

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del título de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE BIOTA ACUÁTICA EN EL CURSO  
MEDIO DEL RÍO PUYO COMO INDICADORES DE  
CALIDAD AMBIENTAL**

**AUTORA**

**GIANELLA JIMÉNEZ**

**DIRECTOR**

**ING. PEDRO CEDEÑO Ms.C.- Dra. ANGÉLICA TASAMBAY**

**CODIRECTOR**

**ING. LEO RODRÍGUEZ BADILLO**

**2013**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Director del informe de investigación sobre el tema: “CARACTERIZACIÓN DE BIOTA ACUÁTICA EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO PUYO COMO INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL” de la autora Gianella Adriana Jiménez Ortiz, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo directivo.

Puyo, 29 de abril del 2013

.....

Dra. Angélica Tasambay

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “CARACTERIZACIÓN DE BIOTA ACUÁTICA EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO PUYO COMO INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL” como también los contenidos, ideas, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Puyo, 29 de abril del 2013

AUTORA

.....

GIANELLA ADRIANA JIMÉNEZ ORTÍZ

## **DERECHO DE LA AUTORA**

El autor cede sus derechos, para que la institución pueda hacer uso en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines de investigación o de consulta.

Puyo, 29 de abril del 2013

AUTORA

.....

Gianella Adriana Jiménez Ortíz

## **APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “CARACTERIZACIÓN DE BIOTA ACUÁTICA EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO PUYO COMO INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL” de la autora de nombres y apellidos Gianella Adriana Jiménez Ortiz, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Puyo, 29 de abril del 2013

Para constancia firman

.....

Laura Scalvenzi Ph.D.

.....

Pedro Ríos M.Sc.

.....

Magdalena Barreno M.Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, darme la salud necesaria para lograr mis objetivos y brindarme fortaleza en los momentos de debilidad; de acompañarme en el transcurso de mi vida dándome lecciones para mi desempeño correcto en la misma.

A mis padres Ermelinda y Florentino por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mis hermanos Gissella y Jhofre por la ayuda directa e indirectamente en la elaboración de la tesis, por la unión familiar pese a los problemas y adversidades presentadas. A toda mi familia por formar parte de este éxito cumplido: tías/os, primas/os formando parte de momentos inolvidables llenos de aprendizaje y felicidad. A Frank el amor de mi vida por el apoyo incondicional brindado en los momentos que más necesité, gracias por la comprensión y paciencia.

Un agradecimiento especial al Ing. Leo Rodríguez, Ing. Pedro Cedeño MsC por el tiempo y paciencia invertido en el desarrollo de mi investigación. Además un agradecimiento por la ayuda especial de Wills Flowers Ph.D.

Además agradezco de una forma especial a los chicos de quinto año ambiental: Victor Miranda, Wendy León y Bélgica Ruíz por el apoyo durante el monitoreo, de igual forma a la Ing. Deysy Changoluisa, Ing. Mayra Espinoza, Ing. Darwin Viáfara e Ing. Wilfrido De La Cruz por la ayuda prestada en el momento justo y necesario.

Finalmente quiero agradecer a esta Universidad que me ha formado no solo como profesional de la Republica de Ecuador sino también por la formación como ser humano, y a todos los maestros que me han impartido sus conocimientos.

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a Dios y de forma especial a mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por creer en mí dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre impulsaron el deseo de alcanzar los sueños aún en las adversidades de la vida.

También la dedico aquellas personas que pensaron y apostaron que no lo lograría o que me demoraría más de lo esperado, porque no solo es el hecho de graduarse y tener título, sino también tener la plena certeza de haber culminado un trabajo correctamente y honestamente bien realizado.

De forma única te la dedico papá, que hoy luchas por vivir, que enfrentas la vida contra todo pronóstico médico, por la fe fomentada desde ti a nosotros tu familia, gracias por todo papa, te amo.

## **RESPONSABILIDAD**

Yo Gianella Adriana Jiménez Ortiz, declaro que el contenido de la presente Tesis de Grado es de mi responsabilidad exclusiva.

.....

Gianella Adriana Jiménez Ortiz

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	15
2	OBJETIVOS.....	18
3	REVISIÓN DE LITERATURA .....	20
3.1	HÁBITAT Y NICHO ECOLÓGICO .....	20
3.2	ECOSISTEMA ACUÁTICO .....	21
3.3	DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	21
3.3.1	Hábitats Lóticos .....	21
3.3.2	Hábitats Lénticos .....	22
3.4	CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS .....	22
3.4.1	Plancton .....	22
3.4.2	Necton.....	24
3.4.3	Bentos.....	25
3.4.4	Neuston.....	25
3.4.5	Perifiton.....	26
3.5	PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL AGUA.....	27
3.5.1	Parámetros Físicos del agua .....	27
3.5.2	Parámetros Químicos de agua .....	28
3.6	INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA ...	29
3.7	MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA .....	30

3.8	PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS .....	32
3.8.1	Orden Ephemeroptera.....	32
3.8.2	Orden Plecoptera.....	34
3.8.3	Orden Odonata.....	36
3.8.4	Orden Hemíptera .....	38
3.8.5	Orden Coleóptera .....	39
3.8.6	Orden Trichoptera.....	39
3.8.7	Orden Lepidóptera .....	41
3.8.8	Orden Díptera .....	41
3.8.9	Phylum Platyhelminthes: Orden Tricladida .....	42
3.8.10	Phylum Mollusca: Clase Gastrópoda .....	43
3.8.11	Phylum Anélida .....	43
3.9	ÍNDICES BIÓTICOS.....	44
3.9.1	Índice Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-Cr).....	44
3.9.2	Índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos adaptado para El Salvador (IBF-SV).....	45
3.10	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS .....	45
3.10.1	Métodos para ambientes de aguas poco profundas .....	45
3.10.2	Métodos para ambientes de aguas profundas .....	47
4	MATERIALES Y MÉTODOS .....	48

4.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	48
4.1.1	Condiciones meteorológicas.....	48
4.2	MATERIALES Y MÉTODOS .....	49
4.2.1	Materiales de Campo .....	49
4.2.2	Materiales de Laboratorio.....	50
4.3	METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	50
4.3.1	Análisis de las características físico-químicas del agua ..	50
4.3.2	Identificación de los macroinvertebrados característicos en los cuatro puntos de muestreo .....	51
4.3.3	ANÁLISIS DE DATOS .....	55
4.3.4	Índice BMWP-Cr .....	55
4.3.5	Índice IBF-SV .....	57
5	RESULTADOS.....	61
5.1	Características físicas y químicas de los sitios estudiados.....	61
5.1.1	Oxígeno Disuelto .....	61
5.1.2	Potencial Hidrógeno.....	62
5.2	Macroinvertebrados característicos de los sitios: Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base .....	64
5.2.1	Fátima .....	64
5.2.2	Paseo Turístico.....	67
5.2.3	La Isla .....	70
5.2.4	Unión Base.....	73
5.3	Índice BMWP-Cr .....	75

5.4	Índice IBF-SV.....	79
5.5	Correlación entre variables.....	82
5.5.1	Correlación entre OD y el BMWP-Cr.....	82
5.5.2	Correlación entre OD e IBF-SV-2010.....	83
5.5.3	Correlación entre pH y BMWP-Cr.....	84
5.5.4	Correlación entre pH e IBF-SV-2010.....	85
6	DISCUSIÓN.....	86
7	CONCLUSIONES.....	86
8	RECOMENDACIONES.....	88
9	BIBLIOGRAFÍA.....	90
10	ANEXOS.....	98

