración es muy baja, teniendo en cuenta que éstos, participan en la oxidación de minerales en los drenajes, debido a las emisiones de dióxido de azufre ocasionadas por la actividad humana (Bolaños, et al., 2017). Dentro de los límites permisibles para agua de consumo humano su valor es hasta 400 mg/l (Tabla 5-3), sin embargo, la mayor concentración de sulfatos en el río, está en la cuenca baja con 50.4 mg/l.

3.3.2.1. Índice de calidad de agua ICA NSF

**Tabla 7-3:** Parámetros físico químicos para la determinación de la calidad de agua del río Ambato

	UNIDADES	PONDERACIÓN	CUENCA ALTA			CUENCA MEDIA			CUENCA BAJA		
			VALOR	ICA	TOTAL	VALOR	ICA	TOTAL	VALOR	ICA	TOTAL
PH		0,11	7,7	91	10,01	8	84	9,24	7,3	93	10,23
TEMPERATURA	C°	0,1	4		0	2,5		0	2		0
D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	0,11	1,08	94	10,34	17,31	15	1,65	19,7	12	1,32
OXÍGENO DISUELTO	% Sat	0,17	103,4	99	16,83	6,86	5	0,85	12,9	8	1,36
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	0,07	2	80	5,6	4	4	0,28	85	85	5,95
TURBIDEZ	NTU	0,08	95	4	0,32	48	2	0,16	12	1	0,08
COLIFORMES FECALES	UFC/100ml	0,16	10	72	11,52	43	54	8,64	98	44	7,04
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,1	0,22	90	9	0,035	99	9,9	1,08	38	3,8
N-NITRATOS	mg/l	0,1	0,6	96	9,6	0,20	97	9,7	2,7	92	9,2
					73,22			40,42			38,98

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

El resultado promedio del pH que presenta el río Ambato es 8, que lo caracteriza como pH neutro y de acuerdo con los criterios de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN1108, Cuarta revisión, (2011), para agua potable y de consumo doméstico, el agua del río Ambato se encuentra dentro de los parámetros máximo permisibles, puesto que el rango normal oscila de 6.8-8.4. Por otro lado, la temperatura promedio que presenta el río es de 14.5, valor que se atribuye por su geografía, adicionalmente la demanda bioquímica de oxígeno presenta su menor valor en la cuenca alta, lo que indica una escasa intervención antrópica y denota una mayor concentración de oxígeno disuelto captado por los microorganismos para realizar la descomposición de la materia orgánica, mientras que, el valor de la demanda bioquímica de oxígeno en la cuenca baja es elevado, debido a la contaminación total y acumulada de materia orgánica en la cuenca, que no puede ser rápidamente procesada por agentes biológicos. Sin embargo una de las características más sobresalientes es la presencia de coliformes fecales en la cuenca baja, pues, presenta una concentración de 98, superando su límite normal y demostrando que su valor es dependiente de las características de la cuenca, puesto que, este sitio recoge en su totalidad las descargas de aguas servidas de la ciudad, por ende, la proliferación de coliformes fecales generalmente descargados en las heces fecales de humanos y animales es evidente y son bioindicadores de contaminación fecal en aguas de consumo humano; de modo que, de acuerdo a estos valores relevantes, el índice de calidad de agua (ICA NSF) indica que la calidad de agua de la cuenca alta presenta contaminación leve teniendo en cuenta que el consumo del recurso es dudoso sin purificación; por otro lado, también califica a la calidad de agua de la cuenca media y baja como contaminada en exceso, entendiéndose como agua inaceptable para su consumo por su alto nivel de contaminación.

### **3.3.3. Análisis biológicos**

A continuación, se muestra la tabla de índices biológicos en donde:

#### **Índices biológicos**

EPT = Índice Ephemeroptera, Plecóptera y Tricóptera

SSB: = Índice de sensibilidad

BMWP = Índice Biological Monitoring Working Party

ABIP = Índice Biótico andino de Perú

ABIE = Índice Biótico Andino de Ecuador

#### **Categorías**

MB = Muy Buena

B = Buena

Mod = Moderado

M = Mala

CR = Crítica

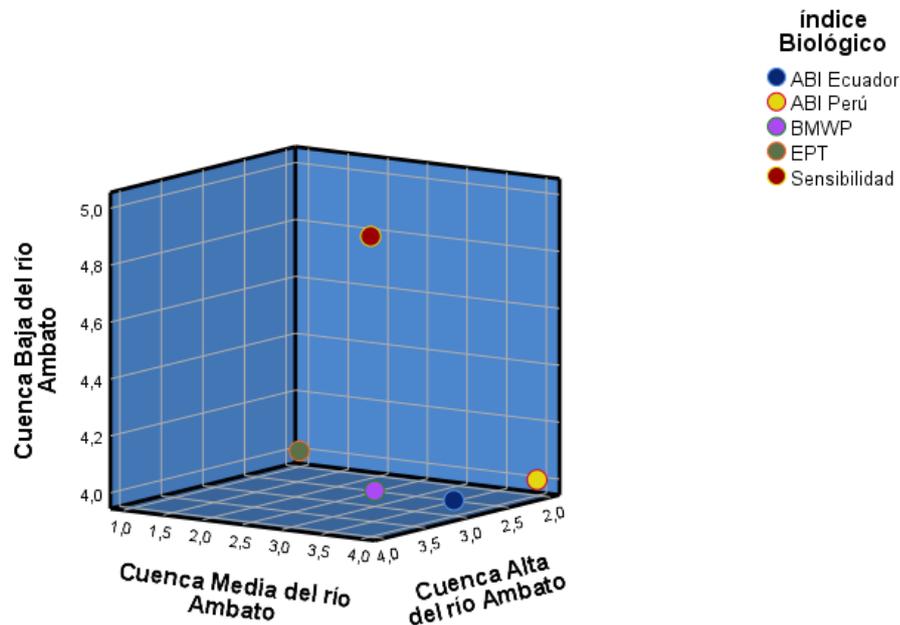
**Tabla 8-3:** Índices biológicos aplicados en el río Ambat

Familia	Abundancia	Cuenca Alta					Cuenca Media				
		EPT	SENSIBILIDAD	BMWP	ABI PERÚ	ABI ECU	EPT	SENSIBILIDAD	BMWP	ABI PERÚ	ABI ECU
DugesIIDae	17	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0
ILumbricidae	78	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Tubificidae	190	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Glossiphonidae	18	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaeidae	40	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0
Hyaellidae	29	0	0	7	6	6	0	0	0	0	0
Baetidae	797	241	7	7	4	4	556	7	7	4	4
Perlidae	9	9	10	10	10	10	0	0	0	0	0
Elmidae	60	0	0	7	5	5	0	0	7	5	5
Helicopsychidae	44	0	0	0	10	10	21	0	8	0	0
Blepharocelidae	1	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0
Chironomidae	331	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2
Psychodidae	13	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3
Simulidae	55	0	8	5	5	5	0	8	5	5	5
Tabanidae	21	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4
Tipulidae	4	0	3	3	5	5	0	0	0	0	0
ABUNDANCIA	1707	250	30	69	57	57	577	17	50	23	23
TOTAL		63%	90	69	57	57	58%	17	50	23	23
CRÍTERIO		BUENA	MALA	DUDOSA	BUENO	MODERADO	BUENA	MALA	DUDOSA	MALO	MALO
COLOR											

Fuente: Trabajo de campo, 2020.

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

### 3.3.4. *Análisis de componentes principales PCA*



**Gráfico 32-3:** Análisis de componentes principales en el río Ambato

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

De acuerdo a las correlaciones formadas con los criterios de calidad de agua de los índices biológicos asignados a cada cuenca, se demuestra que, los puntos más similares del Gráfico 32-3, que son los índices biológicos de EPT, BMWP, ABI Perú y ABI Ecuador, califican de forma promedio a la calidad de agua del río Ambato como Buena, especialmente por la cuenca alta y media del río; mientras que, de acuerdo al índice de Sensibilidad, califica a la calidad del agua como Mala especialmente por la cuenca baja del río.

### 3.3.5. *Comprobación de hipótesis*

Para determinar si la estructura trófica de macroinvertebrados del río Ambato depende o no de la cuenca, se realizó la prueba de independencia de Chi Cuadrado.

#### 3.3.5.1. *Planteamiento de hipótesis*

$H_0$ : Los grupos funcionales no dependen de la cuenca del río

$H_1$ : Los grupos funcionales dependen de la cuenca del río

### 3.3.5.2. Determinación del nivel de significancia

El nivel de significación que se aplicó en este estudio fue del 0.05

### 3.3.5.3. Determinación de estadístico de prueba

De acuerdo a los siguientes datos, se obtuvo el análisis del estadístico de prueba:

#### a) Frecuencias observadas

**Tabla 9-3:** Análisis de los grupos tróficos de frecuencias observadas en función de las cuencas del río.

	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja	Total
<b>P</b>	3	3	1	7
<b>D</b>	3	5	5	13
<b>PA</b>	3	0	3	6
<b>R</b>	5	5	2	12
<b>CR</b>	9	6	6	21
<b>F</b>	1	1	4	6
<b>CF</b>	3	2	0	5
<b>Total</b>	27	22	21	70

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

#### b) Frecuencias esperadas

**Tabla 10-3:** Análisis de grupos funcionales de frecuencias esperadas en función a las cuencas del río Ambato.

	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
<b>P</b>	2,7	2,2	2,1
<b>D</b>	5,0	4,1	3,9
<b>PA</b>	2,3	1,9	1,8
<b>R</b>	4,6	3,8	3,6
<b>CR</b>	8,1	6,6	6,3
<b>F</b>	2,3	1,9	1,8
<b>CF</b>	1,9	1,6	1,5

Fuente: Trabajo de campo, 2020

Realizado por: Méndez Yesenia, 2020.

c) Estadístico de prueba

**Tabla 11-3:** Dato estadístico de prueba

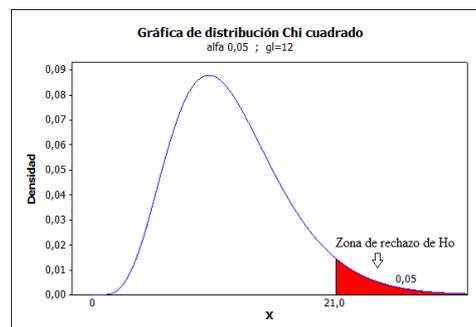
Estadístico de Prueba $(F_o - F_e)^2 / F_e$		
Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
0,0	0,3	0,6
0,8	0,2	0,3
0,2	1,9	0,8
0,0	0,4	0,7
0,1	0,1	0,0
0,7	0,4	2,7
0,6	0,1	1,5
<b>TOTAL</b>		12,5

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

#### 3.3.5.4. Determinación de valores críticos y zona de rechazo

a) Gráfico de distribución Chi Cuadrado



**Gráfico 33-3:** Distribución de Chi cuadrado

**Realizado por:** Ing. Flores Ana, Méndez Yesenia, 2020.

La zona de rechazo de la Hipótesis Nula recae a partir de 21.02 en el eje de las X y el estadístico de prueba se encuentra en 12.5 en el mismo eje, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay independencia en cada una de las cuencas del río Ambato con respecto a la estructura trófica.

#### 3.3.5.5. Decisión

De acuerdo al estadístico de prueba  $(12.5) < (21.02)$ , por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, confirmando que la estructura trófica del río Ambato no cambia a lo largo del cauce, y se afirma esto al trabajar con un 95% de confianza en los datos.

### **3.4. Diseño de una propuesta de un plan de manejo y conservación para la cuenca del río Ambato.**

#### **3.4.1. Antecedentes**

La calidad de agua y la biodiversidad de cuenca del río Ambato, están relacionadas directamente con la actividad antrópica dentro y fuera del cauce; puesto que en él, se desarrollan diferentes tipos de actividades como el suministro de agua para la producción de alimentos, consumo humano, producción de industrias y como lugar de descargas de desechos sólidos y aguas servidas, llegando así a afectar a poblaciones o comunidades de especies acuáticas presentes en el cauce, lo que indica un cambio en el estado ecológico y vulnerabilidad de especies a cambios drásticos en su entorno, tomando como referencia muestras de macro invertebrados presentes en el río, para poder medir el impacto producido por la intervención humana, tomando en cuenta la presencia de la familia Baetidae como especies tolerantes a la contaminación en aguas rápidas; con la aplicación de índices de biodiversidad, Índices biológicos y de Calidad de Agua, se demuestran que el río presenta baja diversidad de especies, mala de calidad de agua para el consumo humano y doméstico, cuyo sustrato en el interior del cauce es resto de partículas de material de industrias, materia orgánica y nitritos como ramas, troncos, hojarasca y raíces.

