



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO  
DE RIESGOS NATURALES**

**ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS  
EN EL RÍO PINDO GRANDE, SECTOR ESTACIÓN BIOLÓGICA  
PINDO MIRADOR, PROVINCIA DE PASTAZA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

**MARÍA JOSÉ VILLARREAL ARCOS**

**DIRECTORA: MSc. ALEXANDRA ENDARA**

**Quito, noviembre 2018**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Universidad UTE. 2018

Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## PROYECTO DE TITULACIÓN

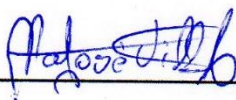
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723503544
APELLIDO Y NOMBRES:	Villarreal Arcos María José
DIRECCIÓN:	Tío Cajas E 4-32 y Chambo
EMAIL:	majose_yd@hotmail.es
TELÉFONO FIJO:	02 – 3517 - 597
TELÉFONO MOVIL:	0996137637

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis de la Diversidad de Macroinvertebrados en el río Pindo Grande, sector Estación Biológica Pindo Mirador, provincia de Pastaza.
AUTOR O AUTORES:	María José Villarreal Arcos
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	30/11/2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	MSc. María Alexandra Endara González
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>En Ecuador, los sistemas hídricos son permanentemente afectados por las actividades humanas. En la provincia de Pastaza, el río Pindo Grande atraviesa tres poblaciones que influyen en su conservación. Para tratar de entender la magnitud de los impactos que generan estos asentamientos humanos en el río, se planteó realizar un análisis multitemporal de la diversidad de la entomofauna acuática.</p> <p>Los organismos se colectaron en cinco puntos de muestreo, en un tramo de tres kilómetros, durante seis meses entre mayo y octubre. En cada punto de muestreo se establecieron cinco subpuntos considerando características de sustrato y cauce (arena, sombra, cantos rodados, corriente,</p>

	<p>hojarasca, ramas, piedras y vegetación acuática). Se identificaron 7726 macroinvertebrados a nivel de familias y se determinó su riqueza y abundancia. Con los datos generados se estimó la calidad de agua aplicando el índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party - Colombia) y se lo comparó con el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera). El estudio permitió identificar 37 familias de un total de 12 órdenes (Acarina, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera y Tricladida), pertenecientes a 3 clases de Macro Invertebrados Acuáticos (MIA). El número de familias fue de bajo a moderado para los seis meses (18, 24, 25, 21, 20 y 20), respectivamente. Las familias de mayor abundancia fueron Leptohyphidae y Chironomidae. El promedio mensual dentro de la investigación registró el mayor valor del índice BMWP en el mes de julio y el menor valor en el mes de mayo, indicando una buena calidad del agua. En cambio, mediante el índice EPT se registró un mayor valor (buena calidad) en el mes de septiembre y el menor valor (calidad regular) en el mes de julio. Dentro de los índices de Hábitat Fluvial (IHF) y Calidad de Bosque de Ribera (QBR), los sitios de mayor calidad de hábitat fluvial y vegetación fueron los puntos P4 y PB, mientras que el de menor calidad fue P1.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>entomofauna acuática, BMWP/Col, EPT, IHF y QBR.</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>In Ecuador, water systems are permanently affected by human activities. In the province of Pastaza, Pindo Grande River crosses three populations that influence its conservation. To try to understand the magnitude of the impacts generated by these human settlements in the river, a multitemporal analysis of the diversity of the aquatic entomofauna was proposed.</p> <p>The organisms were collected in five sampling points, along three kilometers, for six months between May and October. At each sampling point, five subpoints were established considering the characteristics of the substrate and channel (sand, shade,</p>

	<p>boulders, stream, leaf litter, branches, stones and aquatic vegetation). We identified 7726 macroinvertebrates at the family level and their richness and abundance were determined. With the data generated, water quality was estimated applying the BMWP / Col index (Biological Monitoring Working Party - Colombia) and compared with the EPT index (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera). The study allowed to identify 37 families from a total of 12 orders (Acarina, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera and Tricladida), belonging to 3 classes of Macro Invertebrates Aquatic (MIA). The number of families was from low to moderate for the six months (18, 24, 25, 21, 20 and 20), respectively. The most abundant families were Leptohiphidae and Chironomidae. The monthly average within the investigation registered the highest value of the BMWP index in the month of July and the lowest value in the month of May, indicating good water quality. On the other hand, the EPT index registered a higher value (good quality) in the month of September and a lower value (regular quality) in the month of July. Within the Indexes of Fluvial Habitat (IHF) and Forest Quality of Ribera (QBR), the highest quality sites of fluvial habitat and vegetation were points P4 and PB, while the lowest quality was P1.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p>aquatic entomofauna, BMWP / Col, EPT, IHF and QBR.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



VILLARREAL ARCOS MARÍA JOSÉ

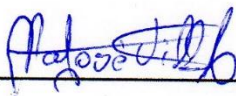
C.I. 1723503544

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **VILLARREAL ARCOS MARÍA JOSÉ**, CI 1723503544 autora del proyecto titulado: **Análisis de la diversidad de macroinvertebrados en el río Pindo Grande, sector estación biológica Pindo Mirador, provincia de Pastaza** previo a la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 30 de noviembre del 2018



---

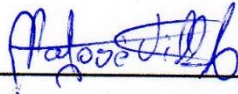
VILLARREAL ARCOS MARÍA JOSÉ

1723503544

## DECLARACIÓN

Yo, **VILLARREAL ARCOS MARÍA JOSÉ**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

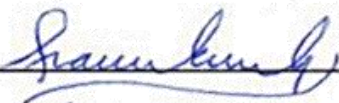


MARÍA JOSÉ VILLARREAL ARCOS

C.I. 1723503544

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Análisis de la diversidad de macroinvertebrados en el río Pindo Grande, sector estación biológica Pindo Mirador, provincia de Pastaza**”, que, para aspirar al título de **INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** fue desarrollado por MARÍA JOSÉ VILLARREAL ARCOS, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



---

MSc. Alexandra Endara

**DIRECTORA DEL TRABAJO**

C.I. 1711000388



## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de investigación en especial le dedico a mi mami por ser mi motor en la vida, mi mejor amiga y mi ejemplo a seguir. Como no dedicarle también a mi papi, que por su ñeque y su perseverancia también es mi mayor ejemplo en mi vida. También le dedico a mi ñaño, a mis primos que son más mis hermanos que mis primos, a mi familia, amigos y a mi abuelito Claudio, que junto con otros ángeles sé que donde quiera que se encuentren, cuento con su apoyo incondicional y una inmensa alegría reflejada por mis logros alcanzados.

Le doy mi profundo agradecimiento a Dios por toda su bendición y guía en el camino de mi vida.

A mis padres por su empuje a seguir siempre adelante y nunca desmayar, por el inmenso amor que me brindan, por su dedicación constante, por tantas locuras y aventuras de mochilazo, que gracias a esos momentos de bellas experiencias poseo una visión del verdadero valor e importancia de la naturaleza y de las vidas que habitan en ella. Gracias por todo el trabajo que realizaron para ayudarme a alcanzar mis metas como lo es este trabajo de investigación, por convertirse en biólogos por minutos y brindarme su compañía, por eso y por muchísimo más.

A mi familia y amigos por el apoyo y cariño incondicional.

Al MSc. Vladimir Carvajal de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, por toda la ayuda brindada y guía en mi trabajo de investigación.

Agradezco a todos quienes hicieron posible realizar este trabajo.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
1.2. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA .....	4
1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	5
TÍTULO II.....	5
TITULO VII.....	6
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	7
2.1. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	7
2.2. ÁREA DE ESTUDIO .....	7
2.3. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	9
2.3.1. COLECCIÓN.....	9
2.3.2. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS .....	9
2.3.3. LIMPIEZA DE MUESTRAS RECOLECTADAS .....	10
2.3.4. IDENTIFICACIÓN .....	10
2.3.5. MÉTRICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD Y CALIDAD DEL AGUA.....	11
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	15
3.1. RESULTADOS.....	15
3.1.1. ANÁLISIS DE MIA PARA TODO EL PERÍODO DE ESTUDIO.....	15
3.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LOS MIA REGISTRADOS.....	26
3.2. DISCUSIÓN .....	33

<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	35
4.1. CONCLUSIONES .....	35
4.2. RECOMENDACIONES .....	35
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	37
<b>ANEXOS</b> .....	41

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Coordenadas y altitud de los subpuntos de cada sitio de estudio .....	8
<b>Tabla 2.</b> Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera.....	12
<b>Tabla 3.</b> Parámetros fisicoquímicos con sus valores mínimo y máximo en el río Medellín.....	13
<b>Tabla 4.</b> Criterio de calidad de agua según índice EPT .....	14
<b>Tabla 5.</b> Parámetros Físicos del río Pindo Grande .....	19
<b>Tabla 6.</b> Matriz de Evaluación del Índice de Hábitat Fluvial .....	21
<b>Tabla 7.</b> Matriz de Evaluación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera .....	23
<b>Tabla 8.</b> BMWP $\beta$ .....	24
<b>Tabla 9.</b> Matriz de Macroinvertebrados Identificados.....	27

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Mapa del área de estudio, río Pindo Grande .....	8
<b>Figura 2.</b> Riqueza $\beta$ .....	16
<b>Figura 3.</b> Abundancia $\beta$ .....	17
<b>Figura 4.</b> Abundancia Relativa $\beta$ .....	18
<b>Figura 5.</b> BMWP $\beta$ .....	24
<b>Figura 6.</b> EPT $\beta$ .....	25
<b>Figura 7.</b> Distribución de los MIA por tipo de sustrato .....	28
<b>Figura 8.</b> Abundancia de MIA por sustrato .....	32

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b> PUNTAJES DE LAS FAMILIAS DE MIA PARA EL ÍNDICE BMWP/COL .....	41
<b>ANEXO 2.</b> VALORACIONES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA .....	41
<b>ANEXO 3.</b> PUNTOS DE MUESTREO .....	42
<b>ANEXO 4.</b> COLECCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS A TRAVÉS DE LA RED SURBER .....	43
<b>ANEXO 5.</b> IDENTIFICACIÓN DE MIA EN EL MUSEO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DEL ECUADOR .....	44
<b>ANEXO 6.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN ACARINA .....	44
<b>ANEXO 7.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN BLATTODEA.....	44
<b>ANEXO 8.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN COLEOPTERA.....	45
<b>ANEXO 9.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN DIPTERA.....	46
<b>ANEXO 10.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN EPHEMEROPTERA .....	47
<b>ANEXO 11.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN LEPIDOPTERA .....	47
<b>ANEXO 12.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN HEMIPTERA .....	48
<b>ANEXO 13.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN ODONATA .....	49
<b>ANEXO 14.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN MEGALOPTERA.....	50
<b>ANEXO 15.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN PLECOPTERA.....	50
<b>ANEXO 16.</b> EJEMPLAR DEL ORDEN TRICLADIDA.....	50
<b>ANEXO 17.</b> EJEMPLARES DEL ORDEN TRICHOPTERA.....	51

## RESUMEN

En Ecuador, los sistemas hídricos son permanentemente afectados por las actividades humanas. En la provincia de Pastaza, el río Pindo Grande atraviesa tres poblaciones que influyen en su conservación. Para tratar de entender la magnitud de los impactos que generan estos asentamientos humanos en el río, se planteó realizar un análisis multitemporal de la diversidad de la entomofauna acuática.

Los organismos se colectaron en cinco puntos de muestreo, en un tramo de tres kilómetros, durante seis meses entre mayo y octubre. En cada punto de muestreo se establecieron cinco subpuntos considerando características de sustrato y cauce (arena, sombra, cantos rodados, corriente, hojarasca, ramas, piedras y vegetación acuática). Se identificaron 7726 macroinvertebrados a nivel de familias y se determinó su riqueza y abundancia. Con los datos generados se estimó la calidad de agua aplicando el índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party - Colombia) y se lo comparó con el índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera). El estudio permitió identificar 37 familias de un total de 12 órdenes (Acarina, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera y Tricladida), pertenecientes a 3 clases de Macro Invertebrados Acuáticos (MIA). El número de familias fue de bajo a moderado para los seis meses (18, 24, 25, 21, 20 y 20), respectivamente. Las familias de mayor abundancia fueron Leptohyphidae y Chironomidae. El promedio mensual dentro de la investigación registró el mayor valor del índice BMWP en el mes de julio y el menor valor en el mes de mayo, indicando una buena calidad del agua. En cambio, mediante el índice EPT se registró un mayor valor (buena calidad) en el mes de septiembre y el menor valor (calidad regular) en el mes de julio. Dentro de los índices de Hábitat Fluvial (IHF) y Calidad de Bosque de Ribera (QBR), los sitios de mayor calidad de hábitat fluvial y vegetación fueron los puntos P4 y PB, mientras que el de menor calidad fue P1.