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de los cuatro puntos de muestreo .....	54
Figura 2. Gráfica del promedio de oxígeno disuelto de los cuatro puntos de muestreo, pastaza-pasatza-2012. ....	62
Figura 3. Gráfica del promedio de ph de los cuatro puntos de muestreo.....	63
Figura 4. Composición de la fauna bentónica del sector fátima pastaza-pastaza-2012.....	65
Figura 5. Composición de la fauna bentónica del sector paseo turístico .....	69
Figura 6. Composición de la fauna bentónica del sector la isla.....	71
Figura 7. Fotografía tomada en el sector la isla. Se observan jóvenes realizando labores de pesca. ....	73
Figura 8. Composición de la fauna bentónica del sector unión base .....	74
Figura 9: desarrollo del bmwp-cr en las cuatro fechas de muestreo de los cuatro puntos de monitoreo. ....	78
Figura 10: desarrollo del bmwp-cr en el recorrido del río puyo en los cuatro puntos de muestreo. ....	78
Figura 11: desarrollo del ibf-sv en las cuatro fechas de muestreo de los cuatro puntos de monitoreo. ....	81
Figura 12: desarrollo del ibf-sv en las cuatro fechas de muestreo de los cuatro puntos de monitoreo. ....	81
Figura 13: gráfica de correlación entre od y bmwp-cr.....	82
Figura 14: gráfica de correlación entre od e ibf-sv .....	83
Figura 15: gráfica de correlación entre ph y bmwp-cr.....	84
Figura 16: gráfica de correlación entre ph e ibf-sv .....	85

## Índice de tablas

Tabla 1. Cantidades de oxígeno disuelto en $\text{cm}^3/\text{l}$ .....	28
Tabla 2. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo .....	48
Tabla 3. Condiciones meteorológicas de la ciudad de puyo.....	49
Tabla 4. Equipos utilizados en el muestreo .....	50
Tabla 5. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y sus consecuencias ecosistémicas frecuente.....	51
Tabla 6. Valores de potencial de hidrógeno .....	51
Tabla 7. Puntaje para las familias identificadas en costa rica. ....	55
Tabla 8. Clasificación de la calidad de agua en función del puntaje obtenido.....	57
Tabla 9. Asignación de puntajes o grados de sensibilidad a la contaminación de los diferentes invertebrados acuáticos presentes en las aguas de los principales ríos de el salvador.....	59
Tabla 10. Categorías de la calidad del agua, según resultados obtenido a través del cálculo del ibf-sv-2010. ....	60
Tabla 11. Medias estadísticas del oxígeno disuelto en los cuatro puntos de muestreo del río puyo. Pastaza-pastaza-2012. ....	61
Tabla 12. Medias estadísticas de ph en los cuatro puntos de muestreo del río puyo. Pastaza-pastaza-2012. ....	63
Tabla 13. Número de individuos encontrados en fátima. Pastaza-pastaza-2012. ..	64
Tabla 14. Número de individuos encontrados en paseo turístico. Pastaza-pastaza- 2012.....	68
Tabla 15. Número de individuos encontrados en la isla. Pastaza-pastaza-2012....	70
Tabla 16. Número de individuos encontrados en unión base. Pastaza-pastaza-2012. .....	74
Tabla 17. Resultados de los 4 puntos de muestreo del índice bmwp-cr. Pastaza- pastaza-2012.....	76
Tabla 18. Resultados de los 4 puntos de muestreo del índice ibf-sv .....	79

## 1 INTRODUCCIÓN

Los ríos son primordiales para la vida por los beneficios ambientales y sociales que representan, por ello no es de extrañarse que el mayor porcentaje resida junto a ríos y demás cuerpos de agua, extrayendo lo necesario para su sobrevivencia; sin embargo hoy en la actualidad la contaminación de este vital elemento es uno de los más graves problemas que enfrenta la civilización actual.

La caracterización de biota acuática en el río Puyo, como indicadora de calidad de agua, constituirá una herramienta precisa y a la vez accesible para caracterizar la calidad ambiental del agua, que aportará en la planificación cuidadosa y manejo del recurso hídrico, sumando esfuerzos para restablecer dicho recurso y conservarlo. Dentro de esta biota, los macroinvertebrados son indicadores fiables y de fácil manejo e identificación.

Según Carrera (2001), los macroinvertebrados son organismos que se pueden ver a simple vista. Se llaman macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas.

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra. Algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir, otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos insectos, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas (Carrera, 2001).

La caracterización de los macroinvertebrados presentes en el río Puyo permitirá conocer sobre el estado actual del mismo en términos de calidad de agua. Por ello es necesario reconocer el valor que éste representa, su aporte y potencial para la sociedad, fortaleciendo al municipio y a sus actores locales para la correcta gestión de este recurso, promoviendo y poniendo en práctica nuevas estrategias de conservación para un correcto ordenamiento territorial en la ciudad, respetando y minimizando en cierta medida los impactos a nivel entrópico, fomentando el compromiso de autoridades y población en general para el cuidado y preservación de los recursos hídricos en el cantón Pastaza, además de incentivar la investigación científica como instrumento de defensa contra la creciente extinción de especies acuáticas.

## JUSTIFICACIÓN

Los ríos de la ciudad de Puyo constituyen un importante recurso hídrico, en especial el río Puyo, por uno de los atractivos más relevantes de la ciudad. De allí la importancia de estudios científicos para evaluar la condición en que se encuentran sus aguas. La presente investigación pretende dar a conocer el estudio biológico del cuerpo de agua, a través de macroinvertebrados indicadores.

Los macroinvertebrados representan un importante grupo de organismos dentro de los cuerpos de agua. Estos seres son diversos y sedentarios lo cual facilita para el estudio espacial de un lecho fluvial. Los estudios biológicos con estos seres presentan ventajas ya que tanto el muestreo e identificación no requieren de equipos tan sofisticados, al contrario se lo realiza con implementos simples.

Además en la actualidad ya existe conocimiento sobre macroinvertebrados y el estudio de su taxonomía es accesible. Es importante destacar que los macroinvertebrados son seres sensibles por lo que responden a cambios naturales o antropogénicos en su

ambiente, siendo aptos para su utilización en la evaluación de la calidad del agua.

En la actualidad no existe conocimiento previo respecto a la diversidad presente en los diferentes ríos de la provincia de Pastaza, por ello ésta investigación además de dar a conocer el estado de degradación del río Puyo, establecerá un inventario de la fauna y la prueba de dos índices bióticos: BMWP-Cr e Índice Biológico de El Salvador, basados en la ordenación y ponderación de la especies de macroinvertebrados presentes en el río, a lo largo de los 4 puntos de muestreo, según su tolerancia a la contaminación, por lo cual sirvan como herramienta de apoyo a futuras investigaciones que se llevasen a cabo.

## **2 OBJETIVOS**

### **a. OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad del recurso hídrico con base en la identificación de macroinvertebrados como organismos de la biota acuática con función de indicadores de calidad ambiental.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la presencia de macroinvertebrados en cuatro puntos del río Puyo, en cuatro fechas distintas.
- Caracterizar la abundancia y distribución de macroinvertebrados en cuatro puntos del curso hídrico, en cuatro fechas distintas.
- Establecer la relación entre la distribución de grupos de organismos identificados y parámetros físico-químicos presentes en cada punto de muestreo.
- Evaluar la calidad ambiental del recurso hídrico en función de los resultados encontrados.

### **b. HIPÓTESIS**

#### **HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad del recurso hídrico en el área de estudio varía a lo largo del curso hídrico y en cada punto de muestreo.

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- La presencia de grupos taxonómicos de macroinvertebrados varía a lo largo del curso hídrico.
- Los grupos taxonómicos de macroinvertebrados se encuentran distribuidos de manera diferenciada a lo largo del río.

- La calidad de agua varía a lo largo del curso hídrico en función de los organismos identificados.

### **3 REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 HÁBITAT Y NICHO ECOLÓGICO**

Hábitat es el lugar que reúne las condiciones apropiadas para que una especie, comunidad u organismo viva y se desarrolle (Di Bitetti, 2012).

En la enciclopedia OCÉANO nos dice “El hábitat de una especie es el lugar donde ésta vive, se mueve, se relaciona, se alimenta y se reproduce”; por ejemplo como tipos de hábitats podemos citar: la selva amazónica, el desierto de Perú o simplemente un tronco caído, estos representan un espacio perceptible habitado por una diversidad de organismos.