#### **3.4.2. Diagnóstico**

##### *3.4.2.1. Diagnóstico del medio biofísico*

###### a) Ubicación y demografía

El río Ambato se encuentra en la provincia de Tungurahua, atravesando el cantón Ambato y a la vez por profundos barrancos que en algunos puntos sobrepasan los 3000m de altura, posee un área total de 20933.94 (ha) y cuya longitud aproximada es de 26.6 km; es un río de bajo caudal puesto que es el afluente principal para toda la ciudad. (GADMA, 2015)

El área de estudio cuenta con una población de 500000 habitantes (INEC, 2010)

###### *3.4.2.2. Aspectos climáticos*

a) Clima

La latitud y altitud cantonal provoca variación de temperatura y precipitación en los diferentes pisos ecológicos puede ser muy grande. Se debe mencionar que los tres pisos ecológicos principales que dominan el área de acuerdo a la clasificación por altura son: Andino (> 3600 m.), Subandino (3.200 – 3.600 m.) e Interandino (2800 – 3200 m.).<sup>2</sup> (GADMA, 2015)

b) Temperatura

De acuerdo a los datos del INAMHI (2016), la temperatura en la cuenca alta del río oscila entre 8.03°C a 10.3 °C; por otro lado, en la cuenca media y baja del río se indica valores de 11.67 °C a 13.8 °C (Carvajal, 2017).

c) Precipitación

Para detallar la precipitación que presenta la cuenca del río Ambato, se tomaron datos de las estaciones meteorológicas más cercanas a la cuenca como: la estación Pedro Fermín Cevallos y la estación Calamaca (Carvajal, 2017); por lo cual, en la microcuenca Alta del río se indica que existen precipitaciones mínimas anuales de 10.3 mm y máximas de 167mm; por otra parte en la microcuenca media y baja se presentan precipitaciones mínimas anuales de 9.08 mm y máximas anuales de 119.7 mm.

### 3.4.2.3. *Ecosistemas*

De acuerdo al (GADMA, 2015), los ecosistemas presentes en el cantón son los siguientes:

a) Bosque húmedo montano oriental

En el cantón cubre los páramos de Cusubamba entre el Sagoatoa hacia Quisapincha, Pilahuín, y Tisaleo; ubicado en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua. Los rangos altitudinales y de temperatura son similares al de estepa montano, con la diferencia que es un subpáramo húmedo, puesto que recibe precipitaciones anuales que oscila entre los 500 y 1000 mm. La vegetación más sobresaliente, son extensos pajonales en el que dominan los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y *Festuca*, en asociación con el Romerillo, *Hypericum laricifolium*, Mortiño, *Vaccinium mortinia*, Sacha Chocho, *Lupinus alopecuroides*, Chuquiragua insignis.

b) Humedales

Son zonas húmedas, generalmente planas, las mismas que por lo general pasan húmedas constantemente en su parte superior; al suceder esto, el suelo se satura, lo cual genera pérdida de oxígeno y dan lugar a un ecosistema híbrido entre los acuáticos y los terrestres. La categoría biológica de humedal comprende zonas de propiedades geológicas diversas: ciénagas, esteros, marismas, pantanos, turberas. Los humedales de la zona de Totoras y Picaihua se ubican en las parroquias del mismo nombre, pero no se registra en la cartografía por razones de escala.

c) Nieve

La nieve también alberga vida; en ciertas regiones altas y nevadas se puede hallar una nieve rosada, donde viven un sinnúmero de organismos unicelulares: algas. Tienen el verde de la fotosíntesis, pero es enmascarado por un pigmento rojo que las protege de los rayos ultravioleta. Están justo por debajo de la nieve; poseen flagelos que les permiten ubicarse a la profundidad adecuada. Además, hay una nieve negra, donde habitan muchos insectos y gusanos primitivos adaptados al frío: lepismas, saltarines y grilloblátidos; se alimentan de polen y de cadáveres de insectos transportados desde el valle; están muy bien adaptados al frío que, si se los toma con la mano, elevando su temperatura, mueren.

d) Páramo Húmedo

Se encuentra localizada a altitudes superiores a los 3600 msnm, con la temperatura promedio anual entre los 3 y 6°C y una precipitación entre 200 y 500 mm/año. A elevaciones menores, esta cantidad de lluvia colocaría a la región dentro de un régimen seco, pero con las temperaturas más bajas de estas elevaciones, existe menos evapotranspiración potencial, razón por la cual se lo califica como páramo húmedo. Apenas cubre una superficie de 25800 hectáreas. Esta región pertenece a la formación ecológica bosque húmedo Sub-Alpino de la clasificación de Holdrige.

e) Páramo Seco

Se encuentran a partir de los 4000 msnm y se extienden hasta el límite nival. Aquí la vegetación es alterna con parches de arena desnuda. Poseen vegetación xerofítica, con pocas hierbas y pequeños arbustos y algunos musgos y líquenes; la flora representativa de este lugar es: *Azorella pedunculata* (Apiaceae), *Chuquiragua* Jussieu, *Hypochaeris sonchoides*, *Senecio microdon*, *Culcitium nivale*, *Werneria rigida* (Asteraceae); *Ephendra americana* (Ephendraceae); *Lupinus*

microphyllius, Astragalus geminiflorus (Fabaceae). En las partes más secas, Loricaria ilinissae (Asteraceae) y Astragalus geminiflorus (Fabaceae) forman matas dispersas.

f) Vegetación Seca Interandina

La influencia antrópica ha sido fuerte desde tiempos inmemorables y la vegetación es arbustiva, espinosa, xerofítica, poco densa y con alturas de hasta 4 m, pero en algunos lugares protegidos o de difícil acceso se encuentra un bosque mejor desarrollado, con un dosel de hasta 8 m de altura. Sin embargo, la diversidad de especies arbóreas es baja. Las familias Fabaceae y Mimosaceae dominan y las especies características son: Acacia macracantha, Croton wagneri, Caesalpinia spinosa, Dodonaea viscosa y Schinus molle

g) Calidad de agua

De acuerdo con los datos de la presente investigación la calidad del agua del río Ambato es buena en su cuenca Alta que comprende desde el sector La Esperanza hasta el sector de Molinos Miraflores, de ahí en adelante es decir cuenca media y baja presenta una mala calidad de agua, características atribuidas del resultado de los análisis de índices ICA-NSF, EPT, sensibilidad y ABI.

h) Riesgos naturales

La ciudad de Ambato está ubicada en una zona de alto riesgo sísmico. Sin embargo, resulta difícil predecir con exactitud el momento o fecha de un sismo, la magnitud y su acción devastadora a pesar de los grandes avances tecnológicos y científicos. Pero, existe la facilidad de prevenir daños graves por medio de eficaces medidas de prevención. Según datos obtenidos en las investigaciones realizadas, los sismos de los años 1687-1698-1786-1797 y el último, que se dio el 5 de agosto de 1949, provocaron inmensos deslizamientos de laderas, montes y taludes que arrasaron con gran cantidad de viviendas y seres humanos. Otra causa de desastres de gran magnitud son las fallas geológicas, las mismas que, al momento de producirse un sismo, provocan grandes grietas que ocasionan la destrucción de todo cuanto está a su alcance. Expertos de la Escuela Politécnica Nacional detallaron que en la ciudad de Ambato existen tres fallas geológicas:

- La primera incidiría en la destrucción de edificaciones de la calle Cevallos, viaducto Yahuirá, 13 de abril, ciudadelas Vicentina y San Antonio.
- La segunda falla está ubicada en el sector de Andiglata al pie de las laderas de San Bartolomé y zona del colegio San Alfonso.
- Una tercera falla ubicada al sur-oriente de la ciudad de Ambato entre las poblaciones de Terremoto y Totoras.

(GADMA, 2015)

#### 3.4.2.4. *Diagnóstico socioeconómico*

En extensión territorial Tungurahua es la provincia más pequeña del Ecuador, representa el 1.24 % de la superficie nacional, sin embargo, tiene una densidad poblacional de 134.9 Hab/Km<sup>2</sup>, siendo una de las más altas del país. En referencia a la densidad poblacional de las parroquias involucradas en la zona de estudio según los datos del Censo 2010 es de 188 Hab/Km<sup>2</sup>, con lo cual la parroquia de Santa Rosa tiene el índice más alto de densidad poblacional y siendo la menos densa la parroquia de San Fernando. (Tingo, 2016), (GADMA, 2015)

La población de la zona de estudio atiende su salud en síes establecimientos médicos, los cuales ayudan con el fomento, protección y recuperación de la salud. Las enfermedades más comunes y según la edad de los pobladores se resumen en las siguientes: Faringitis, vaginitis, estrés, osteoporosis según la edad de los pobladores. (Tingo, 2016)

Por otro lado, la población del lugar en estudio en su mayoría es analfabeta representando al 7.5% a nivel general; siendo las mujeres el porcentaje más representativo de analfabetismo. (GADMA, 2015)

#### 3.4.2.5. *Diagnóstico legal y constitucional*

El manejo y conservación de la cuenca del río Ambato debe sustentarse de acuerdo a la legislación ecuatoriana; por lo tanto la (ASAMBLEA CONSTITUYENTE, 2008), manifiesta en su artículo 14 que “es de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”; además complemente en el artículo 404 que “El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción.”; con respecto al recurso hídrico en el artículo 411 expone que “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.”; todo esto enlazado con la (LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HIDRICOS, 2014), en su artículo 3; la cual manifiesta que “El objeto de la Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y

los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.” ; y dejando como actores responsables del manejo y conservación en el artículo 12 de esta Ley a “El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

### **3.4.3. Impacto ambiental**

De acuerdo a las consecuencias que tiene el planeta por el cambio climático la cuenca del río Ambato también se ve afectada, pues los cambios dentro de los ecosistemas presentes en la cuenca son más vulnerables a la pérdida de su estado ecológico; por otra parte, el impacto más preocupante de la cuenca es la contaminación del agua con presencia de coliformes fecales.

#### *3.4.3.1. Presiones*

- 1) Destrucción del hábitat
- 2) Contaminación del agua
- 3) Baja diversidad biológica

#### *3.4.3.2. Fuentes de presión*

- 1) Crecimiento poblacional
- 2) Construcción de vías
- 3) Practicas agropecuarias no adecuadas
- 4) Escases de información ambiental

### **3.4.4. Estrategias para conservación**

#### *3.4.4.1. Objetivos*

- 1) Objetivo General

Conservar la diversidad biológica (macroinvertebrados), presentes en la cuenca del río Ambato.

#### 3.4.4.2. *Objetivos específicos*

- a) Generar adecuadamente tierras productivas para la conservación de suelos de la cuenca del río.
- b) Proteger la cuenca hidrográfica de grandes presiones para su conservación.
- c) Generar capacitaciones de educación ambiental y conservación de ecosistemas.

#### 3.4.4.3. *Estrategias*

- 2) Promover el mejoramiento de los espacios físicos y capacidad productiva del suelo.
- 3) Preparar programas y proyectos de conservación, manejo, control y rehabilitación de áreas degradadas.
- 4) Evitar el uso de maquinarias no compatibles con las características del suelo.
- 5) Promover la investigación de tecnologías de maquinarias aptas de acuerdo al uso del suelo.
- 6) Capacitar a la comunidad urbana y rural sobre el uso sostenible de los recursos naturales.

### **3.5. Plan de Manejo Ambiental**

#### **Plan de manejo ambiental para mejorar la calidad de agua del río Ambato.**

##### **3.5.1. *Programas propuestos***

- a) Programa de manejo de desechos
- b) Programa de monitoreo, control y seguimiento
- c) Programa de capacitación y educación ambiental

**PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO AMBATO**

**Programa de manejo de desechos**

**Objetivo:** Controlar las descargas de aguas residuales emitidas por la población y de las fases de producción, construcción y operación de las fábricas.