**Palabras clave:** entomofauna acuática, BMWP/Col, EPT, IHF y QBR.

## ABSTRACT

In Ecuador, water systems are permanently affected by human activities. In the province of Pastaza, Pindo Grande River crosses three populations that influence its conservation. To try to understand the magnitude of the impacts generated by these human settlements in the river, a multitemporal analysis of the diversity of the aquatic entomofauna was proposed.

The organisms were collected in five sampling points, along three kilometers, for six months between May and October. At each sampling point, five subpoints were established considering the characteristics of the substrate and channel (sand, shade, boulders, stream, leaf litter, branches, stones and aquatic vegetation). We identified 7726 macroinvertebrates at the family level and their richness and abundance were determined. With the data generated, water quality was estimated applying the BMWP / Col index (Biological Monitoring Working Party - Colombia) and compared with the EPT index (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera). The study allowed to identify 37 families from a total of 12 orders (Acarina, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera and Tricladida), belonging to 3 classes of Macro Invertebrates Aquatic (MIA). The number of families was from low to moderate for the six months (18, 24, 25, 21, 20 and 20), respectively. The most abundant families were Leptohiphidae and Chironomidae. The monthly average within the investigation registered the highest value of the BMWP index in the month of July and the lowest value in the month of May, indicating good water quality. On the other hand, the EPT index registered a higher value (good quality) in the month of September and a lower value (regular quality) in the month of July. Within the Indexes of Fluvial Habitat (IHF) and Forest Quality of Ribera (QBR), the highest quality sites of fluvial habitat and vegetation were points P4 and PB, while the lowest quality was P1.

**Keywords:** aquatic entomofauna, BMWP / Col, EPT, IHF and QBR.



## **1. INTRODUCCIÓN**

# **1. INTRODUCCIÓN**

Según Jara (2015), Ecuador es uno de los países con mayores reservas de agua en América del Sur. Sin embargo, en las últimas décadas estos ecosistemas acuáticos han sufrido una fuerte presión humana debido a las actividades agrícolas, deforestación, fragmentación del hábitat, cambios del sustrato por la remoción y extracción de materiales, ingreso de aguas servidas y actividad petrolera, prácticas que afectan la calidad del agua.

Uno de los detonantes de las poblaciones pequeñas, como muchas ubicadas en los ramales acuíferos que integran la vertiente amazónica del Ecuador, es no contar con estudios de calidad de agua, basado en Macro Invertebrados Acuáticos (MIA) (Carvajal, 2016). Esto implica una limitada información del estado actual de cuerpos de agua lóticos y por ende escasa discusión en torno a su conservación. Por lo general, esta realidad la atraviesan poblaciones pequeñas, las cuales, al parecer, son ajenas lamentablemente a la misma, advirtiendo, además, poca conciencia en su preservación de sus recursos vitales, el agua.

La presente investigación se centra en el aporte de información técnica para la gestión adecuada de la microcuenca del río Pindo Grande y toma de decisiones por parte de los habitantes de Mera, Shell y Puyo como directos corresponsables de su conservación. Asimismo, contribuye con información actualizada frente a los escasos estudios con macroinvertebrados realizados en la región a través de objetivos planteados como el analizar taxonómicamente la población de estos organismos acuáticos existentes en dicho río y a través de ellos determinar el estado actual del cuerpo de agua lótico.

## **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El río Pindo Grande o “Jatun Pindu Yaku” en kichwa, nace en la parte baja de la Cordillera Habitagua y cuenta con una longitud de 25 Km. Este sigue su curso hasta drenar sus aguas a la sub-cuenca del río Puyo que alimenta al río Pastaza y éste a la cuenca del Amazonas (Prefectura de Pastaza y UTE, 2012).

Proporciona agua para uso doméstico aprovechada por las poblaciones de Mera, Shell y Puyo, brinda espacios para recreación y hábitat para la vida silvestre (Prefectura de Pastaza y UTE, 2012).

Del sistema hídrico cantonal se aprovecha el agua en varios sistemas de captación para de esta manera dotar del servicio de agua. Las fuentes hídricas utilizadas son las del río Mangayacu, río Pindo Grande, y en la actualidad se está trabajando en el proyecto de captación del río Tigre, el mismo que brindará el servicio para todo el cantón (Gobierno Municipal del Cantón Mera, 2014).

En el cantón Mera existe una población de 11861 habitantes, donde la mayoría de su población está ubicada en el área rural (INEC, 2010). En Mera, Shell y Puyo se desarrolla un gran número de actividades turísticas, económicas (agrícola, forestal y piscícola) e institucionales, causando una mayor cantidad de aguas residuales desembocadas en el río (Abril, 2012; Sucoshañay, Abril, Rodríguez, Rios y Armas, 2017).

El agua captada no recibe ningún tipo de tratamiento de potabilización y es distribuida en las poblaciones, misma que no garantiza una buena calidad del agua a ser consumida por dicha población (Gobierno Municipal del Cantón Mera, 2014).

La problemática es que las aguas residuales de las poblaciones aledañas al río Pindo Grande son vertidas en el mismo, generando problemas de contaminación y deteriorando su calidad, esto a su vez afecta a las poblaciones que cuentan como efluente el río Puyo, debido a que desemboca en éste, el río Pindo grande como se mencionó anteriormente (Barbecho y Bósquez, 2008).

## **1.2. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA**

Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, mismos que se encuentran adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Estos organismos tienen la denominación de macroinvertebrados debido a su tamaño que va de 0,5 mm hasta alrededor de 5,0 mm (Roldán, 2016).

Las comunidades de MIA, reflejan el grado de alteración de los ecosistemas hídricos que han sufrido procesos de contaminación, reflejando sus efectos a través de la composición y estructura en la que se encuentra la biota donde estos organismos habitan (Roldán, 2016; Terneus, Hernández, y Racines, 2012).

Roldán (2016), menciona que los métodos de evaluación basados en macroinvertebrados han sido utilizados desde hace varias décadas, proceso que fue liderado por los países de la Unión Europea y Norte América. Gracias a ello, se tiene un conocimiento muy avanzado del estado ecológico de los ríos y lagos europeos. Toda esta información sirvió de base para lograr una sorprendentemente recuperación de éstos ecosistemas en los últimos 20 años.

En cambio, Alemania ha adoptado el método saprobio, requiriendo para su aplicación la identificación de los organismos hasta el nivel de especie. También, países como Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Italia, Portugal, Dinamarca, Holanda e Irlanda han adoptado el sistema denominado, evaluación rápida del ecosistema, mismo que requiere el nivel de familia y en algunos casos llega hasta género, logrando comprobar su efectividad en un alto porcentaje, además de poseer costos y tiempo considerables (Roldán, 2016).

En América Latina, países como Venezuela, México, Chile, Ecuador y Bolivia cuentan con pocos estudios de macroinvertebrados acuáticos, entre ellos, Colombia y Argentina que también poseen índices biológicos propios (Arroyo y Encalada, 2009).

Ecuador es un país que también cuenta con poca información relacionada a índices biológicos, taxonomía y metodologías, existiendo escasos estudios acerca de este tema. Aunque los pocos estudios existentes en el país, se los ha realizado mayormente en regiones altas, es decir, sobre los 2000 metros y pocos en tierras bajas (Arroyo y Encalada, 2009; Carvajal, 2016).

### **1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Según la **Constitución de la República del Ecuador**, Gobierno del Ecuador (2008) manifiesta en el:

#### **TÍTULO II**

✓ **Capítulo segundo:** Derechos del buen vivir

- **Art. 12**, que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable, siendo este un patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

- **Art. 14**, que se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. También hace referencia a 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.

✓ **Capítulo cuarto:** Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades

- **Art. 57**, lineamiento 8, manifiesta el conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y su entorno natural.

✓ **Capítulo séptimo:** Derechos de la naturaleza

- **Art. 71**, dice que la naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

✓ **Capítulo noveno:** Responsabilidades

- **Art. 83**, manifiesta en el lineamiento 6, el respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

## TITULO VII

✓ **Capítulo segundo:** Biodiversidad y recursos naturales

- **Art. 395**, lineamientos:

1. Que, el estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de generaciones presentes y futuras.

- **Art. 411**, 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.

## **2. METODOLOGÍA**

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

Carrera y Fierro (2001) mencionan que es importante tomar datos en diferentes partes del río para que este tipo de análisis sea más exacto y así poder comparar la calidad del agua río arriba y río abajo.

Para lo cual, dentro del estudio se eligieron cinco sitios en el río Pindo Grande, cada uno separados por 1 Km, a excepción del quinto punto que se encuentra a 500 m del punto cuatro, río arriba.

El primer y segundo punto fueron seleccionados considerando la presencia de actividad antrópica en comparación al tercer y cuarto punto que son de escasa intervención humana, pero con el fin de comparar la diversidad de los MIA detectados entre los cuatro puntos iniciales, la presente investigación consideró necesario realizar una toma de muestras en un quinto punto, denominado punto blanco, debido a que este punto, se halla en un sitio poco o nada alterado. Es así, que luego de la primera colección realizada, se tomó muestras en el quinto punto, sirviendo el mes de mayo como línea base.

### **2.2. ÁREA DE ESTUDIO**

El río Pindo Grande se encuentra ubicado en el sector de la Estación Biológica Pindo Mirador, cantón Mera, provincia de Pastaza, en la Amazonía ecuatoriana. El clima corresponde a un ambiente tropical lluvioso con temperaturas ambientales que fluctúan entre los 20 a 25 °C, con precipitaciones de entre 2000 a 4500 mm cúbicos por año y una humedad ambiental del 88% (Prefectura de Pastaza y UTE, 2013).

El estudio se realizó en cinco puntos de dicho río, denominados: M puente, Dique 3, M 1000, M Bosque y Punto Blanco (Figura 1).





**Tabla 1.** Coordenadas y altitud de los subpuntos de cada sitio de estudio, continuación...

<u>Punto</u>	<u>Subpuntos</u>	<u>Código</u>	<u>Zona</u>	<u>Coordenadas</u>		<u>Altitud</u>	
				X	Y	(m s.n.m.)	
<b>P3</b>	<b>M 1000</b>	Arena	A	17 M	825186	9839331	1147
		sombra	S		825184	9839299	1163
		cantos rodados	CR		825187	9839312	1153
		corriente en medio de piedras	CP		825199	9839333	1194
		Orilla	O		825174	9839293	1173
	<b>M Bosque</b>	Arena	A		825314	9839588	1196
		sombra	S		825297	9839565	1187
		cantos rodados	CR		825323	9839594	1165
		corriente en medio de piedras	CP		825320	9839593	1164
		Orilla	O		825313	9839586	1195
<b>PB</b>	<b>Punto Blanco</b>	Arena	A	825470	9839657	1231	
		sombra	S	825494	9839664	1230	
		cantos rodados	CR	825523	9839649	1229	
		corriente en medio de piedras	CP	825492	9839667	1230	
		Orilla	O	825519	9839600	1227	

## 2.3. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

### 2.3.1. COLECCIÓN

Los MIA fueron recolectados con la red Surber, que consta de dos marcos cuadrados metálicos de 30 cm de lado, manga cónica de 75 cm de profundidad y ojo de malla de 300  $\mu$ m de abertura (González G., Ramírez, Meza S., y Dias, 2012). Esta red se colocó en los diferentes subpuntos, mostrados en la Tabla 1, removiendo el lecho de río, durante un tiempo de 3 min por colecta. Esto se realizó de forma manual, una vez por mes y por un período de seis meses consecutivos. Luego se colectaron todos los organismos presentes en la red con una pinza metálica y con la ayuda de un recipiente contenedor.

### 2.3.2. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

Las muestras obtenidas se preservaron con etanol al 96% conjuntamente con 3 gotas de glicerina para evitar el endurecimiento de las estructuras (Del C. Guinard, Johana; Ríos, Tomás; Bernal Vega, 2013; Londoño, Suarez, y

Moreno, 2017). Luego se transportaron en fundas de sello hermético ziploc, siendo cada una rotulada correspondientemente con los datos del punto y subpunto de muestreo.

### **2.3.3. LIMPIEZA DE MUESTRAS RECOLECTADAS**

La limpieza de las muestras recolectadas se realizó una por una, utilizando una bandeja de hierro enlazado de color blanco (Londoño et al., 2017; Roldán Pérez, 1996), donde se procedió a vaciar todo el contenido recolectado en la funda ziploc.

Para mayor facilidad de visualización de los MIA, se colocó una lámpara cerca de la bandeja y en dicha bandeja se puso un poco de agua para que, por flotación de los organismos, poder recogerlos mediante una pinza metálica y colocarlos en un tubo de ensayo lleno de alcohol al 96%, etiquetado debidamente por punto y subpunto.

Luego, se procedió a separar los organismos que se encontraban adheridos a hojarasca, vegetación acuática, piedras o ramas utilizando una lupa para revisar sustrato por sustrato recolectado y recoger con la pinza los MIA encontrados. Finalmente, separando estos sustratos de la bandeja nos ayudamos con una aguja de disección, misma que fue utilizada para remover el contenido dentro de la bandeja y poder recoger los MIA faltantes, repitiendo este paso una y otra vez hasta haber recogido todos los organismos inmersos en el líquido.