Por otro lado nicho ecológico se define como la subdivisión del hábitat, mismo que reúne las condiciones ambientales favorables para que un organismo crezca y se reproduzca, es decir, un individuo sobrevivirá donde existan las condiciones climáticas propicias y carezca de condiciones bióticas que las excluyan (Sillero *et al*, 2010).

Según Bonet (2007) el concepto de nicho ecológico ha venido desde tiempos atrás, por ejemplo, antiguamente era entendido como el lugar específico ocupado por un organismo y las funciones que éste desempeña en el mismo. También se conoce como nicho ecológico la actividad que desempeña un organismo en la comunidad, y su relación con el alimento, además de su comportamiento con los enemigos.

El primer concepto de nicho ecológico le da importancia a los aspectos físicos del lugar ocupado por un organismo, y el segundo concepto le da relevancia a las relaciones entre organismos y cadena trófica. De forma general podemos decir que nicho ecológico es la suma de todos los factores ambientales que actúan sobre un organismo, y el papel que desempeña cada organismo en su entorno,

para mantenerse dentro de un equilibrio ambiental, que les permita vivir y desarrollarse a través del tiempo (Bonet, 2007).

### **3.2 ECOSISTEMA ACUÁTICO**

Los ecosistemas acuáticos pueden ser marinos y dulceacuícolas (agua dulce), el primero se subdivide en dos grandes categorías: sistemas costeros y de aguas abiertas; en cambio los ecosistemas de agua dulce se clasifican con respecto a la profundidad y a la corriente. Así las aguas corrientes (ambientes lénticos) incluyen: ríos y arroyos, las aguas quietas (ambientes lóticos) incluyen: estanques, lagos y humedales del interior (Smith & Smith, 2007).

Existe relación entre los ecosistemas acuáticos y el ciclo hidrológico, esto se debe a la evaporación del agua que luego se precipita, escurre sobre suelo, y el líquido que no se filtra sigue su curso debido a la gravedad, a factores geomorfológicos y topográficos. De allí la formación de arroyos, ríos, formación de la cuenca hidrográfica y consecuentemente ecosistemas lóticos, que finalmente desembocan en el océano (Smith & Smith, 2007).

### **3.3 DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

#### **3.3.1 Hábitats Lóticos**

Los ambientes lóticos son aguas con corriente, por ejemplo están las quebradas y los ríos. Este tipo de ambientes al ser bien oxigenados y limpios, albergan una gran diversidad de macroinvertebrados (Hanson *et al*, 2010).

Smith (2007) dice que los organismos que viven en aguas corrientes han desarrollados características únicas y aerodinámicas con el fin de adherirse a las rocas y no ser barridos por la corriente. Así algunos organismos poseen formas y amplios miembros aplanados con el propósito de permanecer en los espacios intersticiales de las rocas, u

otros construyen casitas (Trichópteros) para su protección contra la corriente.

La biodiversidad de especies existentes en los ambientes lóticos necesitan altas concentraciones de oxígeno, incluso cercanos a la saturación, para su sobrevivencia (Smith & Smith, 2007).

### **3.3.2 Hábitats Lénticos**

Los ambientes lénticos son las aguas sin corriente e incluye a lagos, lagunas y pantanos, o también puede ser el agua acumulada en cualquier tipo de recipiente, por ejemplo en una lata vacía. Este tipo de ambientes posee una menor cantidad de diversidad con respecto a los ambientes lóticos (Hanson *et al*, 2010).

Las aguas de ambiente lénticos se distinguen de las de ambientes lóticos por su menor velocidad de renovación del agua; pues en las aguas rápidas la capacidad de renovación puede ser unos meses, en las aguas quietas son de años e incluso siglos. Dentro de los hábitats lénticos se distingue tres ecosistemas bien definidos: el litoral, la zona limnética y la zona profunda (OCÉANO).

El litoral alberga la vida más abundante, es el lugar donde la luz penetra hasta el fondo. Aquí están presentes los productores (vegetales) enraizados a las orillas del río, además de plantas flotantes; también se encuentran los consumidores en mayor abundancia, distribuidos verticalmente (OCÉANO).

## **3.4 CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS**

### **3.4.1 Plancton**

El plancton está conformado por un grupo de organismos que son incapaces de resistirse a la corriente, por lo que flotan dejándose

transportar por la misma. Los elementos principales que conforman el zooplancton según Dajoz, 2002b son:

- Los animales planctónicos, que puede ser filtradores recogiendo organismos microscópicos o detritus suspendido en el agua, también pueden ser predadores como la mayoría de Cnidarios y algunos Anélidos.
- El holoplancton, llamado también plancton permanente, son el grupo de organismos que viven su ciclo de desarrollo en aguas abiertas.
- El meroplancton (plancton temporal), es el estado pelágico de algunos organismos como: larvas de moluscos, poliquetos, equinodermos y alevines de peces.

Según el tamaño de las especies, el plancton se encuentra clasificado de la siguiente forma:

- Picoplancton: dentro de este grupo están especies de tamaño inferior a 5  $\mu\text{m}$  (bacterias heterótrofas, cianobacterias y pequeños flagelados).
- Nanoplancton: el tamaño de estos organismos está comprendido en el rango de 5-50  $\mu\text{m}$ , por ejemplo están: Cocoliforales, Diatomeas y Peridíneas de tamaño pequeño y larvas de invertebrados.
- Microplancton: comprende organismo de tamaño que va desde 50  $\mu\text{m}$  hasta 1mm. Aquí están Diatomeas, Copépodos y la mayor parte de especies presentes en el meroplancton.
- Mesoplancton: tamaño de 1-5 mm, están las especies del holoplancton: Copépodos, Quetognatos, Pterópodos y huevos de peces.

- Macroplancton: son organismos de tamaño que va desde 5mm a 5 cm, lo conforman los estadios larvarios de peces e invertebrados.
- Megaloplancton: son los organismos de tamaño superior a 5 cm, entre ellos están: medusas, Moluscos Heterópodos, Crustáceos etc.

Según Boxshall (2006) el plancton depende de la captación de energía, a través de la fotosíntesis, en las aguas superficiales, así también los patrones del movimiento del océano y la estratificación de la columna de agua pueden tener grandes efectos. El plancton se encuentra cerca de la superficie marina, encontrarse en cualquier punto del agua, y a su vez llegar al fondo del océano.

De este modo el plancton que se encuentran en la profundidad marina, aprovecha la materia orgánica que se suspende desde la superficie, para poder alimentarse. Así los procesos que ocurren en la superficie del agua tienen repercusión sobre los organismos planctónicos que habitan en el océano (Boxshall, 2006).

### **3.4.2 Necton**

El necton lo componen los diferentes organismos acuáticos que nadan a voluntad en la columna de agua, estos organismos se alimentan del zooplancton y proveen de energía a niveles superiores de la cadena trófica acuática (Smith & Smith, 2007).

También el necton es entendido como el conjunto de organismos que viven completamente en el agua, desplazándose contra la corriente. Por ejemplo se puede citar la mayoría de peces pelágicos, Mamíferos marinos, Cefalópodos y diferentes especies de Crustáceos (Dajoz, 2002b).

### **3.4.3 Bentos**

Smith & Smith (2007) nos dice que el bentos alude a todo lo seres acuáticos, animales y vegetales, que viven en el fondo del mar. En el fondo del agua no se produce la fotosíntesis debido a la obscuridad que existe, por ello los alimentos para los seres del bentos lo conforman: fitoplancton muerto, los cuerpos de ballenas, aves peces e invertebrados muertos, siendo muy diverso para la alimentación de diferentes especies.