**Lugar de Aplicación:** Zona de influencia directa e indirecta

**Responsable:** Población y Autoridades competentes

**PROGRAMA DE CONSERVACION DE SUELOS**

Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo
Contaminación de agua	Alteración de la calidad del agua	Generación de políticas estrictas que no permitan la descarga directa de desechos u aguas residuales al afluente hídrico.	Políticas Nuevas enfocadas en la gestión adecuada de los desechos residuales.	Ordenanza Municipal	Aplicación permanente
		Enviar las descargas residuales directamente a la Planta de Tratamiento	Vehículos para transporte de Descargas residuales.	Registro de ingresos de material a la Planta	Aplicación permanente
	Alteración de diversidad biológica	Evitar las descargas de químicos, aguas residuales, fertilizantes en el recurso hídrico	pH neutro en toda la cuenca	Informe del departamento de gestión Ambiental del GAD Municipal	Aplicación permanente

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

**PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO AMBATO**

**Programa de Monitoreo, control y seguimiento**

**Objetivo:** Determinar que las medidas de prevención y mitigación de impactos

**Lugar de Aplicación:** Zona de influencia directa e indirecta

**Responsable:** Población y Autoridades competentes

**PROGRAMA DE CONSERVACION DE SUELOS**

Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo
Contaminación de agua	Alteración de la calidad del agua	Desarrollar un cronograma de monitoreo y control en la calidad del agua del río.	Cronograma de actividades	POA Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal	Aplicación cada mes
		reuniones para la discusión y toma de decisiones sobre normativa vigente aplicada a la cuenca	Registro de asistencia de reuniones	Informe del departamento de gestión Ambiental del GAD Municipal	Aplicación periódica
	Alteración de diversidad biológica	Monitorear el estado ecológico de la cuenta	Visitas de campo	Informe del departamento de gestión Ambiental del GAD Municipal	Aplicación periódica
		Generación de leyes aplicadas al incumplimiento de las acciones de mitigación	Políticas Publicas	Ordenanza Municipal	Aplicación permanente

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

**PLAN DE MANEJO Y CONSERVACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO AMBATO**

**Programa de Comunicación, capacitación y educación ambiental**

**Objetivo:** Capacitar a la colectividad en general sobre acciones de mejora, prevención y mitigación de impactos ocasionadas al río Ambato

**Lugar de Aplicación:** Zona de influencia directa e indirecta

**Responsable:** Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal Ambato

**PROGRAMA DE CONSERVACION DE SUELOS**

Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazo
Contaminación de agua	alteración de la belleza paisajística	Talleres de participación ciudadana exponiendo inquietudes y necesidades con respecto al río Ambato.	Registro de asistencia de reuniones	POA Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal	Aplicación permanente
		Talleres de educación ambiental para recolección adecuada de desechos.	Registro de asistencia de reuniones	Informe del departamento de gestión Ambiental del GAD Municipal	Aplicación periódica
		Monitorear el estado ecológico de la cuenta	Registro de asistencias	POA Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal	Aplicación periódica
		Generar programas de sensibilización del adecuado uso de los espacios públicos y recursos naturales	Programa de sensibilización	Fotos, Videos, documentos sobre la difusión del programa	Aplicación permanente
Contaminación del aire	Mal olor sobre todo el territorio de la cuenca baja del río	Capacitación y comunicación sobre la clasificación de los desechos	Registro de asistencia	Fotos, Videos, documentos, Informe del Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal	Aplicación periódica
		Capacitación sobre la importancia de una Planta de Tratamiento de Desechos	Registro de asistencia y participación	Fotos, Videos, documentos, Informe del Departamento de Gestión Ambiental GAD Municipal	Aplicación periódica
		Generar campañas de educación Ambiental en instituciones educativas	Listado de Institución a visitar	Informe de instituciones educativas visitadas.	aplicación periódica

**Fuente:** Trabajo de campo, 2020

**Realizado por:** Méndez Yesenia, 2020.

## CONCLUSIONES

La calidad de agua del río Ambato es mala, cualidad que afecta directamente a la diversidad de especies de macroinvertebrados presentes en cada una de las cuencas y a la degradación del ecosistema, por lo tanto, la municipalidad del cantón Ambato, con la finalidad de preservar el recurso hídrico ha comenzado la construcción de una planta de tratamiento de agua residuales, ubicado en el sector de las Viñas.

El sustrato del río Ambato está conformado por materia orgánica acumulada, por lo tanto, existen microorganismos encargados de realizar procesos biológicos de esta materia, como el grupo Colector Recolector que es el grupo dominante en la estructura trófica del río, por lo que, el gobierno autónomo descentralizado del cantón Ambato junto con su departamento de gestión ambiental, han impulsado la construcción de canales recolectores que llevarán las aguas residuales a la planta de tratamiento, así como también, una eficaz ruta de los colectores con la finalidad de evitar descargas residuales y gozar de una ambiente más limpio.

La calidad del agua del río Ambato está modificada por la presencia de contaminantes a lo largo de la cuenca media y baja, provocando una imagen paisajística deteriorada, malos olores, insalubridad ambiental, afecciones a la salud, condiciones por las que el agua es evaluada de mala calidad, y esto conlleva a serios problemas ambientales y sociales como baja productividad para el cantón y disminución del desarrollo económico local.

Una de las dificultades más relevantes en el cantón Ambato, es la contaminación de su principal afluente de agua, pues, el desconocimiento de la sociedad sobre los problemas que ocurren en los recursos naturales impide la recuperación total del recurso, por lo tanto, la generación y socialización de programas y planes de manejo en educación ambiental es muy necesaria con la finalidad de concienciar a la ciudadanía sobre el adecuado manejo de los recursos naturales.

## **RECOMENDACIONES**

Desarrollar más escenarios de muestreo en el tramo vial Chimborazo - Tungurahua, con la finalidad de monitorear, controlar y evaluar el estado ecológico del río Ambato, desde los deshielos provenientes del Chimborazo, puesto que los estudios realizados en este tramo son escasos.

Implementar medidas de acción, control y sanción, en caso de ser necesario normativas o leyes para contribuir con la mejora de la calidad del agua del río Ambato, impulsado desde las instituciones gubernamentales pertinentes.

Socializar los resultados de esta investigación con la colectividad, con la finalidad de dar a conocer los problemas que produce el inadecuado manejo de los desechos residuales, para generar conciencia sobre los efectos de la contaminación del recurso hídrico, especialmente cuando éste, es fuente de agua, productividad y desarrollo de la población.

Una vez puesta en marcha la planta de tratamiento y saneamiento de aguas residuales del cantón Ambato, proponer la generación de nuevas investigaciones, posteriores a su funcionamiento, para conocer los beneficios o perjuicios generados por la misma.

## GKOSARIO

**Abundancia:** Número de individuos por cada especie (Ñique, 2010).

**Bentónicos:** Todos los organismos que se entierran en la arena, como las almejas, caracoles y berberechos, así como aquellos que se adhieren a las rocas, como los mejillones, anémonas y balanos, o los que caminan sobre el fondo, como los poliquetos y los cangrejos, son organismos bentónicos. De la misma forma, los peces que viven contra el fondo son peces bentónicos (Instituto Terra Brasilis. 2010).

**Cauce:** Es el lugar físico donde fluye el agua en su curso, entre las orillas o riberas. Cuando el agua sale de su cauce, se provoca una inundación (Pérez & Garbey, 2016).

**Comunidad biótica:** Agrupamiento de poblaciones que viven en un hábitat físico determinado (Torres, 2001).

**Cuenca hidrográfica:** Es un área natural en la que el agua proviene de las precipitaciones, formando un curso principal y está formada por los cursos de sistemas de agua definidos por el relieve (Rodríguez, 2006).

**Diversidad de especies:** Comprende la variabilidad de especies en determinado espacio (Ñique, 2010).

**Estereoscopio:** Aparato en el que, mirando con ambos ojos, se ven dos imágenes de un objeto, que, al fundirse en una, producen una sensación de relieve por estar tomadas con un ángulo diferente para cada ojo (RAE, 2020).

**Grupo trófico:** Son grupos de especies o trofoespecies de una comunidad que ocupan un lugar equivalente en la red trófica, siendo los productores, consumidores y descomponedores, los niveles básicos (Andramunio & Caraballo, 2012).

**Índice ABI:** es el índice biótico andino es una adaptación del índice BMWP (Colombia), para determinar la calidad del agua de regiones andinas del mundo que se encuentren por encima de los 2000 m.s.n.m. (Calderón, 2017).

**Índice BMWP:** El Biological Monitoring Working Party, es un índice biológico simple y rápido para determinar la calidad del agua, usando a los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, pues la presencia o ausencia de individuos dará información cualitativa a los ecosistemas (Álvarez, 2005).

**Índice EPT:** índice biológico, que permite hacer análisis de los grupos de macroinvertebrados de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, que son indicadores de la calidad del agua al ser organismos sensibles a los contaminantes (Carrera & Fierro, 2001).

**Lénticos:** Son ecosistemas formados por aguas estancadas, como es el caso de los lagos, mares, estanques, acequias, charcas estacionales y pantanos (Cartón, 2020).

**Lóticos:** Los ecosistemas lóticos son sistemas con aguas que fluyen de manera rápida, en una única dirección (Cartón, 2020).

**Macroinvertebrados:** Son organismos no vertebrados, que superan el tamaño de un milímetro, son excelentes indicadores biológicos por su sensibilidad a los cambios de calidad de agua y están en la base de la pirámide trófica (Rueda & Molina, 2012).

**MAE:** Ministerio del Ambiente del Ecuador

**Ojo de malla:** Cada uno de los espacios de la red o malla. Ejemplo: una red de pesca tiene unos seis centímetros de ojo de malla (Carrera & Fierro, 2001).

**Red de Surber:** Red sujeta a un marco metálico en forma de L, de 30cm de alto por 30 cm de ancho; la malla puede ser de nylon, plástico o tela muy fina con un ojo de red o malla de 0.5 a 1 milímetro (Carrera & Fierro, 2001).

**Riqueza:** Número de especies presentes en un sitio. (Colin, *et al*, 2006)

**SENAGUA:** Secretaria Nacional del Agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Raúl; RÍOS, Blanca; RIERADEVALL, María; & PRAT, Narcís.** "Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú". Asociación Ibérica de Limnología, Grupo de Investigación FEM. [En línea], 2009 (Spain) 28 (1), pp. 35-64. [Consulta: 15 septiembre 2019]. ISSN 0213-8409. 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)
- ALBA, Javier.** "Orden Ephemeroptera". Revista IDE@-SEA, [En línea], 2015. (España), (40), pp. 1-17. [Consulta: 8 agosto 2019] ISSN 2386-7183 Disponible en: [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_40.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_40.pdf)
- ÁLVAREZ, Emilio.** "Comparación metodológica de sistemas de evaluación de la calidad biológica del agua" (Memoria).(DEA),Universidad de Santiago de Compostela, Facultad de biología, Departamento de Zooloxía y Antropoloxía Física, (España) 2007. pp 69-78.
- ÁLVAREZ, Luisa F.** "Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua." Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. [En línea] 2005, (Colombia). pp. 1-263. [Consulta: 18 octubre 2019]. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31357>
- ÁLVAREZ, Sergio; & PÉREZ, Lucilizabeth.** "Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras". [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Zamorano, Honduras 2007. [Consulta: 20 octubre 2019]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/524/1/IAD-2007-T001.pdf>
- ANDRAMUNIO ACERO, Claudia; & CARABALLO, Pedro.** "Análisis de las relaciones tróficas en un lago de inundación en la Amazonia Ecuatoriana". Revista Colombiana de Ciencia Animal. [En línea], 2012. (Colombia), 4 (1). pp. 102-120. [Consulta: 20 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.24188%2Frecia.v4.n1.2012.298>

**ANTÓN, Almudena; & LIZASO, Jesús.** Nitritos, nitratos y nitrosaminas. Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria. [En línea], 2001. (España) [Consulta: 20 enero 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/download/46280964/13181019\\_nitritos\\_nitratos.pdf](https://www.academia.edu/download/46280964/13181019_nitritos_nitratos.pdf)

**ANZIL, Federico.** *Recursos Naturales*. [Blog], Zona Económica 2006. [Consulta: 2 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.zonaeconomica.com/definicion/recursos-naturales>.