### **2.3.4. IDENTIFICACIÓN**

El trabajo de laboratorio se desarrolló en el Departamento de Biología de la Escuela Politécnica Nacional. La identificación taxonómica de los MIA se realizó hasta el nivel de familia, utilizando para este efecto un estéreo-microscopio Kruss modelo MSZ5000 trinocular con cámara Pixel Fox de 5 mpx. Los organismos fueron colocados en una caja Petri con alcohol al 96% para su análisis y evitar su desecación.

Para proceder a identificar los macroinvertebrados acuáticos, se usó libros y guías como: Encalada (2011), Huamantínco (2010), Merritt (2008), Morse (2012), Muñoz (2000), Oliveira (2005), Posada (2003), Roldán (1996) y Torres (2015).

Finalmente, los organismos identificados fueron colocados en tubos de ensayo llenos de alcohol al 96%, debidamente etiquetados por familia, punto y mes de recolección.

### 2.3.5. MÉTRICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

Moreno (2001) menciona que el componente diversidad beta ( $\beta$ ) es el grado de cambio o reemplazo en la composición de familias o especies entre diferentes comunidades en un paisaje, por lo que dentro de este trabajo el término beta ( $\beta$ ) fue utilizado para comparar la composición del número de familias encontradas en cada punto de muestreo durante el período de estudio establecido.

#### 2.3.5.1. DIVERSIDAD $\beta$

Para el análisis de diversidad  $\beta$  se consideró las definiciones de Azpiroz et al. (2007) y Moreno (2001):

- **Riqueza (S):** es la cuantificación del número total de familias obtenidas en cada punto de muestreo.
- **Abundancia (N):** es el número total de individuos registrados por familia presentes en cada punto de muestreo.
- **Abundancia Relativa (AR):** es el porcentaje de individuos de cada familia en relación al total de individuos que integran la comunidad.

#### 2.3.5.2. ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)






Éste índice evalúa las características del hábitat fluvial que más influyen en la comunidad de macroinvertebrados, es decir, el grado de inclusión de los sustratos, frecuencia de rápidos, composición de sustrato, regímenes de velocidad/ profundidad, caudal, porcentaje de sombra en el cauce, presencia de elementos de heterogeneidad y presencia de macrófitas (Tabla 5) (Tabla 6) (Acosta, Reos, Rieradevall, y Prat, 2009; Ministerio del Ambiente e Instituto Nacional de Biodiversidad, 2015). Es así, que al realizar la sumatoria de las puntuaciones dadas a cada categoría (Tabla 6), se conoce el estado de calidad del hábitat fluvial, por lo tanto, si da como resultado final 75 o superior a este valor, indicará que posee una muy buena calidad de hábitat fluvial, en cambio, si la sumatoria de dichas categorías se encuentran por debajo de 40, indicará seria limitación de calidad de hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa (Acosta et al., 2009).

### 2.3.5.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR)

Éste considera el grado de cubierta, estructura y calidad de las comunidades herbáceas y arbóreas de ribera altoandinas, así como la naturalidad del cauce fluvial (Acosta et al., 2009).

Para conocer el nivel de calidad que posee el bosque de ribera, se realiza una sumatoria de las puntuaciones dadas a cada categoría, según los puntajes establecidos en la Tabla 7, donde Acosta et al. (2009) menciona que el resultado final de dicha sumatoria da a conocer el nivel de calidad de conservación que posee la vegetación de ribera a través de rangos ya establecidos como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera

<b>Nivel de Calidad</b>	<b>QBR</b>	<b>Color</b>
<i>Vegetación de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural</i>	≥ 96	
<i>Vegetación ligeramente perturbado, calidad buena</i>	76 - 95	
<i>Inicio de alteración importante, calidad Intermedia</i>	51 - 75	
<i>Alteración fuerte, mala calidad</i>	26 - 50	
<i>Degradación extrema, calidad pésima</i>	≤ 25	

\* (Acosta et al., 2009)

Es necesario indicar que estos índices alcanzan un puntaje máximo de 100 en estaciones con alta calidad de hábitat fluvial y de conservación de ribera respectivamente.

### 2.3.5.4. BIOLOGICAL MONITORING PARTY DE COLOMBIA (BMWP/COL)

Éste método fue implementado y adaptado en Colombia en los años setenta como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua a través de macroinvertebrados, mismos que son utilizados como bioindicadores. (Roldán, 2016).

Para éste método solo se requiere llegar hasta nivel de familia de macroinvertebrados y los datos son cualitativos dando puntajes que va desde 1 a 10 de acuerdo al nivel de sensibilidad a la contaminación como se muestra en el Anexo 1 (Nugra, Segovia, Benitez, y Reinoso, 2016; Roldán, 2016).

Una vez establecidas las puntuaciones de cada familia, se procedió a sumar los valores de las familias presentes en cada punto de muestreo. Según Nugra et al. (2016) se establecieron rangos que permitan evaluar la calidad de agua como se muestra en el Anexo 2.

A través del estudio fisicoquímico y biológico (Tabla 3) que realizaron Matthias y Moreno (1983) en el río Medellín, donde Roldán también realizó su trabajo investigativo del índice BMWP/Col, se puede tener una referencia de los parámetros para las puntuaciones dadas por Roldán, teniendo las más altas puntuaciones, aquellos que se encuentran en una mayor calidad de agua.

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos con sus valores mínimo y máximo en el río Medellín

<i>Variables Fisicoquímicos</i>		<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>T ambiente</i>	°C	22.4	34.0
<i>T agua</i>	°C	15.7	24.2
<i>pH</i>		6.7	7.4
<i>Conductividad</i>	mohs/cm	47.2	348.3
<i>O. D.</i>	mg/l	0.2	8.0
<i>DBO<sub>5</sub></i>	mg/l	1.1	104
<i>Nitrito</i>	mg/l	0.01	0.54
<i>Nitrato</i>	mg/l	0.13	4.8
<i>Fosfato</i>	mg/l	0.05	2.1
<i>Turbiedad</i>	UNT	1.00	71.2
<i>Coliformes Totales</i>	NMP/100 ml	9.20E+4	1.60E+6
<i>Coliformes Fecales</i>	NMP/100 ml	9.30E+2	1.60E+6

\* (González, Caicedo, y Aguirre, 2013; Matthias y Moreno, 1983)

Según Fernández y Díaz (2014), las características de las valoraciones dentro de las clases de este índice de calidad son:

- Clase I, Aguas muy limpias a limpias: aguas aparentemente no contaminadas, no hay afectación detectable en la fauna y es de consumo humano.
- Clase II, Aguas ligeramente contaminadas: existe poca afectación por contaminación orgánica.
- Clase III, Aguas moderadamente contaminadas: caracteriza a ecosistemas que se encuentran perturbados pero cuyas aguas tienen fauna diversificada.

- Clase IV y V, Aguas muy contaminadas y fuertemente contaminadas: caracterizan a ecosistemas acuáticos que pueden albergar poca o nada de fauna.

### 2.3.5.5. ÍNDICE EPT

Este indicador corresponde a la suma total de los taxa Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera, que tienen una alta sensibilidad en los ecosistemas acuáticos ante contaminantes (Carrera y Fierro, 2001). Luego de esta suma se realiza el cálculo del porcentaje de EPT con la siguiente ecuación 1.

$$\% \text{ EPT} = \frac{\text{EPT total}}{\text{Abundancia total}} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

- **EPT total:** es el número de taxa de los tres órdenes presentes en el estudio.
- **Abundancia total:** es el número total de individuos encontrados durante el período de investigación.

El porcentaje obtenido de la calidad de agua en el área de muestreo, fue comparado con los criterios ya establecidos (Tabla 4).

**Tabla 4.** Criterio de calidad de agua según índice EPT

%	<b>Criterio</b>
75 – 100	Muy Buena
50 – 74	Buena
25 – 49	Regular
0 – 24	Mala

\* (Carrera y Fierro, 2001)

Finalmente, se compararon los valores  $\beta$  obtenidos entre BMWP y EPT para conocimiento del estado actual del agua.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. RESULTADOS**

#### **3.1.1. ANÁLISIS DE MIA PARA TODO EL PERÍODO DE ESTUDIO**

El análisis de la diversidad  $\beta$  verificada en el cuerpo de agua estudiado, nos permite entender el estado general de la fauna macro bentónica sometida a las variables estudiadas y registradas en el área de estudio durante el período de registro de datos.

##### **3.1.1.1. Riqueza $\beta$**

La riqueza dentro del P1 durante todo el período de estudio fue bastante semejante entre sí, a excepción de junio que expresó una pequeña variación. El punto P2 tuvo igual comportamiento en el incremento de la riqueza de MIA, que es visible entre los meses julio, agosto y septiembre, probablemente porque en estos meses hubo una mayor cantidad de precipitaciones, para los meses de julio, septiembre y agosto. Obsérvese la Figura 2.

En cambio, para los puntos P3 y P4 se observó una similitud entre los meses de mayo, septiembre y octubre probablemente debido a que en esos meses el río se encontraba con bajo caudal y con poco sustrato para los subpuntos de muestreo. Para el resto del período, el punto P4 tuvo una leve diferencia en la obtención de riqueza de familias, posiblemente debido a que hubo un remplazo permanente de los nichos de los organismos que por metamorfosis abandonan el agua o por una posible influencia de las variaciones del caudal sobre la presencia o registro de estos organismos.

Para el punto PB se pudo observar que la riqueza encontrada en todo el período de muestreo fue muy similar entre sí.

La variación de riqueza de familias de MIA evidenciada en el período y área de muestreo no es muy marcada, probablemente porque los ciclos de vida de los organismos identificados sufren transiciones mucho más dilatadas en el tiempo de tal manera que no llegan a sentirse significativamente (Figura 2).



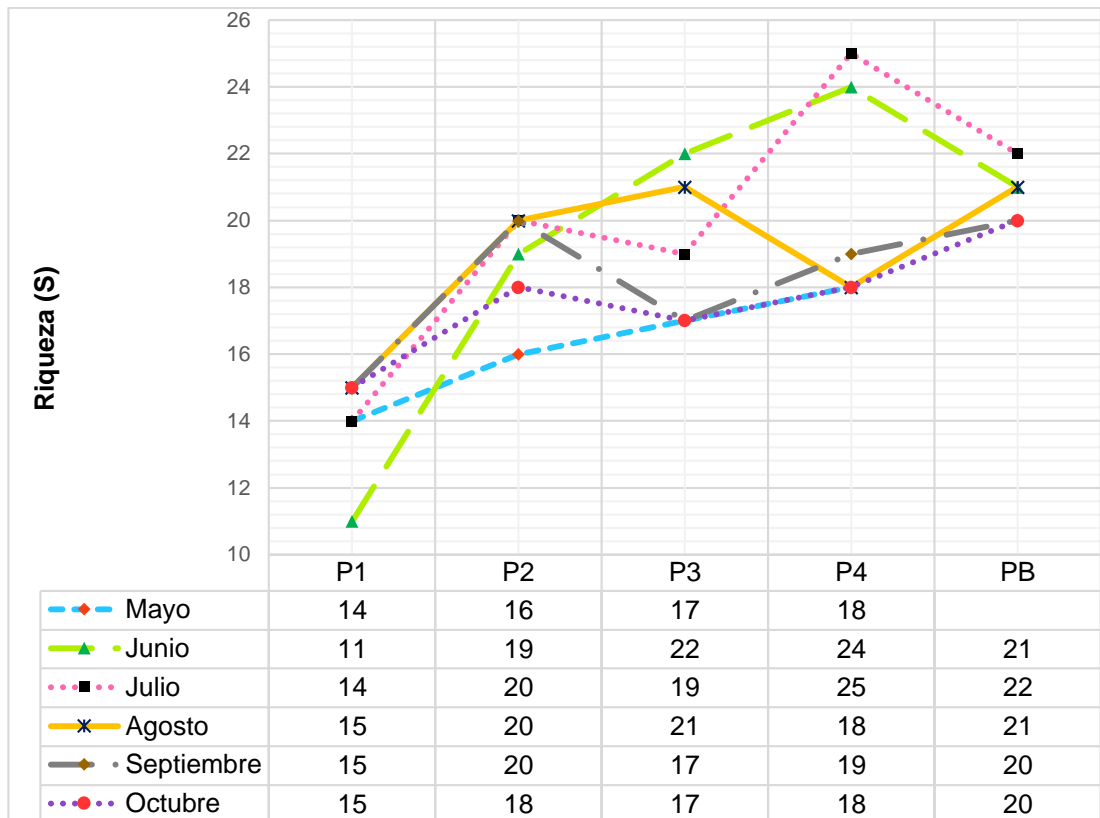


Figura 2. Riqueza  $\beta$

### 3.1.1.2. Abundancia $\beta$

En general, el río Pindo Grande presenta poblaciones estables de la mayoría de organismos acuáticos. En mayo se registraron a las familias Leptohiphidae y Psephenidae como las más abundantes, totalizando 292 y 120 individuos, respectivamente. Mientras que en los meses de junio, julio y octubre las familias que predominaron fueron: Leptohiphidae y Chironomidae, con abundancias de 150 - 143, 275 - 339 y 255 - 128, respectivamente.