A pesar de la obscuridad y las condiciones que presentan las comunidades bentónicas albergan una gran diversidad de especies, incluso mayor a la que se encontraría en la superficie. Cabe destacar la importancia de las bacterias dentro del bentos, ya que se encargan de sintetizar proteínas de los nutrimentos disueltos, transformando en fuente de proteínas, grasas y aceites para los organismos existentes (Smith & Smith, 2007).

Según Dajoz (2002) el bentos lo conforman organismos fijados al sustrato: Algas, Espongiarios, Briozodarios, Ascidas, Cirrípedos; o enraizados en el sustrato: Poliquetos y Cnidarios. En cambio el bentos móvil está formado por organismo que son libres, pero éstos no se alejan del fondo, entre ellos están Gasterópodos, Equinodermos, Decápodos y Peces.

Existen otras especies del bentos que son excavadores y taladradores. Respecto a la alimentación de éstas especies, se puede decir que es muy variada, así están los comedores de algas, predadores, los comedores de limo y detritus, y los desbrozadores (Dajoz, 2002b).

### **3.4.4 Neuston**

El Neuston lo conforman los organismos que viven en la superficie del agua, es decir, donde termina es sistema acuático y empieza el

atmosférico; en el ambiente marino están los Hemípteros, y en el ecosistema dulceacuícola se encuentran los *Gerris*. Esta comprendido por los hidrobiontes y aerobiontes (organismo animales y vegetales), que viven en la fase acuosa, a lo largo de la capa límite entre el agua y la atmósfera (Dajoz, 2002b).

Hace años atrás se tomó importancia el estudio de la capa superficial de agua. Esto se debe principalmente al intercambio que sucede entre el océano y la atmósfera. Además cuando el mar está calmado se forma una película sobre éste, compuesta por materia orgánica particulada de fitoplancton y bacterias, mismas capaces de degradar el petróleo cuando se produce contaminación (Dajoz, 2002b).

Según Hanson *et al* (2010) el Neuston, también denominado Pleuston, se subdivide en dos tipos: en Epineuston e Hiponeuston.

El Epineuston son los organismos que viven en la fase aérea sobre la película del agua, por ejemplo las chinches de agua (*Veliidae*), u otros que se mueve saltando (*Collembola*). Éstas especies a pesar de ser semiacuáticas, se las incluye dentro de los estudios acuáticos, ya que muestra adaptaciones para vivir sobre la superficie del agua (Hanson *et al*, 2010).

El Hiponeuston comprende todos los organismos que viven justo debajo de la superficie del agua, por ejemplo están las larvas de mosquitos (*Culicidae*), ellos permanecen muy cerca a la superficie por su modo de respirar (Hanson *et al*, 2010).

#### **3.4.5 Perifiton**

Perifiton son organismos vegetales que se adhieren o trasladan a un sustrato sumergido pero no penetran en éste, el perifiton colonizan a plantas sumergidas, ramas, rocas y residuos, adhiriéndose y creciendo rápidamente. En las piedras su crecimiento es como un

caparazón, y pueden ser: cianobacterias, diatomeas, musgos acuáticos y esponjas (Smith & Smith, 2007).

Ortega *et al* (2009) menciona que el perifiton es considerado un productor primario, por lo que últimamente ha sido utilizado en la evaluación de contaminación del agua. Ellos al adherirse a cualquier sustrato, llegan a formar un tapete fangoso, que se pueden clasificar de acuerdo al hábitat en el que se encuentren.

La distribución de microalgas, que conforman el perifiton, es afectada debido a la sensibilidad que éstas presentan al cambio en las fluctuaciones internas del cuerpo de agua y a condiciones ambientales que prevalecen (Ortega *et al*, 2009).

Ésta característica única del perifiton lo ha catalogado como un indicador biológico en la determinación de calidad de agua. Esto se debe principalmente que su estudio nos da como resultado el estrés ambiental del sitio, en cuanto a medición y cuantificación; también nos aporta con conocimientos claros de las características de hábitat y el daño que el ecosistema acuático presenta (Ortega *et al*, 2009).

### **3.5 PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL AGUA**

#### **3.5.1 Parámetros Físicos del agua**

##### **a. Potencial de Hidrógeno**

Pérez (2008) menciona que el potencial de hidrógeno (pH) es un potencial indicador de calidad de agua en general, ya que da a conocer la afectación de un cuerpo de agua por agentes contaminantes o la extensión de la contaminación por algún efluente.

Cambios producidos en el pH del agua pueden indicar el ingreso de fertilizantes en el agua y de procesos de eutrofización, cuando se toman datos de conductividad al mismo tiempo. Además el pH es un parámetro que afecta la toxicidad de algunos elementos como es el

caso de amoníaco y la incidencia sobre la disposición biológica de algunos contaminantes, como los metales pesados. (Pérez, 2008).

El pH juega un papel importante en la distribución de los animales acuáticos. Por ejemplo las plantas (*Isoetis*) pueden existir en aguas con un pH menor a 7,5, las larvas de dípteros del género *Chaoborus* son frecuentes en aguas ácidas y los peces en conjunto soportan un pH entre 5 y 9. (Dajoz, 2002a).

### 3.5.2 Parámetros Químicos de agua

#### a. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) al ser poco soluble en el agua juega un importante factor limitante dentro del sistema acuático, esto se debe a que la solubilidad va disminuyendo con la temperatura, por ejemplo las cantidades de oxígeno disuelto,  $\text{cm}^3 / \text{L}$ , son las siguientes:

**TABLA 1. CANTIDADES DE OXÍGENO DISUELTO EN  $\text{cm}^3/\text{L}$**

Temperatura	Agua de Mar	Agua Dulce
0 C <sup>0</sup>	8,0	10,3
10 C <sup>0</sup>	6,4	8,0
15 C <sup>0</sup>	5,8	7,2
20 C <sup>0</sup>	5,3	6,5
30 C <sup>0</sup>	4,5	5,6

Fuente: Dajoz, 2002

Dajoz, 2002 nos menciona que debido a la baja solubilidad de O<sub>2</sub> la resistencia de los diferentes organismos acuáticos, a bajos contenidos de oxígeno, es variable. Es necesario mencionar que los invertebrados acuáticos poseen pigmentos respiratorios que les permiten vivir en aguas pobres de oxígeno, por ejemplo están los oligoquetos.

El agua de ríos limpios normalmente se encuentra saturada de oxígeno, ya que de ello depende la vida dentro del sistema acuático. Cuando el agua por el contrario presenta bajos niveles de oxígeno, quiere decir que se encuentra contaminada con materia orgánica,

septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener ciertas formas de vida (Echarri, 2007).

### **3.6 INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Mohammad *et al* (2005) indica que años atrás se vio la necesidad de buscar una herramienta innovadora, la cual aportase con información necesaria de la calidad ambiental de los sistemas acuáticos, en cuanto a las perturbaciones que se daban por las actividades económicas y sociales del ser humano. Por ello la degradación de los cuerpos acuáticos ha sido un grave problema para el hombre, y últimamente ha cobrado una gran preocupación.

Desde 1902 se mostraron los primeros esfuerzos para la determinación del daño ecológico por desechos industriales y domésticos, creando de esta manera bases en el sistema saprobio, actualmente muy utilizado en Europa (Mohammad *et al*, 2005).

A mediados de los 50 se empezó a utilizar diferentes metodologías para la determinación de calidad de agua, mediante organismos indicadores. Y a principios de los 60 se comenzó a utilizar índices matemáticos basados en el concepto de diversidad como información base (Mohammad *et al*, 2005).

A lo largo de los siguientes años se desarrollan diferentes índices, basados en la diversidad y abundancia de los organismos indicadores. Pero solo hasta 1995, es que se desarrolla la determinación biológica de un río a través de macroinvertebrados biológicos (Mohammad *et al*, 2005).

Vásquez *et al* (2006) da a conocer que actualmente existe un método nuevo para el análisis de calidad de agua en un río, éste consiste en la utilización de organismos biológicos como indicadores de calidad ambiental.