**ARENAS, Marc.** *Clasificación y Filogenia*. [Blog]. 2015. [Consulta: 2 diciembre 2019]. Disponible en: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/concepto-morfologico-especie/>

**ARMENDARIZ, Laura.** "Ciclo de vida de Dero (*Aulophorus*) Costatus Marcus. 1994 (Tubificidae, Oligochaeta) en un cuerpo de agua con vegetación flotante en los Talas, Argentina". SCIELO. [En línea] 2008. (Argentina) 72 [Consulta: 8 septiembre 2019]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-65382008000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382008000100004)

**ASAMBLEA CONSTITUYENTE.** *Constitución del Ecuador*.

**AYÉN, Francisco.** *Hidrografía y ríos de España*. [Blog], *Profesor de Historia, Geografía y Arte*. 2016. [Consulta: 18 julio 2019]. Disponible en: <https://www.profesorfrancisco.es/2009/11/hidrografia-y-rios.html>

**AZNAR, Antonio.** "Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas". *Gestión Ambiental*. Instituto Tecnológico de Química y Materiales "Álvaro Alonso Barba". [En línea], 2000, (España) 2(23), pp. 12-19 [Consulta: 8 enero 2020]. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

**BARTLETT, Troy.** *Family Psychodidae*. [Blog]. 2004. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <https://bugguide.net/node/view/3128>

**BASOREN, Ozge; & KAZANCI, Nilgun.** "Habitat characteristics of some Simuliidae (Insecta, Diptera) species Bazı Simuliidae (Insecta, Diptera) türlerinin habitat özellikleri." Researchgate [En línea], 2017. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333238674\\_Habitat\\_characteristics\\_of\\_some\\_Simuliidae\\_Insecta\\_Diptera\\_species\\_Bazi\\_Simuliidae\\_Insecta\\_Diptera\\_turlerinin\\_habitat\\_ozellikleri](https://www.researchgate.net/publication/333238674_Habitat_characteristics_of_some_Simuliidae_Insecta_Diptera_species_Bazi_Simuliidae_Insecta_Diptera_turlerinin_habitat_ozellikleri)

**BBC News Mundo.** "Alarmante pérdida de biodiversidad en América Latina por consumo de recursos naturales". El Diario de Madryn S.A. [En línea], 2018. (Argentina) [Consulta: 7 junio 2019].

2019]. Disponible en: <https://www.eldiariodemadryn.com/2018/11/alarmante-perdida-de-biodiversidad-en-america-latina-por-consumo-de-recursos-naturales/>

**BBC News Mundo.** "Los ríos del mundo pierden su caudal". BBC Mundo. [En línea] 2009. [Consulta: 7 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/04/090421\\_1900\\_rios\\_niveles\\_wbm](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/04/090421_1900_rios_niveles_wbm).

**BELMONTE, Angela.** *Clasificación de los ecosistemas*. [Blog]. unprofesor. 2019. [Consulta: 2 octubre 2019]. Disponible en: [https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/clasificacion-de-los-ecosistemas-3570.html#anchor\\_1](https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/clasificacion-de-los-ecosistemas-3570.html#anchor_1)

**BELTRÁN, Sandy.** "Los ríos y sus partes". eduteka. [En línea], 2009. (Colombia) [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/3547>

**BENAVIDES, Holger.** "¿Qué son los recursos hídricos y cuales son los principales en el Ecuador?". DIALOGUEMOS. [En línea] 2019. (Ecuador) [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: <https://dialoguemos.ec/2019/05/que-son-los-recursos-hidricos-y-cuales-son-los-principales-del-ecuador/>.

**BOLAÑOS, John; CORDERO, Gloriana; & SEGURA, Gloriana.** "Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica)". Tecnología en Marcha. [En línea], 2017. (Costa Rica) 30 pp. 15-27 [Consulta: 10 noviembre 2019]. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>

**BONBOW, M.** (ed.) *Annelida, Oligochaeta and Polychaeta*. Encyclopedia of Inland Waters. [En línea] 2009. (USA), Michigan State University. pp. 124-127 [Consulta: 17 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tubificidae>

**BRAKE, Irma.** *About the Tabanidae*. [Blog]. The new Diptera Side. 2008. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <http://diptera.myspecies.info/tabanidae/content/about-tabanidae>

**BRICEÑO, Khaterine.** "Índice de Simpson: Fórmula, interpretación y ejemplo". Lifer.com. [En línea], 2018. [Consulta: 8 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.lifer.com/indice-simpson/>

**Cajal, Alberto.** "¿Qué es un ecosistema lótico? Lifeder.com. [En línea], 2018. [Consulta: 8 agosto 2019]. Disponible en:<https://www.lifeder.com/ecosistema-lotico/>

**CALDERÓN PILLCURIMA, Viviana Elizabeth.** "Biodiversidad y calidad de agua mediante macroinvertebrados acuáticos en el Refugio de Vida Silvestre Pasochoa. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. 2017. pp. 44-56. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13735/1/UPS%20-%20ST003006.pdf>

**CANESI, Laura; & PROCHÁSKOVÁ, Petra.** (ed.) *The Invertebrate Immune System as a Model for Investigating the Environmental Impact of Nanoparticles, Chapter 7* [En línea]. Department of Earth, Environmental and Life Sciences, University of Genoa, Genoa, Italy & Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague 4, Czech Republic, 2014. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lumbricidae>

**CARDONA, Alex.** *Organismos descomponedores.* [Blog]. Ecología Verde. 2018. [Consulta: 7 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/cuales-son-los-seres-vivos-descomponedores-ejemplos-1363.html>

**CARDONA, Luis.** "Grupos funcionales, la importancia de la historia natural para su definición". INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. [En línea], 2014, (España) [Consulta: 10 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/16/posts/grupos-funcionales-la-importancia-de-la-historia-natural-para-su-definicion-12769>

**CARRERA REYES, Carlos; & FIERRO PERALBO, Karol.** *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.* [En línea]. Quito-Ecuador, Ecociencia, 2001. [Consulta: 12 noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>

**CARTÓN, Ana.** *Ecosistemas lóticos, que són y ejemplos.* [Blog] Ecología Verde. 2020. [Consulta: 12 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.ecologiaverde.com/ecosistemas-loticos-que-son-y-ejemplos-2419.html#anchor\\_3](https://www.ecologiaverde.com/ecosistemas-loticos-que-son-y-ejemplos-2419.html#anchor_3)

**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. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2017. pp. 16-63 [Consulta: 7 noviembre 2019]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16996/3/CD-7573.pdf>

**CASTAÑEDA, Sonia.** "¿Que es la Biodiversidad? Fundación Biodiversidad. [En línea] 2017. (España). [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://fundacion-biodiversidad.es/es/que-hacemos/que-es-la-biodiversidad>

**CAZORLA, Dalmiro.** "Catálogo de tipulomorpha (diptera: tipulidae-limoniidae) de Venezuela, con el registro de *Brachypremna* spp., *Gonomyia* spp. Y *Dicranomyia* spp". Universidad de Oriente, Venezuela [En línea]. (Venezuela), 2017. pp. 516-562. [Consulta: 4 agosto 2019]. ISSN 2343-6468 Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/321529492\\_CATALOGO\\_DE\\_TIPULOMORPHA\\_DIPTERA\\_TIPULIDAE-LIMONIIDAE\\_DE\\_VENEZUELA\\_CON\\_EL\\_REGISTRO\\_DE\\_Brachypremna\\_spp\\_Gonomyia\\_spp\\_Y\\_Dicranomyia\\_spp\\_EN\\_EL\\_ESTADO\\_FALCON\\_CATALOGUE\\_OF\\_TIPULOMORPHA\\_DIPTERA\\_TIPULIDAE-LI](https://www.researchgate.net/publication/321529492_CATALOGO_DE_TIPULOMORPHA_DIPTERA_TIPULIDAE-LIMONIIDAE_DE_VENEZUELA_CON_EL_REGISTRO_DE_Brachypremna_spp_Gonomyia_spp_Y_Dicranomyia_spp_EN_EL_ESTADO_FALCON_CATALOGUE_OF_TIPULOMORPHA_DIPTERA_TIPULIDAE-LI)

**CAZORLA, Dalmiro; & MORALES, Pedro;** "Listado de las especies de psychodidae (diptera, psychodomorpha, psychodoidea) no phlebotominae de Venezuela, con seis nuevos registros en el estado falcón". Universidad de Oriente, Venexuela. [En línea], 2017, (Venezuela) pp. 191-225. [Consulta: 4 agosto 2019]. ISSN 2343-6468 Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/320456799\\_LISTADO\\_DE\\_LAS\\_ESPECIES\\_DE\\_PSYCHODIDAE\\_DIPTERA\\_PSYCHODOMORPHA\\_PSYCHODOIDEA\\_NO\\_PHLEBOTOMINAE\\_DE\\_VENEZUELA\\_CON\\_SEIS\\_NUEVOS\\_REGISTROS\\_EN\\_EL\\_ESTADO\\_FALCON](https://www.researchgate.net/publication/320456799_LISTADO_DE_LAS_ESPECIES_DE_PSYCHODIDAE_DIPTERA_PSYCHODOMORPHA_PSYCHODOIDEA_NO_PHLEBOTOMINAE_DE_VENEZUELA_CON_SEIS_NUEVOS_REGISTROS_EN_EL_ESTADO_FALCON)

**CEPAL.** "Agua para el siglo XXI para América del Sur". Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL) [En línea], 2004. (Ecuador). pp. 5-85 [Consulta: 17 marzo 2019]. Disponible en:

<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23346/InEc00100.23346.pdf>

**CEPAL.** "Daño y pérdida de biodiversidad". Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [En línea], 2017. [Consulta: 17 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/temas/biodiversidad/perdida-biodiversidad>

**CÉSPEDES GARCÍA, Damarys; CALDERÓN PEÑALVER, Pablo Armando; RUIZ GUTIÉRREZ, Lourdes; SANTANA ROMERO, Jorge Luis; BELLO HERNÁNDEZ, Mario; & LIMA CAZORLA Lázaro.** "Propuesta de metodología de gestión ambiental para agro ecosistemas con riesgos a la salud por contaminación química". SCIELO [En línea], 2014. (La Habana) 13(4). [Consulta: 16 noviembre 2019.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2014000400011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000400011)

**CLAVIJO, Maira; & RENTERÍA, Jeissy.** Estudio de la calidad del agua de la quebrada acuata en tocaima cundinamarca, mediante la relación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [En línea], Universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Ambiental. (Girardot-Colombia), 2016. pp. 1-80. [Consulta: 16 septiembre 2019] Disponible en: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1871/Estudio%20De%20La%20Calidad%20Del%20Agua%20De%20La%20Quebrada%20Acuata%20En%20Tocaima%20Cundinamarca%2C%20Mediante%20La%20Relaci%C3%B3n%20De%20Par%C3%A1metros%20Fisicoqu%C3%ADmicos>

**COLIN, Javier; MAEDA, Pablo; & MUÑOZ, Enrique.** "Análisis espacial de la riqueza de especies". CONABIO. Biodiversitas. [En línea], 2006. [Consulta: 8 marzo 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269701333\\_Analisis\\_espacial\\_de\\_la\\_riqueza\\_de\\_especies](https://www.researchgate.net/publication/269701333_Analisis_espacial_de_la_riqueza_de_especies)

**CONABIO.** "¿Qué es un ecosistema?". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [En línea], 2019. (Venezuela). [Consulta: 21 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>

**CORTOLIMA.** "Calidad de aguas". Cortolima. [En línea], 2000. (Colombia), pp. 773-819. [Consulta: 21 octubre 2019]. Disponible en: [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/pom\\_totare/](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/)

diagnostico/1\_211calidad\_de\_aguas.pdf?fbclid=IwAR1bu6k-7KMOeCY\_21c2d2--vxSZwk-F6BWD6T9jzx7wxnP7WzLVRy8YA5k

**CORTOLIMA.** "Fichas macroinvertebrados acuáticos". Cortolima [En línea], 2010, (Colombia).

[Consulta: 21 octubre 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](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf)

**CORTOLIMA.** "Díptera". Cortolima [En línea], 2010, (Colombia), [Consulta: 21 octubre 2019].

Disponible en:

[https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/pom\\_coello/diagnostico/apendices/invertebrados/fichas\\_dipteros.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_coello/diagnostico/apendices/invertebrados/fichas_dipteros.pdf)

**COSTAS, G.** "Concepto de especie". Ciencia Biológica. [En línea] 2014. [Consulta: 21 octubre

2019]. Disponible en: <https://cienciaybiologia.com/concepto-de-especie/>

**COURTNEY, Gregory.** "Biology of Blephariceridae". Iowa State University, Entomology

Department. [En línea], 2001. (USA). [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en:

<https://www.ent.iastate.edu/dept/research/systematics/bleph/biology.html>

**CRUZ, Daniela.** *Los peligros para la biodiversidad en Ecuador.* [Blog]. Ecuadortv. 2019.

[Consulta: 17 marzo 2019]. Disponible en:

<https://www.ecuadortv.ec/tourism/noticias/vivelo/peligros-biodiversidad-ecuador>

**CSIRO.** *Plecoptera: stoneflies. Insect and their Allies.* [Blog], s.f. [Consulta: 17 marzo 2019].

Disponible en: <http://www.ento.csiro.au/education/insects/plecoptera.html>

**DE LA FUENTE FERNÁNDEZ, Santiago.** "Componentes Principales" UNIVERSIDAD

AUTÓNOMA DE MADRID. [En línea], 2011. (España). [Consulta: 2 marzo 2020]. Disponible

en:

<http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/ACP/ACP.pdf>

**DE LA FUENTE FERNÁNDEZ, Santiago.** "Aplicaciones de Chi Cuadrado: Tablas de contingencia, homogeneidad, dependencia e independencia". Universidad Autónoma de Madrid.