En el mes de agosto las familias con mayor abundancia fueron las familias Leptohiphidae, con un total de 517 organismos y 206 para la familia Helicopsychidae. En cambio, para el mes de septiembre, se halló más abundancia en las familias Leptohiphidae y Elmidae, con una abundancia de 418 y 256 organismos, respectivamente.

Es así que las familias más abundantes dentro del período de estudio fueron: familia Leptohiphidae, con una abundancia total de 1907 organismos y familia Chironomidae con un total de 1066 organismos.

Por otro lado, también existieron familias poco abundantes como Blattidae, Sphaeroceridae, Saldidae, Cercophidae, Corixidae, Aeshnidae, Gomphidae y Polythoridae, con valores inferiores a 3 individuos.

La Figura 3, permite visualizar un mapa total del comportamiento de la riqueza y abundancia del río Pindo Grande, durante todo el período de estudio.

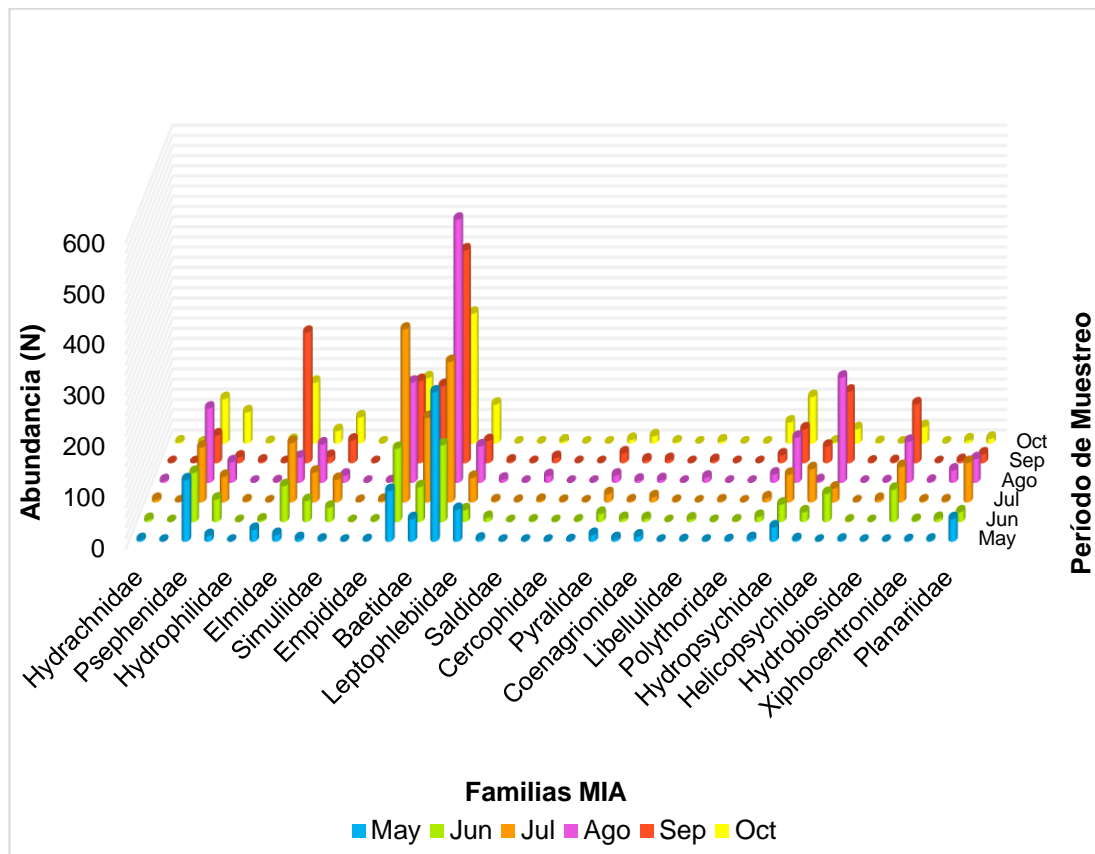


Figura 3. Abundancia  $\beta$

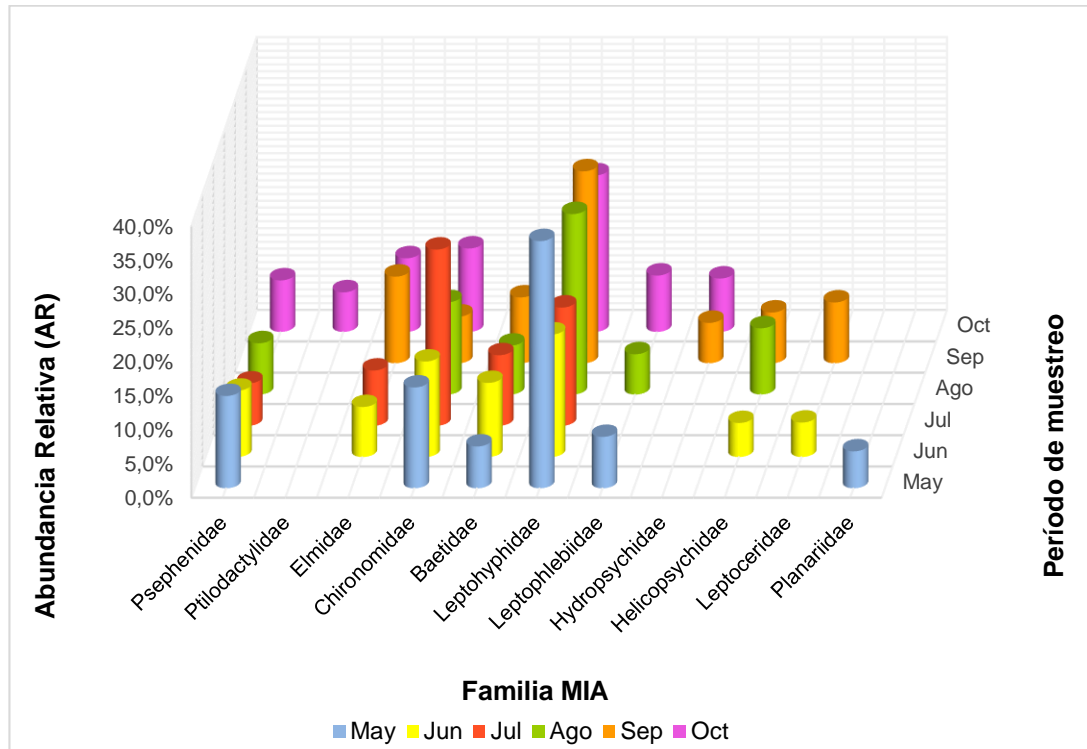
### 3.1.1.3. Abundancia Relativa $\beta$

En el período de estudio que se realizó, se pudo observar que las familias con un porcentaje mayor al 5% de conformación en las comunidades cada mes, fueron once familias identificadas, siendo las más relevantes Leptohyphidae y Chironomidae, indistintamente en cada mes.

En cambio, las familias menos abundantes de la comunidad que poseían valores inferiores al 5% fueron Hydrachnidae, Blattidae, Hydrophilidae, Staphylinidae, Tipulidae, Simuliidae, Sphaeroceridae, Empididae, Veliidae, Saldidae, Naucoridae, Cercophidae, Corixidae, Pyralidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Aeshnidae, Libellulidae, Gomphidae, Polythoridae, Perlidae,

Hydroptilidae, Glossosomatidae, Hydrobiosidae, Xiphocentronidae y Philopotamidae.

En la Figura 4, se visualizan las once familias más abundantes relativamente.



**Figura 4.** Abundancia Relativa  $\beta$

**Nota:** Las familias que no se muestran en este gráfico poseen valores  $< 5\%$

#### 3.1.1.4. IHF $\beta$

Mediante los datos de los parámetros físicos obtenidos en el río Pindo Grande, mismos que se pueden apreciar en la Tabla 5, se analizó el índice IHF.

**Tabla 5.** Parámetros Físicos del río Pindo Grande

<b>PARÁMETROS</b>		<b>Profundidad (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	
<b>PERÍODO DE ESTUDIO</b>	<b>Mayo</b>	<b>P1</b>	0,42	10,95	0,47	3,10
		<b>P2</b>	0,40	7,89	0,40	1,53
		<b>P3</b>	0,38	6,16	0,51	1,45
		<b>P4</b>	0,34	5,93	0,52	1,19
	<b>Junio</b>	<b>P1</b>	0,49	13,30	0,52	3,39
		<b>P2</b>	0,56	7,70	0,38	1,64
		<b>P3</b>	0,53	6,50	0,55	1,89
		<b>P4</b>	0,40	5,49	0,57	1,25
		<b>PB</b>	0,50	7,10	0,51	1,77
	<b>Julio</b>	<b>P1</b>	0,56	13,35	0,54	4,01
		<b>P2</b>	0,35	7,70	0,40	1,06
		<b>P3</b>	0,37	3,55	0,59	0,78
		<b>P4</b>	0,28	4,95	0,60	0,83
		<b>PB</b>	0,39	7,00	0,53	1,45
	<b>Agosto</b>	<b>P1</b>	0,66	14,49	0,77	7,36
		<b>P2</b>	0,64	8,64	0,73	4,03
		<b>P3</b>	0,61	7,64	0,83	3,87
		<b>P4</b>	0,51	6,63	0,85	2,87
		<b>PB</b>	0,61	7,39	0,79	3,55
	<b>Septiembre</b>	<b>P1</b>	0,21	7,00	0,29	0,43
<b>P2</b>		0,25	7,70	0,27	0,52	
<b>P3</b>		0,20	6,50	0,33	0,43	
<b>P4</b>		0,27	6,28	0,34	0,58	
<b>PB</b>		0,23	6,87	0,31	0,49	
<b>Octubre</b>	<b>P1</b>	0,18	6,60	0,25	0,30	
	<b>P2</b>	0,22	7,70	0,25	0,41	
	<b>P3</b>	0,17	6,60	0,25	0,28	
	<b>P4</b>	0,25	6,30	0,25	0,40	
	<b>PB</b>	0,28	6,90	0,25	0,47	

Al evaluar las características del hábitat fluvial, se obtuvo que el punto P1 dentro del período de estudio, tuvo una limitación en la calidad de hábitat fluvial de un total de entre 28 y 33, valores que impiden el buen desarrollo de una comunidad bentónica diversa; pero conforme se fue avanzando río arriba a los puntos de muestreo (P2 - PB), también fue aumentando la calidad del hábitat fluvial como se puede apreciar en la Tabla 6.

**Tabla 6. Matriz de Evaluación del Índice de Hábitat Fluvial**

ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL			MESES DE SALIDAS DE CAMPO																													
Bloques	Puntajes	Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					
		P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	
<b>1. Inclusión rápidos</b>																																
	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%	10		10	10	10																										
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%	5	5								5																					
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%	0																														
	<b>TOTAL</b>		5	10	10	10	0				5	10	10	10	10							5	10	10	10	10						
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>																																
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10			10	10																										
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	8	8							8	8			8							8	8	8		8						
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6																														
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura del río > 25	4																														
	Solo pozas	2																														
	<b>TOTAL</b>		8	8	10	10	0				8	8	10	10	8							8	8	8	10	8						
<b>3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</b>																																
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	2								2											2										
	> 10%	5		5	5	5						5	5	5	5								5	5	5	5						
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	2								2	2										2	2									
	> 10%	5		5	5	5							5	5	5								5	5	5	5						
% Arena	1 - 10%	2																				2	2	2	2	2						
	> 10%	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5								5	5	5	5						
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	2	2							2	2										2	2									
	> 10%	5			5	5							5	5	5									5	5	5						
	<b>TOTAL</b>		11	17	20	20	0				11	14	20	20	20							12	17	20	20	20						
<b>4. Régimenes de velocidad / profundidad</b>																																
somero: < 0,5 m	4 categorías: Lento - profundo, lento - somero, rápido - profundo y rápido - somero.	10																														
	Sólo 3 de las 4 categorías	8		8	8	8						8	8	8	8																	
lento: < 0,3 m/s	Sólo 2 de las 4 categorías	6	6								6																					
	Sólo 1 de las 4 categorías	4																				4	6	6		4	4					
	<b>TOTAL</b>		6	8	8	8	0				6	8	8	8	8							4	6	6	4	4						
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>																																
	Sombreado con ventanas	10																														
	Totalmente en sombra	7																														
	Grandes claros	5		5	5	5						5	5	5	5								5	5	5	5						
	Expuesto	3	3								3											3										
	<b>TOTAL</b>		3	5	5	5	0				3	5	5	5	5							3	5	5	5	5						
<b>6. Elementos heterogeneidad ( si hay ausencia de la hojarasca el valor debe ser 0 pts)</b>																																
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4		4	4							4	4	4									4	4	4							
	< 10% ó > 75%	2	2								2											2	2	2	2							
	Presencia de troncos y ramas	2	2	2							2	2	2	2								2	2	2	2							
	Raíces expuestas	2																														
	Diques naturales	2	2	2	2						2	2	2	2								2	2	2	2							
	<b>TOTAL</b>		0	6	8	8	0				0	6	8	8	8							0	6	6	6	6						
<b>7. Cobertura de vegetación acuática(en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</b>																																
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10																														
	< 10% ó > 50%	5		5	5							5	5	5									5	5	5							
	Ausencia absoluta	0	0	0							0	0										0	0	0		5	5					
% Pecton	10 - 50%	10			10																											
	< 10% ó > 50%	5		5									5	5	5								5	5	5	5						
	Ausencia absoluta	0	0	0							0	0										0	0	0	0	0						
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10																														
	< 10% ó > 50%	5																														
	Ausencia absoluta	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0							0	0	0	0	0						
	<b>TOTAL</b>		0	0	10	15					0	0	10	15	15							0	0	5	5	5						
<b>Puntuación Final (IHF: IC + FR + CS + RVP + PSC + EH + CVA)</b>			<b>33</b>	<b>54</b>	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>0</b>				<b>33</b>	<b>51</b>	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>74</b>							<b>33</b>	<b>51</b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>69</b>						
			<b>32</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>58</b>				<b>28</b>	<b>49</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>64</b>							<b>30</b>	<b>49</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>64</b>						

#### **3.1.1.5. QBR $\beta$**

Los puntos P1 y P2, obtuvieron valores de 15 y 45, reflejando una calidad pésima y mala, respectivamente, atribuible al estado de conservación de la cobertura vegetal. Sin embargo, los restantes puntos describieron ambientes mayormente conservados, teniendo valores de 85 y 100. Este resultado de la evaluación al bosque de ribera, no tuvo ninguna variación en todo el período de estudio como se puede observar en la Tabla 7.