En comparación con los estudios fisicoquímicos, el estudio biológico simplifica en gran medida el trabajo de campo y laboratorio proporcionando datos confiables mediante la utilización de índices de diversidad, aplicados a través de la identificación y cuantificación de organismos capturados (Vásquez *et al*, 2006).

Es importante conocer que no todo organismo puede ser un bioindicador debido a los hábitos alimenticios que presenta o a su ciclo de vida, es decir, solo un individuo del cual se conozca su grado de tolerancia a la contaminación representará un bioindicador. De forma general el uso de bioindicadores es una técnica ecológica sustentada en la diversidad, y en la presencia o ausencia de un organismo específico (Vásquez *et al*, 2006).

El monitoreo biológico presenta una visión anterior de la calidad del agua, en tanto que los métodos analíticos nos dan una respuesta puntual acerca de la calidad de agua. Además gracias al biomonitoreo será posible la vigilancia periódica de los ríos, ahorrando gastos económicos, y distribuyendo el dinero de forma eficaz (Alba-Tercedor, 1996).

### **3.7 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA**

Figueroa *et al* (2003) menciona que es de conocimiento general que los organismos se han utilizado para el monitoreo biológico y determinación de calidad de agua, sin embargo no todos los organismos presentan las ventajas que los macroinvertebrados bentónicos presentan. A continuación se presentan las ventajas que proporcionan éstos organismos en un monitoreo biológico:

- Permiten estudios comparativos por encontrarse en todos los ambientes acuáticos.

- Proporciona información acerca de los efectos y perturbaciones que sufre un cuerpo de agua, a través de un análisis espacial. Esto se debe principalmente a su naturaleza sedentaria.
- Presentan ventajas técnicas, ya que tanto el muestreo como análisis de datos, se lo puede hacer de manera simple y barata.
- Actualmente la taxonomía de los grupos está bien estudiada. Podemos encontrar fichas técnicas e ilustraciones con las que podemos identificar a un organismo.
- Existencia de numerosos métodos para el análisis de datos, como por ejemplo índices bióticos y biodiversidad, mismos que son utilizados en biomonitoreos.

A principios del siglo ya se utilizaban los métodos biológicos en la determinación de calidad de agua de un río, pero no fue hasta la década de los 50, que este tipo de estudios tomaron mayor importancia (Figueroa *et al*, 2003).

Según Figueroa *et al* (2003) la base sobre la cual se asienta el estudio de macroinvertebrados bentónicos, es la tolerancia o el nivel de respuesta de los diferentes organismos que componen el bentos, a la exposición de ciertos tipos de contaminantes. Respecto a la tolerancia de los organismos se los puede estudiar respecto a su presencia o ausencia de taxa, y a través de la abundancia del mismo; y al presentarse cambios a nivel morfológico, fisiológico o de desarrollo, puede indicar que las condiciones físicas y químicas están fuera de sus límites naturales.

Se sabe que anteriormente ya se desarrollaron métodos para la asignación de puntajes individuales de la Biota Acuática, que

actualmente han recibidos ajustes necesarios, como por ejemplo el Índice Biótico del Río Trent (TBI). Por ello es necesario que se den estudios nuevos en diferentes lugares ya que en dependencia de la fauna encontrada, su ausencia o abundancia, se puede ajustar los índices bióticos existentes y adaptarlos a nuevos estudios biológicos (Figuroa *et al*, 2003).

Vásquez *et al* (2006) indica que un ejemplo de tolerancia es la estrecha relación existente entre los anélidos oligoquetos y los metales pesados, pues estos organismos pueden vivir largos periodos de tiempo dentro del agua y al entrar en contacto con metales pesados, se llegan a bioacumular, por lo tanto nos pueden proporcionar una respuesta evidente del grado de contaminación del agua.

Así muy claramente en aguas limpias y bien oxigenadas es común encontrar especies de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera; por el contrario en aguas contaminadas proliferan y abundan oligoquetos, dípteros y determinados moluscos, y ocasionalmente algunas especies indicadoras de aguas limpias (Vásquez, “et al”, 2006).

### **3.8 PRINCIPALES GRUPOS TAXONÓMICOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

#### **3.8.1 Orden Ephemeroptera**

Según Barber (2008) los efemerópteros (Ephemeroptera) son un orden de insectos pterigotos, conocidos vulgarmente como efímeras, efémeras, cachipollas o “mayflies” en idioma inglés. Es el orden de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad. Se conocen 42 familias y más de 3.000 especies que habitan todas las regiones biogeográficas excepto la Antártida y algunas islas oceánicas remotas. La mayor diversidad de géneros pertenecientes a este orden

se encuentra en la región Neotropical (zonas tropicales del continente americano).

Los efemerópteros son un antiguo linaje de insectos, que data del Carbonífero Tardío o los períodos Pérmico Temprano, estos se caracterizan porque la mayor parte de su vida transcurre en estado ninfal, en el cual se ha podido identificar hasta 50 instar en algunas especies. (Barber, 2008).

Como característica principal del orden Ephemeroptera, sus larvas ninfales mudan pasando por un estadio de subimago, antes de desarrollarse como adulto (imago). Por ello se han llevado a cabo muchos estudios en la región sudamericana, dando como resultado la existencia de una serie de claves taxonómicas para la identificación de este orden, facilitando los estudios, y mejorando el conocimiento respecto a especies que aún faltan por conocer y estudiar en el continente sudamericano. (Domínguez, 2009)

Barber (2008) menciona que la deforestación es una de las principales amenazas a la biodiversidad y la conservación de la mosca de mayo en las zonas tropicales, además de la fragmentación del hábitat siendo la principal causa en las zonas templadas.

Es importante conocer que el cambio climático está afectando el comportamiento y la ecología de algunas efímeras, por ejemplo, un pequeño cambio de 3 grados en la temperatura influye negativamente sobre el régimen adecuado de puesta de huevos con éxito; en resumen el cambio de la temperatura produciría cambios en la estructura y función ecológica y la pérdida de la diversidad (Barber, 2008).

Beinston examina los cambios climáticos en los Alpes y da a conocer que con los efectos del calentamiento, los glaciares se han reducido en volumen y en área en los últimos 150 años. Por ello la continua tendencia de aumento de temperatura y el derretimiento de los

glaciares conducirán a cambios drásticos a las comunidades de macroinvertebrados, incluyendo moscas de mayo (Barber, 2008).

Hanson (2010) indica que muchos autores catalogan al orden Ephemeroptera como uno de los más sensibles a la contaminación, por ello es utilizado en el análisis de EPT (índice basado en la presencia de Ephemeropteros, Plecopteros y Trichopteros), índice importante dentro del estudio biológico de los cuerpos de agua. Dentro de este orden, las familias se distinguen por poseer diferentes grados de tolerancia a la contaminación.

### **3.8.2 Orden Plecoptera**

Gutiérrez (2010) indica que el orden Plecoptera ("*Plecos*"="Plegar", "*Pteros*"="Alas"), conocida también como moscas de piedra, son un grupo pequeño de insectos.

El primer fósil registrado de Plecoptera data del Pérmico temprano, es decir, hace unos 263-258 millones de años, estos organismos tienen relación filogenética vinculada al orden Neoptera. Los plecópteros se encuentran situados en ríos donde las corrientes son fuertes, sin embargo, algunas de sus especies se han adaptado en ambientes lénticos oligotróficos, sistemas temporales, o en lagos profundos (Gutiérrez, 2010).

Estos organismos acuáticos son insectos con metamorfosis incompleta (hemimetábolos), es decir, solo pasan por tres estadios de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Y antes de su transformación a la etapa adulta las ninfas maduras se arrastran sobre las rocas, troncos o cualquier otro sustrato para salir del agua. Y en otros casos las ninfas llegan a escalar varios metros en lo alto de los árboles (Gutiérrez, 2010).

Según Gutiérrez, 2010 el ciclo de vida de los Plecópteros empieza cuando las hembras depositan sus huevos, la forma de depositarlos

puede variar, una de ellas es a través de un vuelo veloz sobre el agua dejando caer los huevos, y otra es que algunas especies adhieren los huevos a algún sustrato sumergido. La masa de huevos puede contener de 25 a 30000 huevos.