[En línea], 2016. (España). [Consulta: 8 marzo 2020]. Disponible en:  
<http://www.fuenterrebollo.com/Aeronautica2016/contingencia.pdf>

**FIALLOS, Diana.** "Altos niveles de contaminación en el río Ambato". Diario La Hora. [En línea], 2018. (Ecuador). [Consulta: 2 marzo 2019] Disponible en:  
<https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102151575/altos-niveles-de-contaminacion-en-el-rio-ambato->

**DEAN.** "Helicopsychidae". CSIRO. [En línea], 2004. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en:  
<https://www.mdfr.org.au/bugguide/display.asp?type=5&class=17&subclass=&Order=8&family=26&couplet=0>.

**DELGADO, Elio.** "Hablemos correctamente: indicador, índice, parámetro". acn (Agencia Cubana de Noticias). [En línea], 2017, (Cuba). [Consulta: 3 octubre 2019]. Disponible en:  
<http://www.acn.cu/hablemos-correctamente/27003-hablemos-correctamente-indicador-indice-y-parametro>

**DIAZ, Amelia; PRIESTLEY, Gerda; & SALGOT, Miquel.** "Agua para el desarrollo del turismo: una relación desde el nexus agua-cambioclimático". International Conference on Regional Science. [En línea], 2016. (España). [Consulta: 19 marzo 2019]. Disponible en:  
<https://old.reunionesdeestudiosregionales.org/Santiago2016/htdocs/pdf/p1951.pdf>

**DÍAZ MOYOTA, Paulina Beatriz; VERDUGO BERNAL, Catalina Margarita; ARGUELLO GUADALUPE, Carla Sofia; JARA SANTILLÁN, Carlos Arturo; VACA BARAHONA, Byron Ernesto; YÉPEZ VILLAVICENCIO, Andrés Alejandro; & MCLAREN, Brian E.** "Caracterización ecológica de los bofedales, hábitat de vicuñas aplicando tecnologías de teledetección y SIG. Estudio de caso: Reserva de Producción de Fauna Chimborazo". European Scientific Journal. [En línea], 2016. (Ecuador) 2 (35), pp. 105-130. [Consulta: 4 abril 2019.] ISSN 1857-7431 Disponible en:  
<https://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/8509/8178>

**DOMBECK, Mike.** "El Agua y sus Recursos Hídricos". Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Bosque Nacional El Yunque [En línea], 2015. (USA). [Consulta: 14 julio 2019]. Disponible en:  
[https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf)

**DOMÍNGUEZ, E; & FERNÁNDEZ, H,R;** (ed.) *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. [En línea], 2001. Argentina-Tucumán; Editorial Universitaria de Tucumán, 2001. [Consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <http://www.insecta.bio.spbu.ru/z/pdf/DominguezHubbardPescadorMolineri2001p17.pdf>

**DOMÍNGUEZ, Eduardo; & FERNÁNDEZ, Hugo R.** (ed.) *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. [En línea], Chapter 20, Tucumán-Argentina, Funfacción Miguel Lillo, 2009. [Consulta: 25 marzo 2019] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/255632705\\_LOS\\_MACROINVERTEBRADOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_DE\\_CALIDAD\\_DE\\_LAS\\_AGUAS](https://www.researchgate.net/publication/255632705_LOS_MACROINVERTEBRADOS_COMO_INDICADORES_DE_CALIDAD_DE_LAS_AGUAS)

**DRISCOLL.** *pH del Agua* [Blog]. Jalisco, Mexico, 1986. [Consulta: 10 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.carbotecnica.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>

**ELCACHO, Jaquín.** "La tasa actual de extinción de especies es 1.000 veces superior a la natural". *La Vanguardia*. [En línea], 2014. [Consulta: 2 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/20140903/54414242733/tasa-de-extincion-especies-mil-veces-superior-a-la-natural.html>

**ESCUADERO, Javier Oscoz.** "Guía de campo Macro-invertebrados de la cuenca del río Ebro". Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino. [En línea], 2009. (España), pp:1-126. [Consulta: 2 marzo 2019] Disponible en: <https://docplayer.es/6018145-Guia-de-campo-macroinvertebrados-de-la-cuenca-del-ebro.html>

**FAUCHALD, Kristian.** "Filo Anelidos (Anlneida) Los gusanos segmentados". *The Polychaete Worms*. [En línea], 1977. pp. 421-482. [Consulta: 6 agosto 2019] Disponible en: <http://www.turismocientifico.cl/admin/apps/filemanager/repository/%C3%A1reas%20del%20conocimiento/Fauna%20y%20dina%CC%81micas%20poblacionales/Invertebrados/Capi%CC%81tulo%2013%20Annelidos.pdf>

**FERNÁNDEZ, Fernando; HOYOS, Julio Mario; & MIRANDA, Daniel Rafael.** "Especie. Procesos y concepto en evolución". *Innovacion y Ciencia*. [En línea]. 1995. (Colombia) 5(1), pp. 32-37. [Consulta: 10 octubre 2019] Disponible en:

[https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica\\_sistematica2/Especies%20es%20o%20son.pdf](https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica_sistematica2/Especies%20es%20o%20son.pdf)

**FERNANDEZ, L.** *Familia Elmidae*. [Blog], Mundo Coleóptera. 1830. [Consulta: 10 octubre 2019] Disponible en: <https://sites.google.com/site/coleopterosibericos/orden-coleoptera>.

**FERNÁNDEZ, Laura.** *Ecosistemas lénticos*. [Blog], Ecología Verde. 2019. [Consulta: 12 marzo 2019] Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/ecosistemas-lenticos-que-son-y-ejemplos-2132.html>

**FIGUEROA, Ricardo; VALDOVINOS, Claudio; ARAYA, Elizabeth; & PARRA, Oscar.** "Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile". SCIELO [En línea], 2003. (Chile) 76(2). [Consulta: 10 noviembre 2019]. ISSN 0716-078X Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-078X2003000200012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2003000200012)

**FORERO, CÉSPEDES, Adriana, Marcela; & REINOSO, FLOREZ, Gladys.** "Estudio de la familia baetidae (ephemeroptera: insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: río alvarado-tolima". Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. [En línea], 2013. (Colombia) 25 [Consulta: 10 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/299409657\\_ESTUDIO\\_DE\\_LA\\_FAMILIA\\_BAETIDAE\\_EPHEMEROPTERA\\_INSECTA\\_EN\\_UNA\\_CUENCA\\_CON\\_INFLUENCIA\\_DE\\_LA\\_URBANIZACION\\_Y\\_AGRICULTURA\\_RIO\\_ALVARADO-TOLIMA\\_STUDY\\_OF\\_FAMILY\\_BAETIDAE\\_EPHEMEROPTERA\\_INSECTA\\_IN\\_A\\_WATERSHED\\_IMPA](https://www.researchgate.net/publication/299409657_ESTUDIO_DE_LA_FAMILIA_BAETIDAE_EPHEMEROPTERA_INSECTA_EN_UNA_CUENCA_CON_INFLUENCIA_DE_LA_URBANIZACION_Y_AGRICULTURA_RIO_ALVARADO-TOLIMA_STUDY_OF_FAMILY_BAETIDAE_EPHEMEROPTERA_INSECTA_IN_A_WATERSHED_IMPA)

**FUENTE, Santiago.** "Números índice". Universidad Autónoma de Madrid. [En línea], 2013. (España). [Consulta: 27 marzo 2019]. Disponible en: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas2013/indices-teoria.pdf>

**GALAN BOLUDA, Carlos.** *Taxateca.com*. [Blog]. España, 2010. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.taxateca.com/ordenhaplotaxida.html>

**GALÁRRAGA, Remigio.** "Estado y gestión de los recursos hídricos del Ecuador". Hidro red. [En línea], 2004. (Ecuador). [Consulta: 10 noviembre 2019]. Disponible en: <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>

**GALINDO, Carlos.** "Biodiversidad y Desarrollo Sostenible". Consejo Nacional para conocimiento y uso de la biodiversidad. [En línea], 2011. [Consulta: 27 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/marisperetz/files/2013/08/1-Biodiversidad.pdf>

**GALINDO, Edwin. 2011.** (ed.) *ESTADÍSTICA Métodos y Aplicaciones*. Quito : Prociencia Editores, 2011. pp. 268-273.

**GARCÍA, Jaime.** "La Biodiversidad en Ecuador afronta varias amenazas, asegura biólogo". El Comercio. [En línea], 2018. (Ecuador). [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/biodiversidad-ecuador-amenazas-deforestacion-mineria.html>

**GARCÍA NIETO, María Hortencia.** "Aportaciones sobre las distribuciones sobre el baston rojo y de pielou". (Trabajo de titulación) (Doctor). [En línea], Departamento de Estadística, Universidad de Salamanca. (Salamanca). 2014. pp. 1-236. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125453/DE\\_GraciaNieto\\_Aportaciones.pdf;jsessionid=4DF690CB96C05588F668B7417803C0B8?sequence=1](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125453/DE_GraciaNieto_Aportaciones.pdf;jsessionid=4DF690CB96C05588F668B7417803C0B8?sequence=1)

**GATTOLIAT, Jean-Luc; & NIETO, Carolina.** "The family Baetidae (Insecta: Ephemeroptera): synthesis and future challenges". *Ttlor y Francis Aquatic insect*. [En línea], 2009. (Argentina) 31. pp. 41-62. [Consulta: 4 agosto 2019]. ISSN 0165-0424 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/248913586\\_The\\_family\\_Baetidae\\_Insecta\\_Ephemeroptera\\_synthesis\\_and\\_future\\_challenges](https://www.researchgate.net/publication/248913586_The_family_Baetidae_Insecta_Ephemeroptera_synthesis_and_future_challenges)

**GELAMBI, Mariana.** "¿Qué es el índice de Shannon y para que sirve?" *lifeder.com*. [En línea], 2019. [Consulta: 12 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>

**GERHARDT, Reid; & HALL, Robert.** (ed.) *Medical and Veterinary Entomology. Chapter 8- Flies Diptera..* [En línea], 2002. Third edition. pp. 127-145. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/chironomidae>

**GIL AZEVEDO, Leonardo H.** (ed.) *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Chapter 16.9- Family Blephariceridae.* [En línea], Fourth Edition, 2018. pp. 759-763. [Consulta: 4 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012804223600038X>

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL AMBATO.** "Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial". Gobierno autónomo descentralizado municipal ambato. [En línea], 2015. [Consulta: 27 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PDOT-Ambato-07-06-2016.pdf>

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL AMBATO 2018.** "Contaminación en el río Ambato puede causar enfermedades". La Hora. [En línea], 2018. (Ecuador). [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: <https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102156413/contaminacion-en-el-rio-ambato-puede-causar-enfermedades>

**GODOY, María Jarina; & PEÑA, Marcos.** *Hidrografía.* [Blog], 2012. [Consulta: 27 marzo 2019]. Disponible en: <http://hidrografianurr.blogspot.com/>