**Tabla 7. Matriz de Evaluación del Índice de Calidad de Bosque de Ribera**

ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA		MESES DE SALIDAS DE CAMPO																													
Bloques	Puntaje	Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre				
		P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB
<b>1. Grado de cubierta de la zona de ribera</b>																															
> 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)	25	25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25				
50 - 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera	10																														
10 - 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera	5	5					5					5					5					5					5				
< 10% de cubierta vegetal de la zona de ribera	0	0					0					0					0					0					0				
si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	+10																														
si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%	+5																														
si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%	-5																														
si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%	-10																														
<b>TOTAL</b>		0	5	25	25	0	0	5	25	25	25	0	5	25	25	25	0	5	25	25	25	0	5	25	25	25	0	5	25	25	25
<b>2. Estructura de la cubierta ( se contabiliza toda la zona de ribera)</b>																															
recubrimiento de árboles superior al 75%	25	25					25 25					25 25					25 25					25 25					25 25				
recubrimiento de árboles entre 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%	10	10					10					10					10					10					10				
recubrimiento de árboles inferior al 50% y en el resto de la cubierta los arbustos entre 10 y 25%	5	5					5					5					5					5					5				
sin árboles y arbustos por debajo del 10%	0	0					0					0					0					0					0				
si en la orilla de la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%	+10																														
si en la orilla de la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50%	+5																														
si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque	+5																														
si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50%	-5																														
si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad	-5																														
si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%	-10																														
<b>TOTAL</b>		0	5	10	25	0	0	5	10	25	25	0	5	10	25	25	0	5	10	25	25	0	5	10	25	25	0	5	10	25	25
<b>3. Calidad de la cubierta</b>																															
todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	10																														
26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas	5																														
más de 51% de los árboles de ribera son especies introducidas	0																														
> 75% de los arbustos son especies autóctonas	+10																														
51 - 75% o más de los arbustos son de especies autóctonas	+5																														
26 - 50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas	-5																														
menos del 25% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas	-10																														
<b>TOTAL</b>		25	25	25	25	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>4. Grado de naturadidad del canal fluvial</b>																															
el canal del río no ha estado modificado	25	25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25					25 25 25				
modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	10	10					10					10					10					10					10				
signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	5																														
río canalizado en la totalidad del tramo	0																														
si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	-10																														
si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río	-10	-10					-10					-10					-10					-10					-10				
si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes	-5																														
si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	-10																														
<b>TOTAL</b>		-10	10	25	25	0	-10	10	25	25	25	-10	10	25	25	25	-10	10	25	25	25	-10	10	25	25	25	-10	10	25	25	25
<b>Puntuación Final (QBR: GC + EC + CC + GN)</b>		15	45	85	100	0	15	45	85	100	100	15	45	85	100	100	15	45	85	100	100	15	45	85	100	100	15	45	85	100	100



### 3.1.1.6. BMWP $\beta$

Analizando el comportamiento de los valores del índice BMWP (Tabla 8), dentro del período y área de muestreo, se obtuvo que el P1 tiene una calidad aceptable en los dos primeros meses y el resto de período cuenta con una buena calidad de agua.

Mientras que en los puntos P2, P3, P4 y PB su calidad de agua es buena en todo el período de estudio.

Tabla 8. BMWP  $\beta$

Período de Muestreo	P1	P2	P3	P4	PB
Mayo	90	109	123	129	
Junio	76	136	154	170	153
Julio	101	142	133	166	156
Agosto	105	140	149	128	146
Septiembre	114	142	127	134	131
Octubre	102	125	119	123	142

En la Figura 5 se puede observar que existen declives mínimos de punto a punto, probablemente debido a que algunos MIA cumplieron otra fase en su ciclo morfológico y por ello no fueron encontrados en dichos puntos. Pero durante todo el período de estudio se puede apreciar en la Figura 5 que existen valores por encima de 70, mismos que reflejan una calidad de clase II, es decir, una calidad de agua aceptable (Anexo 2).

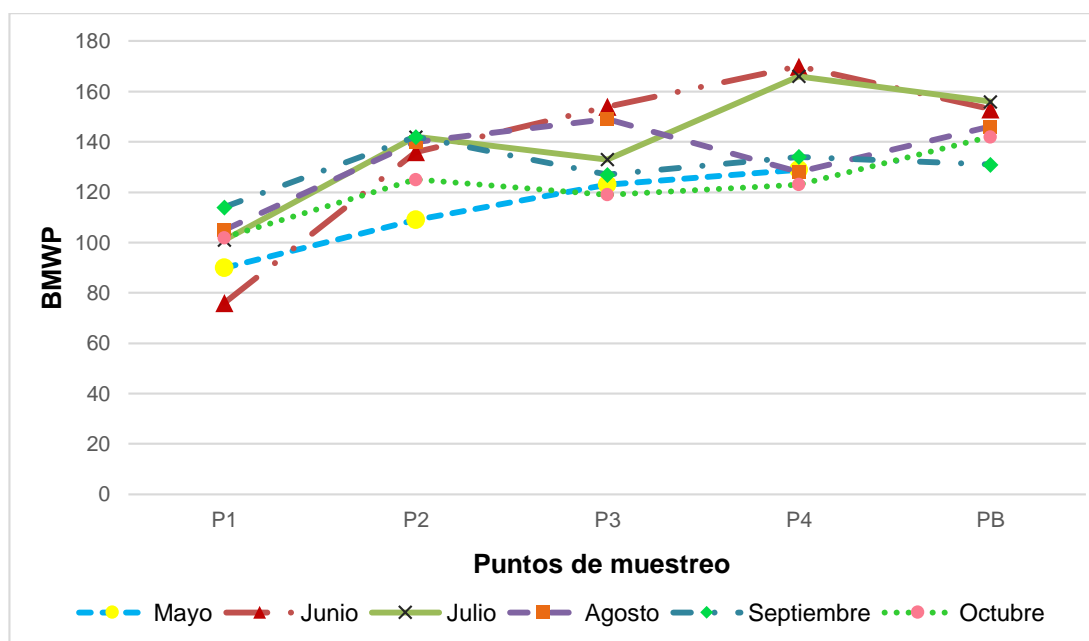


Figura 5. BMWP  $\beta$

### 3.1.1.7. EPT $\beta$

Mediante el índice EPT reflejado en la Figura 6, indica que la calidad de agua en el mes de julio, en el punto P1 fue de mala calidad, mientras que, en los meses de junio, julio, agosto y octubre, indistintamente los puntos P1, P3, P4 y PB, tuvieron una calidad de agua regular.

En cambio, dentro del área y período de estudio se obtuvo indistintamente una buena calidad de agua, llegando a sobresalir en este tipo de calidad el punto P2 durante todo el período.

Por último, en el mes de septiembre, el punto P1 tuvo una muy buena calidad de agua según los EPT hallados.

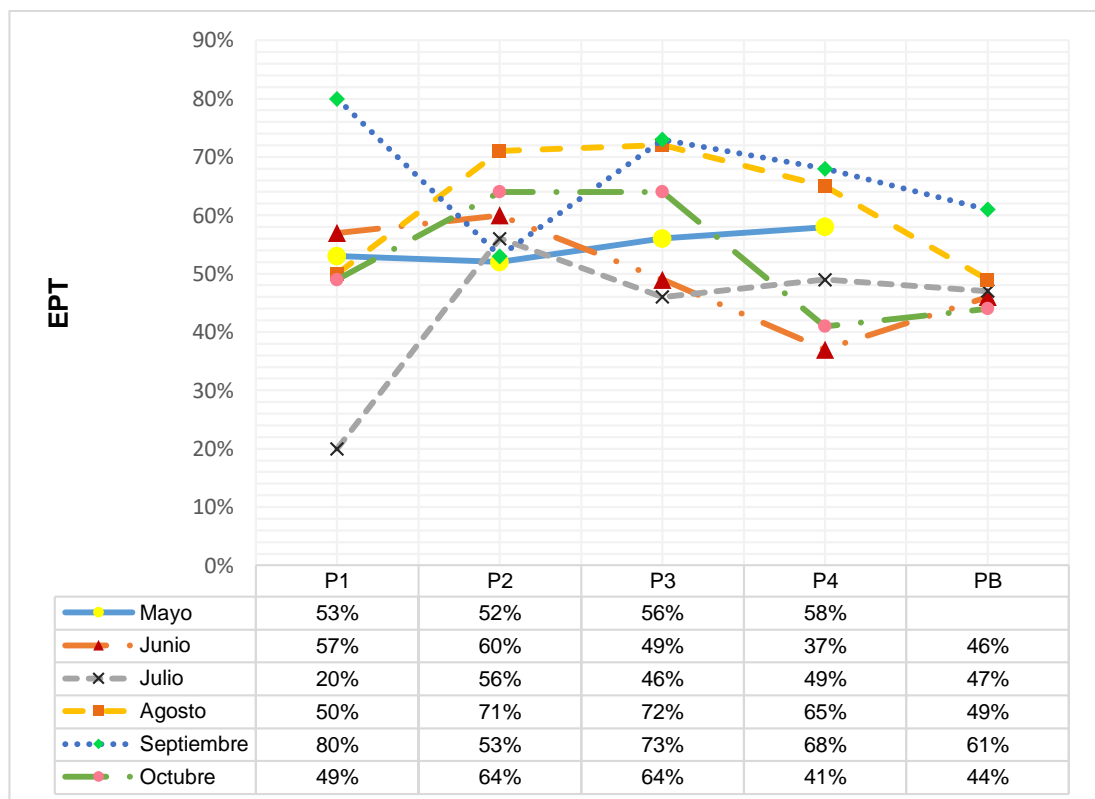


Figura 6. EPT  $\beta$

### **Comparación entre índices BMWP y EPT:**

Comparando entre estos índices, se obtiene que existen diferencias de calidad de agua en los puntos P4 y PB, siendo estos puntos vistos anteriormente que no tienen intervención humana y su calidad de bosque de ribera y fluvial es buena a diferencia del resto, pero probablemente pudo existir esta variación entre EPT y BMWP porque en el período de estudio las precipitaciones fueron muy fuertes entre los meses de junio y agosto hasta el punto de que los sustratos estén casi libres de MIA. En cambio, entre los meses de septiembre y octubre, el río se encontró con menor caudal, aunque una semana antes de la toma de muestras en el río Pindo Grande, el guía de la Estación Biológica Pindo Mirador informó que el río había crecido bastante, produciendo tal vez el mismo efecto que los meses con mayores precipitaciones, es decir, con mayor caudal.