El desarrollo de los huevos varía según la especie y la temperatura del agua; así algunas especies pueden completar su desarrollo en 3 a 4 semanas, otras requieren de 10 a 11 meses y en casos extremos se da entre 2 y 3 años. En etapa adulta los Plecópteros pueden vivir algunos días hasta algunas semanas, y suelen ubicarse en la vegetación que se encuentra en la ribera de los cuerpos de agua (Gutiérrez, 2010).

Gutiérrez (2010) indica que en la alimentación las ninfas de Plecópteros pueden ser: detritívoras, carnívoras o herbívoras; el tipo de alimentación dependerá del estado de desarrollo en el que se encuentre, de la especie e incluso de la hora del día. Los adultos de la mayoría de especies no se alimentan, sin embargo, algunos pueden beber sustancias azucaradas o comer alimentos sólidos como retoños de hojas, líquenes, hifas de hongos y polen.

Los Plecópteros, al igual que la mayoría de insectos acuáticos, influyen de manera determinante en el sistema acuático ya que su existencia es fundamental en el flujo de energía y en el reciclaje de nutrientes (Gutiérrez, 2010).

La particularidad más relevante de este grupo de organismo es quizás su respuesta a cambios en el ambiente, debido a que poseen una sensibilidad alta lo que los convierte en excelentes indicadores de calidad de agua (Gutiérrez, 2010).

Este orden de insectos acuáticos está constituido por un grupo pequeño, que está representado por 3497 especies, descritas en 16 familias y 286 géneros a nivel mundial. La morfología externa del orden Plecóptero en la etapa ninfal presenta el tórax que es más o

menos aplanado dorso-ventralmente, mientras que el abdomen es alargado y más o menos cilíndrico. Las branquias pueden tener o tenerlas en el submentón, cuello, tórax, abdomen o en la región anal. Una particularidad que hay que tomar en cuenta es la posición y forma de las branquias ya que influirá en la identificación de las familias. (Gutiérrez, 2010).

Gamboa (2010) menciona que los plecópteros presentan gran importancia dentro de los sistemas acuático lóticos ya que estructuran las comunidades animales, regulando la distribución y abundancia de los organismos, favoreciendo al correcto equilibrio de la cadena trófica acuática. Por ejemplo estos organismos al ser depredadores controlan la abundancia en biomasa de algunas presas, sin embargo, también su excesiva presencia podría llevar a la extinción de una determinada especie.

Según Gamboa (2010) estos organismos al ser depredadores pueden causar efectos a niveles inferiores de la cadena trófica, afectando su hábitat y ciclo de vida, por la introducción de un depredador. Los plecópteros han sido utilizados en el biomonitoreo acuático, además de formar parte de ETP; ya que representa un grupo de organismos sensibles. Ellos desaparecen cuando existe contaminación o cuando la riqueza de hábitat disminuye.

En 1992, la UICN, dio a conocer la extinción de algunas especies de Plecoptera. Esto nos pone a reflexionar y a darnos cuenta que hace falta la investigación científica en nuestra población acerca de especies de plecoptera que aún existen, pero que todavía no han sido estudiadas (Gamboa, 2010).

### **3.8.3 Orden Odonata**

Ramirez (2010) menciona el nombre Odonata viene del griego “odon” que significa diente, refiriéndose a sus fuertes mandíbulas. Los odonatos comúnmente conocidos como libélulas en su etapa adulta

presentan colores muy llamativos y debido a la facilidad de observarlos se les ha dado muchos nombres tales como: caballitos de diablo, gallegos, pilipachas entre otros.

Estos insectos tienen grandes ojos compuestos y poseen un tórax que soporta a las cuatro alas membranosas que salen del mismo. Su abdomen es alargado y delgado. Es importante saber que las ninfas de este orden son acuáticas, además de poseer un aparato bucal preciso para cazar a sus presas, ya que son depredadores. (Ramirez, 2010).

Domínguez (2009a) indica que en el Orden Odonata se conocen 5700 especies mundialmente, en Sur América el país con más especies conocidas es Brasil, seguido por Venezuela y Perú; sin embargo existen grandes áreas no investigadas por lo que la fauna en odonatos es poco conocida. Día a día se van conociendo nuevas especies en especial del suborden Zygoptera, por esta razón su sistemática aún no se encuentra establecida sólidamente.

Las larvas de este orden llevan a cabo su crecimiento a través de varios estadios larvales, y la cantidad de mudas dependen de la temperatura y la disponibilidad de alimento. Respecto a su alimentación pueden ingerir invertebrados acuáticos, insectos, otros odonatos e incluso son capaces de alimentarse de renacuajos y pequeños peces, determinándolos como depredadores dentro del sistema dulceacuícola. (Domínguez, 2009a).

Este orden se divide en dos subórdenes:

**a. Suborden Anisoptera**

El orden Anisoptera se diferencia del Zygoptera por ser robustos, anchos y terminar en una pirámide anal. Su cabeza es más delgada que la anchura de su cuerpo (Ramirez, 2010).

**b. Suborden Zygoptera**

El orden Zygoptera se caracteriza por poseer un cuerpo alargado y delgado, y en su terminación presenta tres branquias caudales. La cabeza de este orden es más grande que la anchura de su cuerpo (Ramirez, 2010).

#### **3.8.4 Orden Hemíptera**

Domínguez (2009) nos indica que los hemípteros o también denominados Heterópteros se dividen en dos tipos: en Gerromorpha, son los que viven en la superficie del agua, y en Neopomorpha, que son los que viven por debajo de la superficie del agua.

Éste orden es el más común en todo el mundo, en especial y en mayor abundancia en las zona tropicales, excepto en la Antártida; se los encuentra en gran variedad de ambientes naturales, lénticos y lóticos, costeros y oceánicos, también en fitotelmata e incluso en ambientes terrestres húmedos. Se consideran 8 familias, 161 géneros y 2120 especies en Gerromorpha, y 11 familias, 140 géneros, y 2309 especies de Neopomorpha (Domínguez, 2009b)

Según Domínguez (2009) se alimentan de cualquier presa que puedan dominar, como micro crustáceos, insectos, pequeños peces y renacuajos; siendo depredadores y carroñeros dentro del sistema acuático.

Los representantes de éste orden desempeñan un importante rol dentro de los ecosistemas acuáticos por lo que proporcionan información sobre la calidad biológica en hábitat acuáticos; por otro lado son beneficiosos para el ser humano ya que se alimentan de larvas de mosquitos, además de ser alimento de los peces, aportando económicamente al hombre respecto a la salud y control de plagas (Domínguez, 2009b)

### **3.8.5 Orden Coleóptera**

Domínguez (2009c) indica que los coleópteros son el grupo más numeroso que se conoce, ya que incluye más de 350.000 especies, distribuidas en 170 familias y 4 subórdenes. Se conoce que la mayoría de los Coleópteros son terrestres, pero existen 10.000 especies representantes que son acuáticas en alguno de sus estadios en desarrollo; se encuentran en todas las aguas continentales, excepción de lagos muy contaminados.

La mayor diversidad de coleópteros se la encuentra en ambientes lénticos, pero hay que destacar que existen familias que habitan exclusivamente ambientes lóticos y de aguas bien oxigenadas, formando parte de las comunidades bentónicas (Domínguez, 2009c).

Según Domínguez (2009c) éste orden es de radical importancia en el ciclo biológico de las aguas, en redes y cadenas tróficas, siendo fuente de alimento de peces y anfibios. Se conoce que los coleópteros no forman parte del índice EPT, pero actualmente está siendo reconocido como uno de los órdenes más importante en la bioindicación de calidad de agua, ya que algunas de sus especies son excelentes organismos para la determinación de contaminación en ambientes acuáticos.