**GONZALES , Exequiel; BOND, Georgina; & ARAUJO, Paula.** "Two New Species of Hyalella from Southern Brazil (Amphipoda: Hyalellidae) with a Taxonomic Key". *Journal of Crustacean Biology.* [En línea] 2006. (Brazil) 26(3). pp. 355-365. [Consulta: 5 agosto 2019]. ISSN 0278-0372 Disponible en: <https://academic.oup.com/jcb/article/26/3/355/2670448>

**GONZÁLEZ MARTÍN, Pilar; DÍAS DE PASCUAL, Amelia; TORRES LEZAMA, Enrique; & GARNICA OLMOS, Elsy.** "Una aplicación del análisis de componentes principales en el área educativa". *Revista Economía* [En línea], s.f. 9. pp. 56-72. [Consulta: 10 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/19198/articulo4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GOSSLING, stefan.** "Tourism and water: Interrelationships and management". *Global Water Forum.* [En línea], 2013. (Suecia). [Consulta: 10 marzo 2019]. Disponible en:

<http://www.globalwaterforum.org/2013/07/16/tourism-and-water-interrelationships-and-management/>

**GULLO, B.S.** "Biodiversidad de Hirudinea en ambientes dulceacuícolas serranos (Provincia de Buenos Aires), Argentina". *Revista del Museo de la Plata*. [En línea], 2014. (Argentina) 23(181). pp. 1-11. [Consulta: 11 noviembre 2019]. ISSN 0376-4638 Disponible en: [https://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp\\_zoo\\_2014\\_t23\\_n181\\_gullo.pdf](https://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp_zoo_2014_t23_n181_gullo.pdf)

**GUTIÉRREZ FONSECA, Pablo E.** "Capítulo 6. Plecoptera". SCIELO. [En línea], 2010. (Costa Rica) 58(4). [Consulta: 5 agosto 2019]. ISSN 0034-7744 Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800006](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800006)

**HADLEY, Debbie.** "Large Crane Flies, Family Tipulidae". ThoughtCo. [En línea], 2017. [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.thoughtco.com/large-crane-flies-family-tipulidae-1968305>

**HALFFTER, Gonzalo.** "Que és la biodiversidad". *Lletres de batalla*. [En línea], 1994. (Mexico) 62(5), pp. 5-11. [Consulta: 10 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ButlletiICHN/article/view/14374/315391>

**HAMRSK, Jan.** *Flatwoms*. [Blog], Lifeinfreshwater.met. s.f. [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <https://lifeinfreshwater.net/flatworms/>

**HANSON, Paul; SPRIMGER, Monika; & RAMÍREZ, Alonso.** "Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos". SCIELO. [En línea], 2010. 58 [Consulta: 20 octubre 2018]. ISSN 0034-7744 Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800001](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001)

**HARO, Juan Jose.** "¿Qué es una especie?" *Evolución y filogenía de Arthropoda*. [En línea], 1999. (España) 26, pp. 106-112. [Consulta: 20 octubre 2018]. Disponible en: [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_26/B26-010-105.pdf?fbclid=IwAR11b2CEAukjQU0SeN5eZU89EV9e0XDYtz\\_dYJeA-ET0iGhHD6qgPnxjfw](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_26/B26-010-105.pdf?fbclid=IwAR11b2CEAukjQU0SeN5eZU89EV9e0XDYtz_dYJeA-ET0iGhHD6qgPnxjfw)

**IDICT, Carlos.** *Bioindicadores*. [Blog], EcuRed. 2019. [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Bioindicadores>

- IES ABASTOS VALENCIA.** "Relaciones tróficas". IES ABASTOS VALENCIA. [En línea], s.f. [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: [http://www.mclibre.org/otros/daniel\\_tomas/diversificacion/ecosistemas/relaciones\\_troficas.pdf](http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/diversificacion/ecosistemas/relaciones_troficas.pdf)
- INEC.** 2010. "Fascículo provincial de Tungurahua". INEC. [En línea], 2010. (Ecuador). [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>
- KAWAKATSU, Masaharu; & ROBERT W, Mitchell.** "Platyhelminthes: Dugesiidae and Dimarcusidae". ResearchGate. [En línea], 2012. [Consulta: 8 agosto 2019] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/233727090\\_6\\_Platyhelminthes\\_Dugesiidae](https://www.researchgate.net/publication/233727090_6_Platyhelminthes_Dugesiidae)
- KJER, Karl.** "Helicopsychidae". Rutgers University. [En línea], 2010. (USA). [Consulta: 5 agosto 2019]. Disponible en: <http://tolweb.org/Helicopsychidae/14641>
- KOTA, Marilaf.** "El concepto biológico de especie". Slideshare [En línea], 2013. [Consulta: 27 marzo 2019] Disponible en: <https://es.slideshare.net/constanzamarilaf/el-concepto-biolgico-de-especie>
- LADRER, Rubén; RIERADEVALL, María; & PRAT, Narcís.** "Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica". e-Revista de Didáctica 11 [En línea], 2013. (España) [Consulta: 11 noviembre 2019]. ISSN 1988-5911 Disponible en: [http://www.ehu.eus/ikastorratza/11\\_alea/macro.pdf](http://www.ehu.eus/ikastorratza/11_alea/macro.pdf)
- LOBOS ÁLVAREZ, MarÍA Antonieta.** "Variación temporal de los grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca del río Boldo, región de la araucanía, Chile". (Trabajo de Titulación). (Licenciado) Universidad Austral de Chile. [En línea], 2014. pp. 1-59. [Consulta: 11 noviembre 2019]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcl799v/doc/fcl799v.pdf>
- LUGO, Marisol; GarZÓN, Narhalya; ARISTIZABAL, Ángela; FORERO, José; & GÓMEZ Luisa;** *Bioindicadores* [Blog], 2016. [Consulta: 14 Octubre 2019] Disponible en: <https://es.slideshare.net/AngelaAristizabal5/bioindicadores-62481512>

**MAE.** "Humedales para nuestro futuro. Un medio de vida sostenible". Ministerio del Ambiente del Ecuador. [En línea], 2016. (Ecuador). [Consulta: 11 noviembre 2019] Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/web/humedales>

**MAE; & MAG.** "Proyecto de manejo y conservación cuenca alta del río Pastaza. CONADE-MAG-INERHI-INECEL-DIGEMA. [En línea], 1991. (USA). [Consulta: 11 noviembre 2019] Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea50s/oea50s.pdf>

**MALERO, Rosario.** *Tabanidae*. [Blog], Viajarseguro.org. 2016. [Consulta: 4 agosto 2019] Disponible en: <http://fundacionio.org/viajar/enfermedades/tabanos.html>

**MARGALEF, Ramón.** *Teoría de los sistemas ecológicos*. [En línea] 1997. Publicaciones UB, Universidad de Barcelona, Barcelona. [Consulta: 27 marzo 2019] Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=c84Me5PfQJoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs\\_b\\_s\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=c84Me5PfQJoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_b_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**MARÍN PACHECO, Gonzalo.** "Recursos Hídricos". *Unesco Etxea*. [En línea], 2014. [Consulta: 27 marzo 2019] Disponible en: [http://www.unescoetxea.org/ext/manual\\_EDS/pdf/04\\_recursos\\_castellano.pdf](http://www.unescoetxea.org/ext/manual_EDS/pdf/04_recursos_castellano.pdf)

**MARRERO, Levi.** (ed.) *La Tierra y sus Recursos*. [En línea], España, Editorial Cultural Venezolana S.A., 1974. [Consulta: 12 octubre 2019] Disponible en: <https://geohistoriahumanidades.files.wordpress.com/2011/03/levi-marrero-la-tierra-y-sus-recursos-caps-9-16.pdf>

**MASTRANGELO, Andrea Verónica.** "Análisis del concepto de recursos naturales en dos estudios de caso en Argentina". *Ambiente & Sociedades*. [En línea], 2009. (Argentina) 12(2), pp. 341-355. [Consulta: 15 marzo 2019] Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a09v12n2.pdf>

**MENÉNDEZ, J.** *Lumnaeidae*. [Blog], Asturnatura. 2012. [Consulta: 5 agosto 2019] Disponible en: <https://www.asturnatura.com/familia/lymnaeidae.html>

**MERINO, Juan.** "Construyendo propuestas para conservación del Páramo". *Conversatorio sobre el ecosistema páramo. Memorias del quinto conversatorio*. [En línea], 2011. (Perú). [Consulta: 10

abril 2019] Disponible en: <https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/12/memorias-5to-conversatorio-ecosistema-paramo.pdf>

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO.** "Tipos de conservación". Ministerios de Agricultura y Riego Perú. [En línea], 2015. (Perú). [Consulta: 10 abril 2019] Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/50-sector-agrario/conservacion-de-los-rrnn/356-tipos-de->

**MORA DONJUÁN, Carlos Alberto; BURBANO VARGAS, Olga Nathalia; MÉNDEZ OSORIO, Cuauhtémoc; & CASTRO ROJAS, Diego Francisco.** "Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de Encino (*Quercus*. L), en la Sierra Madre del sur de Mexico". *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. [En línea], 2017. (Costa Rica) 14(35), pp. 68-75. [Consulta: 10 abril 2019] ISSN 2215-2504 Disponible en: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154/2941>

**MORETA, Jose.** "Contaminación en el río Ambato puede causar enfermedades". *La Hora*. [En línea], 2018. (Ecuador). [Consulta: 10 abril 2019] Disponible en: <https://lahora.com.ec/tungurahua/noticia/1102156413/contaminacion-en-el-rio-ambato-puede-causar-enfermedades>

**MULLENS, Bradley.** (ed.) *Medical and Veterinary Entomology* [En línea], Chapter 13 Horse Flies and Deer Flies (Tabanidae). (Third Edition). 2002. [Consulta: 6 agosto 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tabaniidae>

**MUÑOZ, Mauricio; & VELEZ, Inelda.** "Redescripción y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (DugesIIDae, Tricladida) en Antioquia, Colombia". *SCIELO* [En línea], 2007. (Colombia) 78(2), [Consulta: 6 agosto 2019] ISSN 2007-8706 Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532007000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200006)

**NTE INEN 1107:2013.** Norma Técnica Ecuatoriana . *Agua. determinación de calcio. metodo edta.*

**NÍQUE ÁLVAREZ, Manuel.** "BIODIVERSIDAD: Clasificación y cuantificación". Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2010, (Perú). [Consulta: 7 agosto 2020. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/298950055\\_BIODIVERSIDAD\\_Clasificacion\\_y\\_Cuantificacion](https://www.researchgate.net/publication/298950055_BIODIVERSIDAD_Clasificacion_y_Cuantificacion)

**OCEGUERA FIGUEROA, Alejandro.** "Especie nueva de sanguijuela del género *Helobdella* (Rhynchobdellida; Glossiphoniidae) del lago de Catemaco, Veracruz, Mexico". *SCIELO*. 2007. (Mexico) 23(1). [Consulta: 7 agosto 2019]. ISSN 2448-8445 Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372007000100002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372007000100002)

**ORDONÉZ G, Luis.** "Iniciativas forestales para captación de Carbono CO<sub>2</sub> bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL- Experiencias dos proyectos en Ecuador". Foro, EcoCiencia [En línea], 2009. (Ecuador). [Consulta: 11 noviembre 2019] ISSN 978-9978-22-841-8 Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=43428>

**ODUM, Eugene.** *Ecología*. [En línea], Tercera Edición, Mexico, Nueva Editorial Interoamericana S.A de C.V., 1972. [Consulta: 11 noviembre 2019] ISSN 968-25-0042-7 Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/301380039/Ecologia-de-Odum-1972-pdf>

**ONU (Organización de las Naciones Unidas).** "El agua es uno de los recursos más importantes en el turismo". *El Comercio*. [En línea], 2017. [Consulta: 2 abril 2019] Disponible en: <https://www.elcomercio.com/viajar/agua-recursos-importantes-turismo-mundo.html>

**OVIEDO MACHADO, Nestor; & REINOSO FLOREZ, Gladys.** "Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera)". *Revista Colombiana de Entomología*. [En línea], 2018. (Colombia) 44(1). pp. 101-109. [Consulta: 8 agosto 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v44n1/0120-0488-rcen-44-01-00101.pdf>