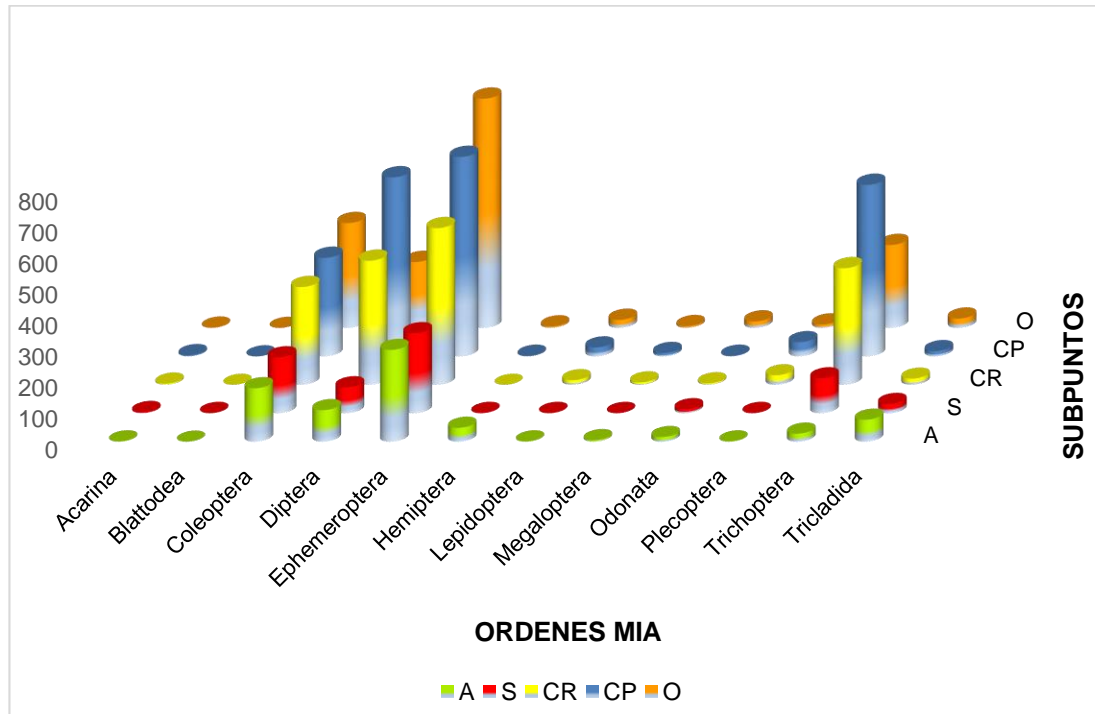
### **3.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LOS MIA REGISTRADOS**

A lo largo de seis meses de muestreo en los 5 puntos de estudio, se capturaron un total de 7726 macroinvertebrados acuáticos (Tabla 9), encontrándose distribuidos en 3 clases, 12 órdenes y 37 familias.

Tabla 9. Matriz de Macroinvertebrados Identificados

SALIDAS - COLECCIÓN MACROINVERTEBRADOS			Mayo				Junio					Julio					Agosto					Septiembre					Octubre					# TOTAL INDIVIDUOS * FAMILIA	# TOTAL INDIVIDUOS * ORDEN
			P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB	P1	P2	P3	P4	PB		
Clase	Orden	Familia	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL		
Arachnoidea	Acarina	Hydrachnidae	1	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	1	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	17	17	
Insecta	Blattodea	Blattidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
	Coleoptera	Psephenidae	4	36	30	50	3	12	19	31	31	1	11	14	50	31	2	20	44	48	31	0	4	17	17	16	4	18	19	19	27	609	
		Ptilodactylidae	0	0	2	9	0	0	4	18	22	2	2	3	28	15	3	4	6	7	20	0	5	4	2	0	3	3	22	30	3	217	
		Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	6	6	
		Staphylinidae	1	22	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	32	32	
		Elmidae	3	3	3	4	4	2	15	38	11	2	12	41	30	31	5	5	13	12	14	4	128	15	31	78	19	37	7	13	43	623	
	Diptera	Tipulidae	1	0	2	2	0	0	2	2	37	2	8	0	2	46	4	22	3	10	36	0	2	0	1	9	1	1	8	8	6	215	
		Simuliidae	0	0	2	0	5	14	2	3	4	21	18	1	4	0	3	0	3	3	5	2	9	6	16	11	0	10	0	21	20	183	
		Sphaeroceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
		Empididae	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0	11	
	Chironomidae	Chironomidae	35	31	15	18	9	6	23	41	64	95	46	34	50	114	22	54	31	27	62	0	119	14	18	10	23	24	9	33	39	1066	
		Baetidae	10	6	12	16	15	11	20	2	20	10	34	25	32	64	8	37	27	28	20	5	39	33	31	43	1	17	7	10	14	597	
		Leptohyphidae	41	104	56	91	13	26	28	31	52	11	65	42	63	94	15	168	207	65	62	30	166	90	60	72	33	100	40	32	50	1907	
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4	16	23	19	0	8	3	5	7	0	11	6	25	6	14	10	27	13	7	2	8	21	6	6	19	15	32	8	2	323	
		Hemiptera	Veliidae	0	0	2	2	0	0	2	2	4	0	1	0	0	1	0	1	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	23	23
	Saldidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	Naucoridae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	13	0	0	0	3	0	0	2	5	2	0	0	0	2	31	
	Cercophidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	Corixidae		0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Lepidoptera	Pyralidae	0	12	0	1	0	5	7	3	1	0	1	0	3	12	0	10	1	2	1	0	10	2	3	4	0	3	0	2	2	85	
	Megaloptera	Corydalidae	2	3	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	2	0	0	1	7	1	3	2	1	36	
	Odonata	Coenagrionidae	0	3	3	4	0	0	1	3	2	0	0	3	2	5	0	0	3	0	2	1	0	4	1	0	1	0	0	0	1	39	
		Aeshnidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
		Libellulidae	0	0	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	2	0	0	2	0	0	0	0	1	3	24	
		Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Polythoridae	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Plecoptera	Perlidae	1	0	2	2	2	1	1	3	3	1	4	1	2	0	0	7	5	2	2	1	6	3	1	4	4	13	16	3	5	95		
Trichoptera	Hydropsychidae	2	7	5	14	2	1	10	6	15	3	2	6	18	25	1	6	33	30	18	12	15	11	11	17	2	21	21	30	17	361		
	Hydroptilidae	0	3	0	0	0	0	9	2	3	5	1	15	4	8	37	0	3	0	0	0	19	1	9	3	0	0	0	0	2	124		
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	7	12	12	24	0	9	1	10	7	0	103	17	59	27	0	48	1	68	23	0	16	2	1	9	456		
	Glossosomatidae	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5		
	Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8		
	Leptoceridae	0	0	0	0	0	4	6	24	29	4	5	2	15	43	3	7	9	23	38	14	17	10	16	58	0	7	3	8	14	359		
	Xiphocentronidae	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7		
	Philopotamidae	0	1	0	1	0	1	0	1	4	1	0	0	0	1	2	0	3	15	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	44		
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	3	14	18	9	1	1	5	2	10	1	15	3	7	51	1	7	16	12	10	0	6	2	3	6	1	2	1	5	0	212	
<b># TOTAL MIA x PUNTO DE MUESTREO</b>			109	263	178	245	56	115	168	237	348	155	263	191	360	591	86	482	456	359	368	84	607	235	298	371	121	295	197	227	261	7726	

A continuación, se detallan algunas características de la morfología y hábitat que presentan los diferentes órdenes MIA encontrados en los subpuntos A (arena), S (sombra), CR (cantos rodados), CP (corriente en medio de piedras) y O (orilla) dentro del área de muestreo como se refleja en la Figura 7:



**Figura 7.** Distribución de los MIA por tipo de sustrato

❖ El orden Acarina, perteneciente a la clase Arachnoidea, habitan en arroyos, lagos, pantanos, aguas termales y zonas de salpique de cascadas (Roldán, 1996), mismos que fueron encontrados en mayores cantidades dentro de este estudio en los subpuntos de sombra, cantos rodados y corriente en medio de piedras. Taxonómicamente están constituidos por dos ojos pigmentados, posee un cuerpo blando en forma globular con una coloración entre roja, verde, amarilla, azul o pardo) y un tamaño entre 0.4 y 3.0 mm (Roldán, 1996). Morfológicamente se encuentran acondicionados para poder vivir en estos sitios, siendo estos organismos no indicadores de un tipo particular de agua.

❖ En cambio, en la clase Insecta se encontró 10 órdenes, entre ellos el orden Blattodea. Éste orden habita en todo lugar, pero usualmente se encuentra en sitios contaminados, mismo que fue hallado en el subpunto de sombra. Taxonómicamente posee en la cabeza dos antenas largas y filiformes y en ella dos ojos compuestos y un aparato bucal masticador. La cabeza se encuentra dorsalmente cubierta por el pronoto, su tórax cuenta con 3 segmentos y su abdomen con 10. También tiene un par de patas delgadas y espinosas (Arevalo, 2012).

❖ El orden Coleoptera habita en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, embalses y represas, donde existan aguas limpias, oxígeno alto, agua clara y temperatura media, hallándose en troncos, hojas en descomposición, grava, piedras, arena y vegetación sumergente y emergente (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de cantos rodados, corriente en medio de piedras y orilla.

En este orden la mayoría de familias son indicadores de aguas limpias, a excepción de las familias Hydrophilidae y Staphylinidae que son indicadores de agua medianamente contaminada (Gamarra, Restrepo, y Cajigas, 2012).

Taxonómicamente los coleópteros están constituidos por un cuerpo compacto de diversa forma, poseen mandíbulas, antenas visibles, variación en número de segmentos, algunos poseen alas, mismas que cubren dorsalmente el tórax y en algunos el abdomen (Roldán, 1996).

❖ También, el orden Diptera habita en ríos, arroyos, quebradas, lagos a toda profundidad y orificios de troncos viejos (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en el subpunto de corriente en medio de piedras.

Las familias de este orden en su mayoría son indicadores de aguas contaminadas, que contiene alto contenido de materia orgánica en descomposición, por ejemplo, la familia Chironomidae y Tipulidae, a excepción de la familia Simuliidae, que habita en aguas muy limpias, es decir agua corriente y oxigenada (Gamarra et al., 2012).

Taxonómicamente carecen de patas torácicas, su cuerpo es blando y está formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales, la cabeza cuenta con una diversa esclerotización. En cambio su coloración puede ser amarillenta, verde, blanca o negra (Roldán, 1996).

❖ El orden Ephemeroptera habita mayormente en aguas corrientes y limpias con alta oxigenación, éstas se encuentran adheridas a rocas, vegetación sumergida o troncos, algunas en fondos arenosos (Encalada et al., 2011), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de cantos rodados, corriente en medio de piedras y orilla.

Taxonómicamente poseen un aparato bucal, respiran a través de agallas abdominales, que varían en forma y número de acuerdo a la familia a la que pertenece. También tienen filamentos caudales (Encalada et al., 2011). Estos organismos son indicadores de buena calidad del agua.

Las familias de este orden son excelentes indicadores de aguas claras y limpias (Gamarra et al., 2012).

❖ También, el orden Hemiptera habita en remansos ríos, quebradas, lagos, ciénegas y pantanos (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en el subpunto de arena. Taxonómicamente estos organismos se caracterizan por tener un pico chupador, alas anteriores de una consistencia dura y las posteriores son membranosas (Roldán, 1996). Morfológicamente se encuentran acondicionados para poder vivir en estos sitios, siendo representantes de aguas oligotróficas y eutróficas.

❖ El orden Lepidoptera habita en aguas muy oxigenadas, de curso rápido (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de corriente entre piedras y orilla. Taxonómicamente estos organismos poseen una cabeza prognata, abdomen y tórax con numerosas agallas filamentosas, también tienen patas y agallas torácicas y agallas abdominales. Éstos organismos disponen de propatas anales y abdominales, rodeado de ganchos curvo en posición ventral (Roldán, 1996). Morfológicamente se encuentran acondicionados para poder vivir en estos sitios, siendo indicadores de aguas oligotróficas.

❖ Por otro lado, el orden Megaloptera habita en aguas corrientes limpias, encontrándose debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de cantos rodados y corriente entre piedras.

Taxonómicamente, varía su tamaño entre 10 y 70 mm, su coloración es oscura, posee un par de mandíbulas fuertes y grandes, también tiene ocho pares de apéndices abdominales laterales no segmentados y cuenta con propatas anales (Roldán, 1996).

Morfológicamente se encuentran acondicionados para poder vivir en estos sitios, siendo indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas. Este orden puede tolerar niveles intermedios de contaminación orgánica (Gamarra et al., 2012).

❖ El orden Odonata habita en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas, poco profundas, rodeado de abundante vegetación sumergida o emergente (Roldán, 1996), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de arena, sombra y orilla.

Taxonómicamente estos organismos poseen un tamaño de mediano a grande, algunas pueden tener tubérculos a lo largo de su abdomen, también

tienen un labio inferior que es despegable, con una prolongación hasta de un cuarto del tamaño de su cuerpo (Encalada et al., 2011).

En este orden, existen familias indicadoras de aguas limpias como Polythoridae, que es indicadora de agua pura, también hay familias indicadoras de agua medianamente contaminadas con materia orgánica como Coenagrionidae, siendo esta familia la más abundante dentro de dicho orden en este trabajo de investigación. Algunas especies pueden tolerar altos niveles de contaminación (Gamarra et al., 2012).