Hoy en día no se cuenta con toda la información necesaria de la fauna coleóptera, siendo el conocimiento de los estados preimaginales de los coleópteros demasiado pobre (Domínguez, 2009c).

### **3.8.6 Orden Trichoptera**

Springer (2010) menciona que los Tricópteros (en inglés llamados “caddisflies”), son insectos holometábolos, tiene semejanza con los Lepidópteros y en la etapa adulta son similares a pequeñas polillas. Sus alas están cubierta de pelos en lugar de escamas, por lo que de ahí deriva el nombre (trichos: pelos; ptera: alas).

Las larvas de éste orden habitan diversos ambientes acuáticos construyendo refugios fijados al sustrato o casitas portátiles; residiendo en quebradas y ríos de buena oxigenación (Springer, 2010).

Los Trichópteros pasan por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto. En cuanto a su alimentación dentro de éste orden existen los raspadores que se alimenta de perifiton, otros se alimentan de materia orgánica en descomposición, existen otros filtradores de materia orgánica en suspensión, y finalmente existes otras especies que son depredadoras (Springer, 2010).

Holzenthal (2007) indica que éste grupo está entre los más importantes y diversos de todos los taxones acuáticos. Las larvas son vitales dentro de la cadena trófica desarrollada en el hábitat acuático, y su presencia como abundancia, se utiliza en la evaluación biológica de la calidad de agua. La morfología de este grupo taxonómico está determinado de acuerdo a tres etapas: adultos, larvas y pupas. Trichoptera presenta 45 familias distribuidos en 600 géneros y 13000 especies aproximadamente.

Según Holzenthal (2007) las larvas de Trichoptera constituyen su importancia en la dinámica trófica y el flujo de energía en lagos, arroyos y ríos, siendo beneficiosa su existencia. Estos hábitats acuáticos se encuentran entre los más afectados y amenazados a nivel ambiental en el planeta; esta contaminación se da principalmente por la sedimentación, la industria, la minería y la agricultura, además de contaminación por aguas residuales, lluvia ácida y desviación del agua para fines agrícolas.

El impacto climático influye directamente sobre las comunidades de Trichoptera, por lo que en la actualidad se ha convertido en tema de investigación, cuyos estudios dan a conocer la probabilidad de extinción de éstas especies (Holzenthal, 2007).

### **3.8.7 Orden Lepidóptera**

Domínguez (2009) menciona que este orden apareció hace millones de años, colonizando todo tipo de hábitat, aunque la mayoría de las especies son terrestres, también existen especies que son acuáticas y sus estadios larvales se desarrollan dentro del agua, e inclusive existen especies tales como (*Acentria*) que su estado adulto también es acuático.

De modo general éste grupo de organismo no se los consideran elementos de la comunidad acuática, por ello continuamente se los excluye en los estudios de ecología de insectos relacionados con este tipo de ambiente. Pero en la actualidad se han reivindicado en interés algunas especies que están relacionadas a plantas acuáticas (Domínguez, 2009e).

Según Domínguez (2009e) debido a que el orden Lepidóptera es herbívora, representa un importante controlador de malezas acuáticas, sin embargo, pueden ser perjudiciales cuando atacan a cultivos como el arroz. Así dentro del orden se dan a conocer especies totalmente acuáticas, que desarrollan todos sus estadios en el agua, y especies semiacuáticas que se relacionan con la vegetación ya sea sumergida o emergente.

Respecto a la información existente sobre éste orden en América del Sur es fragmentaria, existiendo literatura sobre las larvas acuáticas y detallando los géneros más comunes de la región (Domínguez, 2009e).

### **3.8.8 Orden Díptera**

Domínguez (2009d) indica que los representantes de éste orden son holometábolos, se los reconocen por sus colores poco vistosos y por poseer una par de alas membranosas. Dentro del orden de los

dípteros existen 153.000 especies, con más 158 familias, de las cuales 126, con 29.700 especies en la Región Neotropical.

Loa Dípteros, aunque conocidos durante 30 años, es difícil su identificación debido a la falta de tratamiento sinópticos modernos, a la falta de colectas, y sabiendo que algunas especies no han sido ni siquiera descritas. No se conocen larvas del más del 10% de especies. Por ello es relevante su investigación ya que las diferentes familias de Dípteros representan importancias en medicina y veterinaria, como indicadores ecológicos y agronómicos (Domínguez, 2009d).

Entre los dípteros existen los descomponedores de materia orgánica, predadores, parasitoides y otros que se alimentan de polen. Ellos ocupan una gran variedad de hábitats acuáticos, y sus características únicas hacen que tengan pocos competidores en su ambiente acuático. Son de radical importancia en la salud y que son los responsables de enfermedades tales como el paludismo, filariasis, dengue, fiebre amarilla, entre otras, causando a la vez perjuicio sobre otros vertebrados provocando expoliación sanguínea y reacciones alérgicas (Domínguez, 2009d).

### **3.8.9 Phylum Platyhelminthes: Orden Tricladida**

Según Roldán & Ramírez (2008) dentro del Phylum Platyhelminthes se encuentra la clase Turbellaria, cuyos organismos son de vida libre. La clase Turbellaria incluye el Orden Tricladida, que corresponde al grupo de las Planarias, ellas son delgadas y planas y pueden llegar a medir hasta 30 mm.

Este grupo de organismos pueden vivir dentro del agua en ramas, hojas, troncos caídos, en aguas leníticas y lólicas; viven en agua oxigenada pero algunas especies pueden vivir en aguas que presenten altos grados de contaminación por materia orgánica. Las Planarias son depredadoras, pero también pueden alimentarse de

animales muertos, sus principales competidores son otros depredadores como Anélidos, Nemátodos y algunos Crustáceos (Roldán & Ramírez, 2008).

#### **3.8.10 Phylum Mollusca: Clase Gastrópoda**

Roldán & Ramírez (2008) indica que el Phylum Mollusca es un grupo de organismos representados por dos clases: Gastrópoda y Bivalvia.

Los Gastrópodos son organismos que tienen una concha en forma de espiral, su tamaño puede variar y va desde 2 a 70 mm. Se radican en aguas con presencia de carbonato de calcio, ya que esto les facilita la construcción de sus conchas. Estos organismos se encuentran asociadas a aguas tranquilas y poco profundas, donde exista abundante vegetación acuática y materia orgánica en descomposición, siendo persistentes en aguas que presentan dureza y alta alcalinidad (Roldán & Ramírez, 2008).

Los Bivalvos muestran tamaño de 2 a 180 mm, viven tanto en aguas lóticas como en lóxicas, y espacialmente están enterrados en el sustrato o adheridos a la vegetación acuática. De manera general radican en aguas limpias o poco contaminadas (Roldán & Ramírez, 2008).

#### **3.8.11 Phylum Anélida**

Según Roldán & Ramírez (2008) los Anélidos constituyen un gran grupo de organismos, pero dentro del estudio de sistemas dulceacuícolas en el Neotrópico, se consideran dos clases: Oligochaeta e Hyrudinea.

La clase Oligochaeta tiene tamaño entre 1 y 30 mm, son reconocidas ya que poseen la misma estructura que presentan las lombrices del medio terrestre. Se alimentan de Diatomeas, algas filamentosas y detritus animal y vegetal. Estos organismos acuáticos son indicadores

de contaminación, ya que habitan en aguas con mucha materia orgánica y bajos niveles de oxígeno (Roldán & Ramírez, 2008).

Roldán & Ramírez (2008) indica que la familia Tubificidae es la más reconocida, ya que incluye el género Tubifex, mismo que prolifera y se desarrolla en aguas con altos grados de contaminación, y pueden llegar a la abundancia de 40.000 individuos por metro cuadrado.

Clase Hyrudinea, incluye las sanguijuelas, cuyo grupo de organismos pueden medir entre 5 y 45 mm. Sus características representativas son las ventosas que poseen, una anterior y otra posterior, mismas utilizadas para adherirse o para trasladarse dentro del agua. Residen en aguas quietas, charcas, embalses, adheridas a algún sustrato que se encuentre a su alrededor. Son depredadoras y se alimentan de caracoles, insectos, lombrices de agua y algunos macroinvertebrados pequeños (Roldán & Ramírez, 2008).