**PAREDES, Christian; LANNACONE, José; & ALVARIÑO, Lorena.** "Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú". *Revista Peruana de Entomología*. [En línea], 2004. (Perú) 44, pp. 107-118. [Consulta: 11 noviembre 2019] Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Iannacone/publication/263084090\\_MACROINVERTEBRADOS\\_BENTONICOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_BIOLOGICOS\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_DE\\_AGUA\\_EN\\_DOS\\_RIOS\\_DE\\_CAJAMARCA\\_Y\\_AMAZONAS\\_PERU/links/02e7e539bd30333b09000000/MACROINVERTEBRADOS-BENTONICOS](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Iannacone/publication/263084090_MACROINVERTEBRADOS_BENTONICOS_COMO_INDICADORES_BIOLOGICOS_DE_LA_CALIDAD_DE_AGUA_EN_DOS_RIOS_DE_CAJAMARCA_Y_AMAZONAS_PERU/links/02e7e539bd30333b09000000/MACROINVERTEBRADOS-BENTONICOS)

- PERALTA, Marcela Alejandra; & ISA MIRANDA, Águeda Verónica.** "A new species of Hyalella (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) from the Puna biogeographic province in Argentina". *US National Library of Medicine*. [En línea], 2019. (USA), 865, PP. 87-102. [Consulta: 11 noviembre 2019] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6663931/>
- PERDOMO, Trigoal.** *Bioindicadores: características y tipos*. [Blog] Lifeder. 2019. [Consulta: 25 marzo 2019] Disponible en: <https://www.lifeder.com/bioindicadores/>
- PÉREZ PORTO, Julian; & GARDEY, Ana.** *definición de cauce*. [Blog] definicion de. 2016. [Consulta: 25 marzo 2020] Disponible en: <https://definicion.de/cauce/>
- PITZ, Petra.** "Eliminación y determinación de fosfato". *Canales Sectoriales*. [En línea], 2010. [Consulta: 20 marzo 2020] Disponible en: <https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/37743-Eliminacion-y-determinacion-de-fosfato.html>
- PLA, Laura.** "Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la Riqueza". *SCIELO*. [En línea], 2006. (Venezuela) 31(8), [Consulta: 12 octubre 2019] ISSN 0378-1844 Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008)
- POLO, Claudia.** "Índices más comunes en biología. Segunda parte, similaridad y riqueza Beta y Gamma". *Revista Facultad de Ciencias Básicas*. [En línea], 2008. (Nueva Granada) 4(12). [Consulta: 20 marzo 2020] ISSN 2500-8316 Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2239>
- PUERTA, F.** *La Familia Tabanidae*. [Blog], La Vereita, 2008. [Consulta: 7 agosto 2019] Disponible en: <https://lavereita.es/la-familia-tabanidae/>
- QUINTERO BURGOS, Genoveva Mercedes.** *Un Modelo de Gestión para el Manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí en las comunidades de Oajaca y Guabal. (Programa Interuniversitario) (Doctorado)*. [En línea], Universidad Nacional de Costa Rica, (Panamá), 2011. pp. 1-54. [Consulta: 5 noviembre 2019] Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/articulo\\_Genoveva.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/articulo_Genoveva.pdf)

**RAFFINO, María Estela.** *Biodiversidad*. [Blog], Concepto.de. 2019. [Consulta: 19 marzo 2019]  
Disponible en: <https://concepto.de/biodiversidad/>

**RAFFINO, María Estela.** *Cadenas tróficas*. [Blog], Concepto.de. 2019. [Consulta: 19 marzo 2019]  
Disponible en: <https://concepto.de/cadenas-troficas/>

**RAFINO, María.** *Conservación del medio ambiente*. [Blog], Concepto.de. 2019. [Consulta: 19 marzo 2019]  
Disponible en: <https://concepto.de/conservacion-del-medio-ambiente/>

**RAFINO, María Estela.** *Ecosistema Terrestres*. [Blog], Concepto.de. 2018. [Consulta: 19 marzo 2019]  
Disponible en: <https://concepto.de/ecosistema-terrestre/>

**RAMÍREZ, Alonso; & GUTIÉRREZ FONSECA Pablo E.** "Estudios sobre macroinvertebrados acuáticos en América Latina". *Revista de Biología Tropical*. [En línea], 2014. (Costa Rica) 62(2), pp. 9-20. [Consulta: 10 noviembre 2019] ISSN 0034-774 Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/449/44932430001.pdf>

**REAL AUDIENCIA ESPAÑOLA.** *Estereoscopio*. [Blog], REA. 2020. [Consulta: 19 octubre 2020]  
Disponible en: <https://dle.rae.es/estereoscopio>

**REDONDAS, Dolores.** "Análisis multivariante". E.U. Arquitectura Técnica UPM. [En línea], 2010. [Consulta: 12 marzo 2020] Disponible en: <https://www.edificacion.upm.es/personales/redondas/docencia/Postgrados/objetos/Multiv1ICEFeb10.pdf>

**REINOSO.** "Macroinvertebrados Acuáticos". Cortolima. [En línea], 2007. [Consulta: 23 marzo 2019] Disponible en: [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/estudios/a06.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/a06.pdf)

**RIBIERO , José; & VALENZUELA, Jesús.** (ed.) *Tropical Infectious Diseases; Principles, Pathogens and Practice*. [En línea], Third Edition. Chapter 8- Vector Biology, 2011. pp.45-51. [Consulta: 6 agosto 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/simuliidae>

**RICE, William B.** *Ecosistemas*. [En línea], Huntington Beach, California. Teacher Created Materials, 2017. [Consulta: 23 Marzo 2019] 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>

**RILEY, Nelson.** "Perlidae". Brigham Young University, Provo, Utah, USA. [En línea], 1996. (USA) (1). [Consulta: 8 agosto 2019] Disponible en: <http://tolweb.org/Perlidae/13953>

**RODRÍGUEZ BARRIENTOS, Francisco.** "Cuencas Hidrográficas, descentralización y desarrollo regional participativo". Inter Sedes [En línea], 2006. (Costa Rica) VII (12), [Consulta: 6 noviembre 2020] ISSN 1409-4746 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/666/66612867008.pdf>

**RODRÍGUEZ BARRIOS, Javier; OSPINA TORRES, Rodolfo; & TURIZO CORREA , Rodrigo.** "Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia". SCIELO [En línea], 2011. (Colombia) 59(4), [Consulta: 6 noviembre 2019] ISSN 0034-7744 Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442011000400009](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000400009)

**RODRÍGUEZ, Silvia; GAUNA, Luciana; MARTÍNEZ, Gloria; ACEVEDO, Hugo; & ROMERO, Cécar.** "Reacción del nitrato sobre la contaminación bacteriana del agua". Tierra Latinoamericana. [En línea], 2012. (Mexico) 30(2), pp. 111-119. [Consulta: 13 diciembre 2019] ISSN 2395-8030 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57324446002.pdf>

**ROLDÁN PÉREZ, Gabriel.** "Guía para el estudios de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia". Journal of the North American Benthological Society. [En línea], 1989. ((Colombia) 8(4). [Consulta: 8 abril 2019] Disponible en: <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>

**ROLDÁN PÉREZ, Gabriel.** "Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua:: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica". Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea] 2016. (Colombia) 40(155), pp. 254-274. [Consulta: 8 abril 2019] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>

**ROLDÁN PÉREZ, Gabriel.** "Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua". Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [En línea], 1999 23(88), PP. 375-387. [Consulta: 8 abril 2019] ISSN 0370-3908 Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30389621/375-387.pdf?1357096259=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLos\\_macroinvertebrados\\_y\\_su\\_valor\\_como\\_i.pdf&Expires=1597086611&Signature=Lw2PAmiJ4mIXQV9kTzm~oiq0OF7vdc41mG~Ma139CCMGk~4V0w2tkSfE-vQv](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30389621/375-387.pdf?1357096259=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLos_macroinvertebrados_y_su_valor_como_i.pdf&Expires=1597086611&Signature=Lw2PAmiJ4mIXQV9kTzm~oiq0OF7vdc41mG~Ma139CCMGk~4V0w2tkSfE-vQv)

**RUEDA SEVILLA, J; & MOLINA URIBE, C.** "Los macroinvertebrados acuáticos, excelentes indicadores biológicos en las EIA: diferentes casos de estudios en el este de la Península Ibérica". VI Congreso I.A. [En línea], 2012. (España). pp. 335-339. [Consulta: 8 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/236960745\\_Los\\_Macroinvertebrados\\_acuaticos\\_excelentes\\_indicadores\\_biologicos\\_en\\_la\\_EIA](https://www.researchgate.net/publication/236960745_Los_Macroinvertebrados_acuaticos_excelentes_indicadores_biologicos_en_la_EIA)

**RUELAS, Ernesto.** "El concepto de especie en biología". CIENCIA, [En línea], 2018, (Mexico) 69(4), pág. 22-29. [Consulta: 23 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/69\\_4/PDF/06\\_69\\_4\\_1077\\_EspecieBiologica\\_L.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/69_4/PDF/06_69_4_1077_EspecieBiologica_L.pdf)

**RUIZ, Ignacio.** "Jornada "LOS SIMÚLIDOS. Situación actual: problemas y soluciones. Biología y ecología de los simulidos". Biología y ecología de los Simulidos. [En línea], 2012. (España). [Consulta: 8 agosto 2019] Disponible en: [https://www.zaragoza.es/contenidos/IMSP/Iganacio\\_Ruiz.pdf](https://www.zaragoza.es/contenidos/IMSP/Iganacio_Ruiz.pdf)

**SAFIT.** "Tolerance Values & Functional Feeding Groups". *SAFIT*. [En línea], 2003. [Consulta: 7 noviembre 2019]. Disponible en: [http://www.safit.org/Docs/Tolerance\\_Values\\_and\\_Functional\\_Feeding\\_Groups.xls](http://www.safit.org/Docs/Tolerance_Values_and_Functional_Feeding_Groups.xls)

**SAN-2014-1178.** *Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.*

**SENAGUA.** "Análisis de la calidad del agua en la subcuenca del río Coca". Secretaria Nacional del Agua. [En línea], 2012. (Ecuador). [Consulta: 13 noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/InformeCocaFinal1.pdf>

**SENAGUA.** "Estrategías de gestión sociocultural del agua". Secretaria Nacional del Agua. [En línea], 2010. (Ecuador). [Consulta: 13 noviembre 2019]. Disponible en: [https://www.sdgsfund.org/sites/default/files/EDG\\_%20ESTUDIO\\_Ecuador\\_Estrategia%20Gestion%20Socio%20Cultural%20del%20Agua%20%282%29.pdf](https://www.sdgsfund.org/sites/default/files/EDG_%20ESTUDIO_Ecuador_Estrategia%20Gestion%20Socio%20Cultural%20del%20Agua%20%282%29.pdf)

**SENAGUA.** "Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua". Secretaria Nacional del Agua. [En línea], 2012. (Ecuador). [Consulta: 13 noviembre 2019]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

**SIANO, Angel.** *Los bioindicadores y su importancia en el estudio del medio ambiente.* [Blog], Pedagogía y ambiente. 2015. [Consulta: 18 mayo 2019]. Disponible en: <http://planificacionyambiente.blogspot.com/2015/03/los-bioindicadores-y-su-importancia-en.html>

**SIERRA, Ivette.** "América: degradación de biodiversidad pone en riesgo el futuro de la humanidad". MONGABAY. [En línea], 2018. [Consulta: 15 marzo 2019]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2018/06/america-degradacion-biodiversidad/>

**SIERRA, R.** "Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental". Ecociencia. [En línea], 1999. (Ecuador) [Consulta: 17 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo\\_Sierra4/publication/268390074\\_Propuesta\\_Preliminar\\_de\\_un\\_Sistema\\_de\\_Clasificacion\\_de\\_Vegetacion\\_para\\_el\\_Ecuador\\_Continental/links/546a6c760cf20dedafd38870/Propuesta-Preliminar-de-un-Sistema-de-Clasificacion-de-Vegetacion-para-el-Ecuador-Continental.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Sierra4/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificacion_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental/links/546a6c760cf20dedafd38870/Propuesta-Preliminar-de-un-Sistema-de-Clasificacion-de-Vegetacion-para-el-Ecuador-Continental.pdf)

**SILVIA.** *Componentes del ecosistema.* [Blog] Elblogverde.com, 2017. [Consulta: 17 marzo 2019] Disponible en: <https://elblogverde.com/componentes-del-ecosistema-factores-abioticos-y-bioticos/>