❖ Por otro lado, el orden Plecoptera habita en ríos limpios con un alto contenido de oxígeno disuelto, por lo que a estos organismos se los suelen encontrar adheridas a rocas o vegetación acuática (Encalada et al., 2011), mismos que fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de cantos rodados y corriente entre piedras.

Taxonómicamente estos organismos se caracterizan por tener un par de cerci (colas) largas al final del abdomen, patas bien desarrolladas, agallas ventrales o laterales y antenas largas. Éstos miden alrededor de 10 a 30 mm y tienen una coloración opaca de tono amarillo, café o gris (Encalada et al., 2011).

A este orden se les considera uno de los mejores indicadores de aguas claras y limpias (Gamarra et al., 2012).

❖ El orden Trichoptera vive en todo tipo de hábitat, sean lóticos o lénticos, aguas limpias y con alto grado de oxigenación, encontrándose éstos organismos debajo de piedras, troncos y material vegetal (Encalada et al., 2011 y Roldán, 1996), mismos que se encontraron en mayores cantidades dentro de este estudio en los subpuntos de cantos rodados y corriente entre piedras.

Taxonómicamente los tricópteros disponen algunos de placas esclerotizadas en los segmentos torácicos y agallas branquiales en el abdomen, estos organismos se caracterizan por construir casas de diversas formas y material (Roldán, 1996).

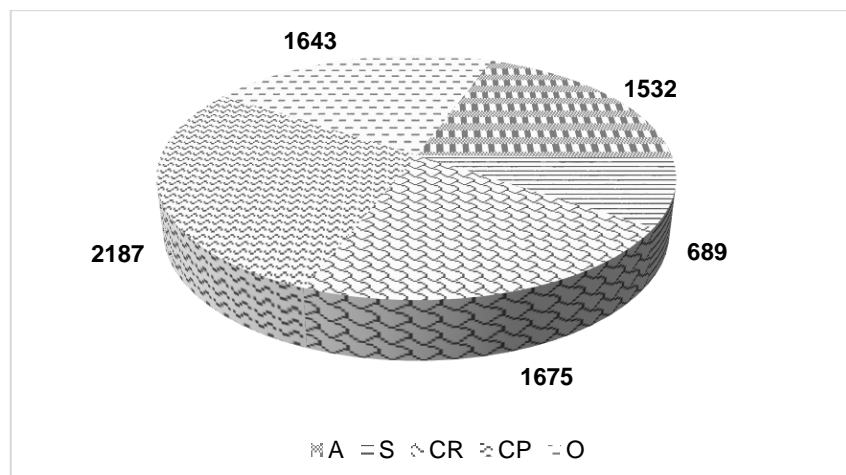
Dentro de este orden, a las familias se las considera excelentes indicadores de aguas limpias y frías (Gamarra et al., 2012).

❖ Finalmente, el orden Tricladida, perteneciente a la clase Turbellaria, se los encuentra debajo de piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, también están en aguas poco profundas, sean aguas corrientosas o estancadas, donde estos organismos aumentan su presencia con la contaminación orgánica (Gamarra, Restrepo, y Cajigas, 2012).



Estos fueron hallados en mayores cantidades en los subpuntos de arena, sombra y orilla. Taxonómicamente poseen una coloración gris, pardo, amarillento, blanco o negro. Las tricládidas tienen una cavidad del cuerpo gastrovascular y una sola apertura que funciona como boca y ano al mismo tiempo, su cuerpo está cubierto de una mucosidad secretada por glándulas subepidérmicas (Roldán, 1996).

Al terminar el período de recolección de los diferentes macroinvertebrados acuáticos dentro del área de estudio, se puede observar en la Figura 8 que la mayor cantidad de organismos recolectados fue en el subpunto CP (corriente entre piedras) debido a que diversos ordenes MIA responden por sus características taxonómicas a este tipo de hábitat, en cambio, el de menor cantidad en fue en el subpunto S (sombra).



**Figura 8.** Abundancia de MIA por sustrato

## 3.2. DISCUSIÓN

Al realizar un análisis taxonómico de los macroinvertebrados acuáticos encontrados durante el período y área de estudio, se obtuvo una riqueza de un total de 37 familias, dato que se asemeja a el número de familias encontradas por Terneus et al. (2012) en el río Lliquino, Pastaza, ya que ellos en su estudio investigativo, encontraron un total de 35 familias. En cambio, Ortiz y Rodas (2014) encontraron un total de 65 familias en el río Paute, Morona Santiago, mencionando que la mejor época para la colecta de un mayor número de MIA, es la época lluviosa.

Algunas familias de macroinvertebrados pueden presentar diferentes niveles de tolerancia, es decir que algunos organismos son sensibles a la carga orgánica y contaminación del agua, mientras que otros son más tolerantes a ello (Giacometti y Bersosa, 2006).

El orden Ephemeroptera, uno de los grupos más representativos en este estudio, viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, siendo éstos considerados indicadores de buena calidad del agua. Se los puede identificar por varias características, entre ellas que poseen agallas de 1 a 7 segmentos abdominales, filamentos caudales y aparato bucal. Estos organismos reciben el nombre de efemerópteros debido a su corta vida como adultos, llegando a vivir desde 5 minutos hasta 4 días (Roldán, 1996).

Las familias más abundantes que se encontraron dentro del período de estudio fueron las familias Leptohyphidae y Chironomidae, con una abundancia de 1907 y 1066, respectivamente. Resultados similares fueron encontrados en el estudio realizado por Aguirre (2017) en el río Oglán, en Pastaza, donde las familias mencionadas también tuvieron una mayor abundancia. Sin embargo, Ortiz y Rodas (2014) obtuvieron mayor abundancia de la familia Baetidae, teniendo un porcentaje del 50,31% de un total de individuos contabilizados.

Analizando los puntos de muestreo dentro de este estudio realizado, existió mayor riqueza y abundancia en los puntos P4 y PB, mismos que se encuentran sin alteraciones debido a que no existe intervención alguna de asentamientos humanos. Terneus et al. (2012) mencionan que los mayores valores obtenidos de riqueza y abundancia se registraron en los puntos de muestreo que se encontraban localizados antes del área minera, ya que esta área ocasiona un impacto a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

Para tener conocimiento del grado de conservación del bosque de ribera, se aplicó el índice QBR, donde se obtuvo un nivel de calidad de 100 en los puntos

P4 y PB, lo cual indica que posee una calidad muy buena, de una vegetación sin alteraciones y que se encuentra en estado natural. En cambio, los puntos P1 y P2 se encuentran con un nivel de calidad entre 15 y 45, esto refleja una pésima y mala calidad, es decir de una degradación extrema y una alteración fuerte. Datos similares obtuvo Carvacho (2012) en la cuenca del Limari, en Chile, donde los valores oscilaron entre 20 y 100, registrando el valor más bajo del índice QBR en las localidades de la zona media y baja de la cuenca, es decir donde la presión antrópica es mucho más intensa debido a que existe una tendencia de degradación de la ribera. En cambio, en el río Oglán, Aguirre (2017) da a conocer que éste río posee un alto grado de conservación los bosques de la Estación Científica Amazónica Jury Jury Kawsay, teniendo un grado de calidad de entre 80 a 100, siendo 80 el valor de cobertura vegetal abierta y 100 el valor de cobertura vegetal cerrada.

Dentro de los valores del índice IHF, se encontraron en un rango de entre 33 y 76 puntos. Registrando a un punto de muestreo un IHF inferior a 40 puntos, donde la intervención antrópica en este sitio refleja una limitación de calidad de hábitat para el desarrollo de la comunidad MIA. Carvacho (2012) menciona que en los ríos de la cuenca del Limari, existieron rangos comprendidos entre 38 y 88 puntos del índice IHF, lo cual hace referencia de que dos localidades presentó un IHF < 40 puntos, indicando una muy baja heterogeneidad en donde la alteración del hábitat de los macroinvertebrados fue evidente, lo cual estas alteraciones podrían provocar una disminución de la calidad biológica.

Analizando la calidad de agua a través del índice BMWP, se obtuvo que la calidad de agua en el río Pindo Grande fue de aceptable a buena, resultado que se compara y a la vez se sustenta por medio del trabajo de investigación de Jara (2015), quien en su estudio, obtuvo un similar resultado de calidad de agua, es decir una buena calidad en el río Salomé, Puyo.

Por otro lado, según el índice EPT aplicado en los mismos puntos, dio valores que ubicaban a estos dentro de la categoría de calidad de agua regular y mala a algunos puntos de muestreo dentro del período de estudio. Sin embargo, Aguirre (2017) también manifiesta que obtuvo valores similares en su trabajo de investigación, donde menciona que las precipitaciones durante la fase de campo pudieron estar jugando un rol fundamental sobre estos resultados.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

- Se encontró un total de 7726 macroinvertebrados acuáticos en un período de seis meses, entre los meses de mayo y octubre en cinco puntos de muestreo.
- Se identificó una riqueza de 37 familias de un total de 12 órdenes (Acarina, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera y Tricladida), pertenecientes a 3 clases de MIA, entre ellas Arachnoidea, Insecta y Turbellaria.
- Las familias con mayor abundancia fueron Leptohyphidae y Chironomidae, teniendo estas dos familias el mayor porcentaje de conformación de la comunidad MIA. En cambio, las de menor abundancia fueron Blattidae, Sphaeroceridae, Saldidae, Cercophidae y Aeshnidae.
- El mayor número de macroinvertebrados recolectados se encontraron en el subpunto CP, probablemente debido a que existen familias que dentro de su comportamiento de supervivencia habitan entre hojarasca atrapada entre piedras y adheridos a las rocas, donde existe una corriente fuerte de agua.
- Se logró determinar bajo los protocolos existentes la calidad del cuerpo de agua en el tramo de estudio y en el período analizado.
- Comparando el índice BMWP con el índice EPT, se obtuvo que la calidad de agua para el área de estudio corresponde a aguas limpias y poco contaminadas.
- Mediante los protocolos QBR e IHF, se obtuvo como resultado en la evaluación periódica que los sitios de mayor calidad de hábitat fluvial y vegetación fueron el P4 y PB, mientras que el de menor calidad fue el punto P1.
- Se logró establecer a partir de todos los indicadores de calidad utilizados en este trabajo investigativo, que el río en general se encuentra en buen estado, sin embargo, en algunos sitios cercanos a los asentamientos humanos, su calidad se ve disminuida.

### **4.2. RECOMENDACIONES**

- ✓ Este tipo de estudios se deberían ejecutar más frecuentemente a nivel nacional y mundial, teniendo un alto conocimiento del estado actual de las cuencas hidrológicas y actuar a su debido tiempo para evitar impactos negativos sobre los ríos, siendo estos, fuente de agua para varios seres vivos y que desembocan en el océano.

- ✓ Ejecutar las leyes de forma más rigurosa para quienes atentan con la destrucción de los ríos y los diversos hábitats que lo rodean.
- ✓ Realizar capacitaciones a las comunidades y población sobre la importancia que tiene el conservar nuestros ríos y cuidar de ellos, creando conciencia sobre lo afortunados que somos al disponer de este recurso vital.
- ✓ Crear indicadores de calidad propios en Ecuador, para que, de esta forma, el investigador obtenga resultados más exactos dentro del área a investigar y en función de esto, tomar medidas en nuestro país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abril, R. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Ex Post en Dique del río Pindo en Shell, cantón Mera*. (Tesis de Fin de Grado. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador). Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7067/1/AC-SGA-ESPE-047294.pdf>
- Acosta, R., Reos, B., Rieradevall, M. y Prat, N. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú*. doi:10.1042/BJ20130013
- Aguirre, J. (2017). *Relación entre la composición y estructura de Macroinvertebrados Acuáticos y la cobertura vegetal ribereña de cuatro tributarios del río Oglán - Pastaza - Ecuador*. (Tesis de Fin de Grado. Universidad Central del Ecuador, Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11042>
- Arevalo, R. (2012). *Identificación de especies de cucarachas de importancia urbana en el área Sureste de Gómez Palacio, Durango*. (Tesis de Fin de Grado. Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro», Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2547/BRENDA CAROLINA BORRALLAS ESCOBAR.pdf?sequence=1>
- Arroyo, C. y Encalada, A. (2009). *Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano*. Avances, 1, 11-16. Recuperado de [http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo\\_de\\_contenidos/Documentos/volumen\\_1/Avances\\_2009\\_vol1\\_11-16.pdf](http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documentos/volumen_1/Avances_2009_vol1_11-16.pdf)
- Azpiroz, I., Cuende, F., Damasceno, A., Lauronce, V., Mendiola, I. y Urrizalqui, I. (2007). *Glosario INDICANG*. Recuperado de [http://www.ifremer.fr/indicang/version\\_espagnole/IndicangGlossES.pdf](http://www.ifremer.fr/indicang/version_espagnole/IndicangGlossES.pdf)
- Barbecho, V. y Bósquez, C. (2008). *Estudio de prefactibilidad del tratamiento de aguas residuales del colector norte, en la ciudad de Puyo*. (Tesis de Fin de Grado. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/992>
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia. Quito