**SNAP.** "Reserva de Producción de Fauna Chimborazo". Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. [En línea], 2015. (Ecuador). [Consulta: 21 marzo 2019]. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo>

**SONCO SURI, Ricardo.** Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano, en la región de Madidi, la Paz, Bolivia. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [En línea], Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. (La Paz-Bolivia), 2013. pp. 1-154. [Consulta: 22 mayo 2019]. Disponible en: [http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco\\_2013\\_Thesis.pdf](http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf)

**SPRINGER, Monika.** "Tricóptera". SCIELO. [En línea], 2010. 58(4). [Consulta: 8 agosto 2019]. ISSN 0034-7744 Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800007](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007)

**TELLERÍA, José Luis.** "Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias". Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. [En línea], 2013. (España). pp. 13-25. [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_TELLERIA/publication/257238754\\_Perdida\\_de\\_biodiversidad\\_Causas\\_y\\_consecuencias\\_de\\_la\\_desaparicion\\_de\\_las\\_especies\\_Loss\\_of\\_biodiversity\\_and\\_consequences\\_of\\_the\\_species\\_loss/links/00463524b249e10eab000000/Perdida\\_de\\_biodiversidad\\_Causas\\_y\\_consecuencias\\_de\\_la\\_desaparicion\\_de\\_las\\_especies\\_Loss\\_of\\_biodiversity\\_and\\_consequences\\_of\\_the\\_species\\_loss](https://www.researchgate.net/profile/Jose_TELLERIA/publication/257238754_Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_and_consequences_of_the_species_loss/links/00463524b249e10eab000000/Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_and_consequences_of_the_species_loss/links/00463524b249e10eab000000/Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_and_consequences_of_the_species_loss)

**TIERNO DE FIGUEROA, José Manuel; & LÓPEZ RODRÍGUEZ, Manuel Jesús.** "Orden Plecóptera". Revista IDE@-SEA. [En línea], 2015. (España) (43), pp. 1-14. [Consulta: 7 agosto 2019]. ISSN 2386-7183 Disponible en: [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_43.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_43.pdf)

**TINGO CALI, Wilmer Javier.** "Plan de manejo de la intercuenca zona media del río Ambato, nivel 7- código PEASTETTER; 4992967, ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua". (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [En línea], Universidad Nacional de Chi, borazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental. 2016. pp. 1-263. [Consulta: 12 noviembre 2019]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1360>

**TORRES GUEVARA, J.** "Ecología y Conservación de la Agrobiodiversidad". [En línea], Universidad Agraria la Molina. 2001. (Perú). [Consulta: 12 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/publicaciones/glosario/PDF/comp\\_22.pdf](https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/publicaciones/glosario/PDF/comp_22.pdf)

**TORRES, Patricia; CRUZ, Camilo Hernán; & PATIÑO, Paola Janeth.** "Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica". Revista Ingenierías Universidad de Medellín. [En línea], 2009. (Colombia)

8(15), pp. 79-94. [Consulta: 12 noviembre 2019]. ISSN 1692-3324 Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

**UICN.** "Animales en peligro de extinción". NATIONAL GEOGRAPIC ESPAÑA. [En línea], 2020. (España). [Consulta: 4 abril 2019]. Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/animales-peligro-extincion\\_12536/1](https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/animales-peligro-extincion_12536/1)

**UNIVERSITY OF MICHIGAN.** *Lymnaeidae*. [Blog]. Animal Diversity Web/ Museum Zoology., 2000. [Consulta: 9 agosto 2019]. Disponible en: <https://animaldiversity.org/accounts/Lymnaeidae/>

**URGILÉS MERINO, Lorena Elizabeth.** La Comunicación para el desarrollo como estrategia de prevención para reducir la contaminación del río Ambato. (Trabajo de Titulación) (Licenciatura). [En línea], Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Carrera de Comunicación Social. (Ambato-Ecuador), 2013, pp. 1-144. [Consulta: 10 diciembre 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5721/1/CS-335-2013-Urgil%C3%A9s%20Lorena.pdf>

**VARGAS GÓMEZ, Yadira; GARCÍA CARBAJAL, Raymundo; BARRAGÁN LÓPEZ, Jesús; FERNÁNDEZ CABRERA, José; BARBA GÓMEZ Horacio Yoel; & DE LA TORRE HERMOSILLO, Edgar.** "Conceptos Evolutivos de las especies". slideshare in. [En línea], 2014. [Consulta: 10 abril 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/josefernandezcabrera94/conceptos-evolutivos-de-las-especies>

**VITERI, José.** *Tipos de ecosistemas terrestres*. [Blog]. Ecosistemas Terrestres. 2008. [Consulta: 10 abril 2019]. Disponible en: <http://jose-ecosistemasterrestres.blogspot.com/2008/11/tipos-de-ecosistemas-terrestres.html>

**VITTA, Nancy.** 2012. "Capítulo I. Orden Diptera Familia Simuliidae". INIA La Platina.[En línea], 2012. (Chile). pp. 15-27. [Consulta: 10 abril 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40629.pdf>

**WENHAM, Omaris.** "Índice de Margalef". Universidad de Panamá. [En línea], 2010. (Panamá). [Consulta: 18 octubre 2019]. Disponible en:

[http://topicosselectosdebiologia.weebly.com/uploads/2/5/0/0/25007599/indice\\_de\\_margalef\\_-\\_ejemplo\\_de\\_taller.docx](http://topicosselectosdebiologia.weebly.com/uploads/2/5/0/0/25007599/indice_de_margalef_-_ejemplo_de_taller.docx)

**World Wild Fund for Nature.** "Propuesta de SEO/Birdlife y WWF para el desarrollo de un plan para lucha contra la pérdida de la biodiversidad de España y el planeta". La biodiversidad es Vida, La biodiversidad es nuestra vida. [En línea], 2010. [Consulta: 10 abril 2019]. Disponible en:[http://awsassets.wwf.es/downloads/folleto\\_bio\\_verde.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/folleto_bio_verde.pdf)

## ANEXOS

ANEXO A: Inventario general Riqueza/Abundancia de macroinvertebrados río Ambato.

FAMILIA	Cuenca Alta			Cuenca Media			Cuenca Baja			Total
	La esperanza	Llangana	Molinos Miraflores	La Delicia	Pillilata	Viñas Centro	Viñas Campamento	Viñas Hillina	Viñas San Alfonso	
Dugesidae	4	0	0	5	8	0	0	0	0	17
Haplotaenidae	0	1	13	10	9	7	9	29	0	78
Tubificidae	0	0	14	0	15	51	63	19	28	190
Glossophoridae	2	4	4	0	0	0	5	1	2	18
Lymnaeidae	0	0	3	3	14	1	11	8	0	40
Hyalinellidae	20	8	1	0	0	0	0	0	0	29
Baetidae	27	79	135	545	11	0	0	0	0	797
Perlidae	1	8	0	0	0	0	0	0	0	9
Elmidae	5	1	2	2	5	0	3	42	0	60
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	21	5	10	8	44
Blepharocelidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Chironomidae	4	5	11	10	227	38	5	14	17	331
Psychodidae	0	0	0	0	4	0	0	9	0	13
Simuliidae	26	17	1	7	4	0	0	0	0	55
Tabanidae	0	0	0	0	6	0	0	15	0	21
Tipulidae	0	3	0	0	0	0	0	1	0	4
<b>1692</b>	<b>76</b>	<b>80</b>	<b>184</b>	<b>582</b>	<b>303</b>	<b>118</b>	<b>101</b>	<b>193</b>	<b>55</b>	<b>1692</b>

**ANEXO B:** Calculo índice biológico PET

FAMILIA	Cuenca Alta		Cuenca Media		Cuenca Baja	
	Abundancia	EPT Presentes	Abundancia	EPT Presentes	Abundancia	EPT Presentes
Dugesiiidae	4	0	13	0	0	0
Haplotaxidae	14	0	26	0	38	0
Tubificidae	14	0	66	0	110	0
Glossofonidae	10	0	0	0	8	0
Lymnaeidae	3	0	18	0	19	0
Hyaellidae	29	0	0	0	0	0
Baetidae	241	241	556	556	0	0
Perlidae	9	9	0	0	0	0
Elmidae	8	0	7	0	45	0
Helicopsychidae	0	0	21	21	23	23
Blepharocelidae	1	0	0	0	0	0
Chironomidae	20	0	275	0	36	0
Psychodidae	0	0	4	0	9	0
Simuliidae	44	0	11	0	0	0
Tabanidae	0	0	6	0	15	0
Tipulidae	3	0	0	0	1	0

**ANEXO C:** Calculo índice de sensibilidad

FAMILIA	Puntaje Sensibilidad	Presencia		
		Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
<b>Dugesidae</b>	-	0	0	0
<b>Haplotaenidae</b>	-	0	0	0
<b>Tubificidae</b>	-	0	0	0
<b>Glossophoridae</b>	-	0	0	0
<b>Lymnaeidae</b>	-	0	0	0
<b>Hyalinellidae</b>	-	0	0	0
<b>Baetidae</b>	7	7	7	0
<b>Perlidae</b>	10	10	0	0
<b>Elmidae</b>	6	0	0	0
<b>Helicopsychidae</b>	-	0	0	0
<b>Blepharocelidae</b>	-	0	0	0
<b>Chironomidae</b>	2	2	2	2
<b>Psychodidae</b>	-	0	0	0
<b>Simuliidae</b>	8	8	8	0
<b>Tabanidae</b>	-	0	0	0
<b>Tipulidae</b>	3	3	0	3

**ANEXO D: Cálculo índice BMWP**

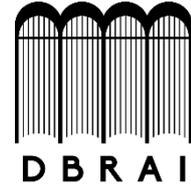
<b>FAMILIA</b>	<b>Puntaje BMWP</b>	<b>Presencia</b>		
		<b>Cuenca Alta</b>	<b>Cuenca Media</b>	<b>Cuenca Baja</b>
<b>Dugesiiidae</b>	6	6	6	0
<b>Haplotaenidae</b>	1	1	1	1
<b>Tubificidae</b>	1	1	1	1
<b>Glossophoridae</b>	4	4	0	4
<b>Lymnaeidae</b>	6	6	6	6
<b>Hyalinellidae</b>	7	7	0	0
<b>Baetidae</b>	7	7	7	0
<b>Perlidae</b>	10	10	0	0
<b>Elmidae</b>	7	7	7	7
<b>Helicopsychidae</b>	8	0	8	8
<b>Blepharocelidae</b>	10	10	0	0
<b>Chironomidae</b>	2	2	2	2
<b>Psychodidae</b>	2	0	2	2
<b>Simuliidae</b>	5	5	5	0
<b>Tabanidae</b>	5	0	5	5
<b>Tipulidae</b>	3	3	0	3

**ANEXO E: Cálculo índice ABI Perú y Ecuador**

<b>FAMILIA</b>	<b>Puntaje ABI</b>	<b>Presencia</b>		
		<b>Cuenca Alta</b>	<b>Cuenca Media</b>	<b>Cuenca Baja</b>
<b>Dugesiidae</b>	-	0	0	0
<b>Haplotaenidae</b>	-	0	0	0
<b>Tubificidae</b>	-	0	0	0
<b>Glossophoridae</b>	-	0	0	0
<b>Lymnaeidae</b>	-	0	0	0
<b>Hyalinellidae</b>	6	6	0	0
<b>Baetidae</b>	4	4	4	0
<b>Perlidae</b>	10	10	0	0
<b>Elmidae</b>	5	5	5	5
<b>Helicopsychidae</b>	10	10	0	0
<b>Blepharocelidae</b>	10	10	0	0
<b>Chironomidae</b>	2	2	2	2
<b>Psychodidae</b>	3	0	3	3
<b>Simuliidae</b>	5	5	5	0
<b>Tabanidae</b>	4	0	4	4
<b>Tipulidae</b>	5	5	0	5



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

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

**Fecha de entrega:** 18 / 02 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> YESENIA ELIZABETH MÉNDEZ AMAGUAYA
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> RECURSOS NATURALES
<b>Carrera:</b> ECOTURISMO
<b>Título a optar:</b> INGENIERA EN ECOTURISMO
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lcdo. Holger Ramos, MSc.



0616-DBRAI-UPT-2021