- Carvacho, C. (2012). *Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile*. (Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Barcelona, España). Recuperado de [http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS\\_MASTER\\_Caroline\\_Carvacho.pdf](http://www.ub.edu/fem/docs/treballs/TESIS_MASTER_Caroline_Carvacho.pdf)
- Carvajal, V. (2016). *Gestión y conservación de las cuencas de los ríos Guayllabamba y Blanco: aplicación de un índice multimétrico basado en la información existente sobre Macroinvertebrados Acuáticos*. (Tesis de Fin de Máster. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12501>
- Encalada, A.; Rieradevall, M.; Ríos-Touma, B.; García, N. y Prat, N. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos*. (F. USFQ, UB, AECID, Ed.). Quito, Ecuador.
- Fernández, D. y Díaz, M. (2014). *Evaluación de la calidad del agua mediante el uso de índices bióticos en el río San Andres*. *Ventana Científica*, 4, 1-9. Recuperado de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v4n8/v4n8\\_a02.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v4n8/v4n8_a02.pdf)
- Gamarra, Y., Restrepo, R. y Cajigas, Á. (2012). *Guía de campo de los macroinvertebrados acuáticos de la quebrada Menzuly - Santander - Colombia*. (Universidad Industrial de Santander, Ed.) (Primera Ed). Bucaramanga. Recuperado de [http://www.academia.edu/6031723/Guía\\_de\\_campo\\_de\\_los\\_macroinvertebrados\\_acuáticos\\_de\\_la\\_quebrada\\_Menzuly\\_Santander\\_-\\_Colombia](http://www.academia.edu/6031723/Guía_de_campo_de_los_macroinvertebrados_acuáticos_de_la_quebrada_Menzuly_Santander_-_Colombia)
- Giacometti, J. C. y Bersosa, F. (2006). *Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi*. *Boletín Técnico Serie Zoológica*, 6(2), 17-32. doi:1390-3004
- Gobierno del Ecuador. (2008). *Registro Oficial*. Recuperado de [http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion\\_politica.pdf](http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion_politica.pdf)
- Gobierno Municipal del Cantón Mera. (2014). *Mejoramiento , ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable para el Cantón Mera*, 22.
- González G., S. M., Ramírez, Y. P., Meza S., A. M. y Dias, L. G. (2012). *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales*. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(2), 135-148. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n2/v16n2a12.pdf>

- González, V., Caicedo, O. y Aguirre, N. (2013). *Aplicación de los Índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayura, Antioquia, Colombia. Revista de Gestión y Ambiente*, 16(1), 97-108. doi: 10.1016/j.arthro.2015.07.025
- Guinard, J., Ríos, T. y Bernal, J. (2013). *Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de las cuencas alta y baja del río Gariché, provincia de Chiriquí, Panamá. Gestión y Ambiente*, 16(2), 61-70.
- Hamada, N., Luiz, J. y Querino, R. (2014). *Insectos Acuáticos de la Amazonía brasilera*. Manaus. Brasil.
- Huamantínco, A. y Ortiz, W. (2010). *Clave de géneros de larvas de Trichoptera (Insecta) de la Vertiente Occidental de los Andes, Lima, Perú. Revista Peruana De Biología*, 17(1), 75-80. doi:1727-9933
- INEC. (2010). *Fascículo Provincial Pastaza*. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual-lateral/Resultados-provinciales/pastaza.pdf>
- Jara, J. (2015). *Evaluación de la Calidad de agua del río Salomé mediante el uso de bioindicadores acuáticos en el Cantón Pastaza*. (Tesis de Fin de Grado. Universidad Nacional de Loja, Ecuador). Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10073>
- Londoño, Y., Suarez, O. y Moreno, D. (2017). *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua en tres quebradas de alta montaña de Antioquia, Colombia*. (Trabajo de Fin de Máster. Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia)
- Matthias, U. y Moreno, H. (1983). Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el río Medellín y sus principales afluentes. *Actualidades Biológicas*, 12, 117. Recuperado de <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/330309/20786580>
- Merritt, R., Cummins, K. y Berg, M. (2008). *Aquatic Insects of North America*. (4.ª ed.). United States: Kendall/Hunt.
- Ministerio del Ambiente y Instituto Nacional de Biodiversidad. (2015). *Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad*.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis SEA*, 1, 84. doi: 10.1371/journal.pone.0103709
- Morse, J. C. (2012). *Insecta: Trichoptera*, (November), 40. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/233727126\\_39\\_Trichoptera](https://www.researchgate.net/publication/233727126_39_Trichoptera)
- Muñoz, F. (2000). *Especies del Orden Trichoptera (Insecta) En Colombia. Biota Colombiana*, 1(3), 267-288.

- Nugra, F., Segovia, E., Benitez, M. y Reinoso, D. (2016). *Guía Metodológica para el biomonitoreo de Macroinvertebrados e Ictiofauna en la cuenca del Río Napo*. Cuenca, Ecuador: SENAGUA,OTCA.
- Oliveira, A. M., Hamada, N. y Nessimian, J. L. (2005). Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2), 181-204. doi: 10.1590/S0085-56262005000200002
- Ortiz, A. y Rodas, P. (2014). *Efecto de la variación temporal en la calidad de agua y comunidad de macroinvertebrados en la cuenca del río Paute*.(Tesis de Fin de Grado. Universidad del Azuay, Ecuador).
- Posada, J. y Roldan, G. (2003). *Clave Ilustrada y Diversidad de las Larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia*. *Caldasia*, 25(1), 169-192. doi:10.2307/23641718
- Prefectura de Pastaza y UTE (2012). *Estación Biológica «Pindo Mirador»*. s.e. Mera.
- Prefectura de Pastaza y UTE (2013). *Estación Biológica Pindo Mirador*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/reducuador/pindo-miradorute>
- Roldán, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. doi:10.18257/raccefyn.335
- Roldán Pérez, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia.
- Sucoshañay, D. J., Abril, R. V., Rodríguez, L. M., Rios, F. A. y Armas, P. A. (2017). Evaluación De La Calidad De Las Aguas De Los Diques Turísticos En La Subcuenca Del Río Puyo, Mediante El Uso Del Ictest V1.0. *European Scientific Journal*, 13(8), 260-271. doi:10.19044/esj.2017.v13n8p260
- Terneus, E., Hernández, K. y Racines, M. J. (2012). *Evaluación ecológica del río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza - Ecuador*, 31-45.
- Torres, F. P. (2015). Orden Blattodea. *Ibero Diversidad Entomológica*, 48, 1-13. Recuperado de [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_48.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_48.pdf)

**ANEXOS**

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### PUNTAJES DE LAS FAMILIAS DE MIA PARA EL ÍNDICE BMWP/COL

<i>Familia</i>	<i>Puntuación</i>
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Oligoneuriidae, Perlidae, Gomphidae, Lampyridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Hidridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Polythoridae</i>	10
<i>Leptophlebiidae, Polycentropodidae, Dytiscidae, Polymitarciidae, Euthyplociidae, Ampullariidae, Ephemeridae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Palaemonidae, Simuliidae, Gerridae, Pleidae, Veliidae, Lestidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Blaberidae, Hebridae, Helicopsychidae, Pseudothelpusidae, Saldidae</i>	8
<i>Calopterygidae, Caenidae, Leptohyphidae, Notonectidae, Corixidae, Glossosomatidae, Scirtidae, Naucoridae, Hydropsychidae, Planariidae, Baetidae, Coenagrionidae, Hydroptilidae, Dixidae, Dryopidae, Hyalellidae, Psychodidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Corydalidae, Ancyliidae, Libellulidae, Elmidae, Hydrachnidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Thiariidae, Nepidae, Chaoboridae, Tabanidae, Planorbidae, Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Pyralidae,</i>	5
<i>Curculionidae, Noteridae, Stratiomyidae, , Hydrometridae, Chrysomelidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae</i>	4
<i>Tipulidae, Ceratopogonidae, Physidae, Hydrophilidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae,</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Sciomyzidae</i>	2
<i>Naididae, Lumbriculidae, Tubificidae</i>	1

\* (Roldán, 2016)

### ANEXO 2

#### VALORACIONES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA

CLASE	CALIDAD	BMWP/COL	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

\* (Roldán, 2016)

## ANEXO 3 PUNTOS DE MUESTREO



M Puente



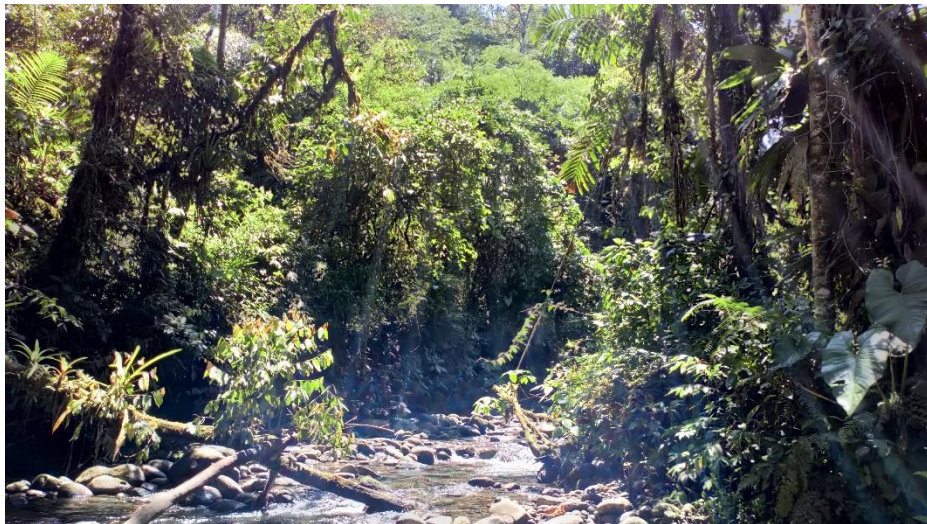
Dique 3



M 1000



M Bosque



Punto Blanco

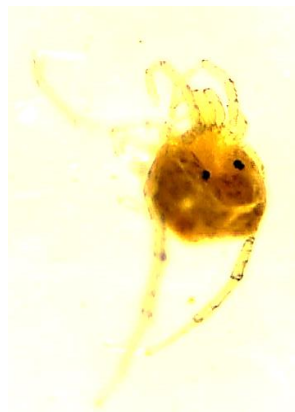
**ANEXO 4**  
**COLECCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS A TRAVÉS DE LA**  
**RED SURBER**



**ANEXO 5**  
**IDENTIFICACIÓN DE MIA EN EL MUSEO DE LA ESCUELA**  
**POLITÉCNICA NACIONAL DEL ECUADOR**

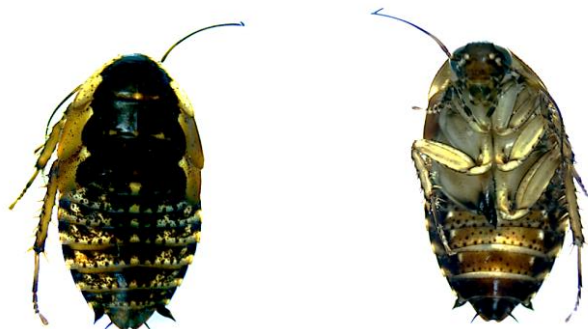


**ANEXO 6**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN ACARINA**



Hydrachnidae

**ANEXO 7**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN BLATTODEA**



Blattidae



**ANEXO 8**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN COLEOPTERA**



Psephenidae



Ptilodactylidae



Hydrophilidae



Staphylinidae



Elmidae



**ANEXO 9**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN DIPTERA**



Tipulidae



Simuliidae



Empididae



Chironomidae

**ANEXO 10**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN EPHEMEROPTERA**



Baetidae



Leptophlebiidae



Leptohyphidae



**ANEXO 11**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN LEPIDOPTERA**



Pyralidae

**ANEXO 12**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN HEMIPTERA**



Naucoridae



Saldidae



Cercophidae



Veliidae

**ANEXO 13**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN ODONATA**



Coenagrionidae



Aeshnidae



Libellulidae



Gomphidae



Polythoridae

**ANEXO 14**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN MEGALOPTERA**



Corydalidae

**ANEXO 15**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN PLECOPTERA**



Perlidae

**ANEXO 16**  
**EJEMPLAR DEL ORDEN TRICLADIDA**

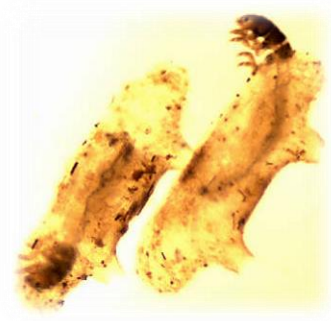


Planariidae

**ANEXO 17**  
**EJEMPLARES DEL ORDEN TRICHOPTERA**



Hydropsychidae



Hydroptilidae



Helicopsychidae



Glossosomatidae



Hydrobiosidae



Leptoceridae



Philopotamidae