Las sanguijuelas habitan aguas que reportan altos grados de contaminación, donde la presencia de oxígeno es baja; también se las encuentra en ríos en vías de recuperación. En la región Neotropical se distribuyen en 2 órdenes, 17 familias y alrededor de 17 géneros. Siendo la familia Glossiphoniidae la más representativa (Roldán & Ramírez, 2008).

### **3.9 ÍNDICES BIÓTICOS**

#### **3.9.1 Índice Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica (BMWP-Cr)**

Roldán & Ramírez (2008) nos dice que en el año de 1970, en Inglaterra, se estableció BMWP-Cr (Biological Monitoring Working Party-Cr, equipo de trabajo de monitoreo biológico versión Costa Rica) como una técnica rápida y simple para la evaluación de calidad de agua, a través de macroinvertebrados indicadores, la razón por la

que se catalogó así, fue principalmente por la economía y el tiempo que implicaba su empleo.

Respecto a la utilización de éste método, primeramente se debe saber que se asigna una calificación que va del 1 al 10, en dependencia del grado de tolerancia a la contaminación que presente el organismo. Por ejemplo la familia Perlidae presenta una puntuación de 10; y por otro lado la familia Tubicidae presenta la puntuación de 1. Luego el puntaje sumado de todas las familias da como resultado el total BMWP (Roldán & Ramírez, 2008).

### **3.9.2 Índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos adaptado para El Salvador (IBF-SV)**

El índice biológico de El Salvador está basado en el cálculo, asignación de puntajes y escala de medición propuestos por Hilsenhoff (1987). El índice se basa en dos componentes principales, primero en el puntaje asignado a cada organismo según la tolerancia a la contaminación, luego por la abundancia relativa de los organismos capturados (Universidad de El Salvador, 2010).

Es necesario conocer que el puntaje que se asigna al organismo en dependencia de la tolerancia o grado de sensibilidad, está predeterminado siguiendo el modelo propuesto por Hilsenhoff (1987). Los valores cercanos a “0” indican baja tolerancia, y los cercanos a “10”, indican alta tolerancia a la contaminación. Cabe destacar que la abundancia es considerada una característica propia de cada sitio de muestreo (Universidad de El Salvador, 2010).

## **3.10 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

### **3.10.1 Métodos para ambientes de aguas poco profundas**

Ramírez (2010) indica que las aguas de ambientes con poca profundidad son aquellas que permiten llegar al fondo mediante la

utilización de nuestras manos, por ejemplo están los ríos, lagos y otros cuerpos. Para este tipo de monitoreo existen una amplia variedad de mallas, las cuales podemos comprar o de alguna forma construirlas. Las mallas normalmente se las hace con un tamaño de 500  $\mu\text{m}$ , o en algunos estudios la llegan hacer hasta de 250  $\mu\text{m}$ , ya que algunos macroinvertebrados son tan pequeños que pueden atravesar la red. Debe recordarse que la malla debe ser hecha con un material resistente y fino, para su correcta utilización.

Para estudios cualitativos se pueden utilizar la malla D, coladores o capturarlos directamente, con el objetivo de recolectar la mayor cantidad de organismos. La red se la ubica en contracorriente, siendo sostenida fuertemente, y otra persona puede encargarse de la remoción del material de fondo y lavado de rocas, ayudando de este modo que, macroinvertebrados que se encuentran adheridos al sustrato o piedras, caigan dentro de la red (Ramírez, 2010).

Según Ramírez (2010) luego de que la muestra es colectada se la ubica en una bandeja blanca, ya que facilita la visibilidad de los organismos, y con ayuda de pinzas entomológicas los vamos pasando dentro de frascos con alcohol.

Respecto a estudios cuantitativos en este tipo de área se debe utilizar red Surber o red Hess, ya que cumplen con la característica de muestrear un área determinada del fondo. También se puede utilizar la red tipo D, pero con su debida adaptación. En aguas con flujo continuo es aconsejable el uso de red Surber o tipo D, y en aguas sin flujo es mejor el uso de red Hess (Ramírez, 2010).

Una vez colectados los macroinvertebrados, son trasladados al laboratorio para su correcta separación, y sus resultados se expresan en cantidad por metro cuadrado (Ramírez, 2010).

### **3.10.2 Métodos para ambientes de aguas profundas**

Ramírez (2010) nos dice que estos tipos de ambientes al ser profundos, no permiten un fácil acceso al fondo, como ejemplo tenemos río, lagos y embalses. Para poder monitorear en éstas áreas es necesario el uso de un bote, desde ahí se puede utilizar un draga para la colecta.

Las dragas están diseñadas para su uso en sustratos suaves y finos. De forma general se baja la draga mediante un cable, desde el bote hacia el fondo del río, en un área determinada, por ello el monitoreo es cuantitativo. Finalmente una vez cogida la muestra es llevada individualmente al laboratorio para su respectivo análisis (Ramírez, 2010).

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia y Cantón de Pastaza, en la ciudad de Puyo. El sitio de estudio abarca el río Puyo desde la parroquia Fátima pasando por la zona urbanizada de la ciudad de Puyo hasta Unión base, donde se establecieron cuatro puntos de muestreo.

Las coordenadas de la ciudad de Puyo son las siguientes:

- $1^{\circ} 28' 40,61''$  S
- $77^{\circ} 59' 52,20''$  O
- Elevación = 930m.s.n.m (gloogle earth)

A continuación se detallan los cuatro puntos de muestreo contemplados en la presente investigación:

**TABLA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

Sitio de Estudio	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		Altitud
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
Fátima	17M.833095	9841928	S.01 <sup>0</sup> 25'41,3"	O.78 <sup>0</sup> 00'24,6"	998 msnm
Paseo Turístico	18M.166358	9836727	S.01 <sup>0</sup> 28'30,4"	O.77 <sup>0</sup> 59'52,6"	930 msnm
La Isla	-	-	S.01 <sup>0</sup> 29'01,0"	O.77 <sup>0</sup> 59'44,3"	925 msnm
Unión Base	18M.169509	9831024	S.01 <sup>0</sup> 31'35,7"	O.77 <sup>0</sup> 58'10,7"	906 msnm

Fuente: Elaboración propia de la autora

#### 4.1.1 Condiciones meteorológicas

La ciudad de Puyo presenta un clima húmedo tropical, con una temperatura que varía entre 15°C y 25°C.

En la **TABLA 3** se detalla los datos promedio de las condiciones meteorológicas registradas en la estación meteorológica de Veracruz para el 2011.

**TABLA 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE PUYO.  
ESTACIÓN METEOROLÓGICA VERACRUZ, 2011.**

<b>Condiciones meteorológicas en la ciudad de Puyo</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Temperatura media anual (C0)	20,6
Humedad Relativa (%)	89,6
Evapotranspiración (mm)	765,8
Precipitación (mm)	4500

Fuente: INAMHI, 2011

## **4.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

A continuación se dan a conocer los diferentes materiales de campo y laboratorio utilizados en la presente investigación:

### **4.2.1 Materiales de Campo**

- Red de nylon tipo D de 250  $\mu$ m
- Botas de caucho
- Frascos plásticos pequeños
- Alcohol antiséptico al 75%
- Libreta de campo
- G.P.S
- Lápiz
- Bandejas plásticas blancas
- Pinzas metálicas de punta fina
- Equipo portátil para la medición de los parámetros físicos-químicos; Oxígeno Disuelto, pH.

## 4.2.2 Materiales de Laboratorio

- Pinzas
- Estereoscopio
- Cajas petri
- Alcohol antiséptico al 70%
- Claves de Roldán, Fernández y Domínguez para la identificación de macroinvertebrados acuáticos recolectados.

## 4.3 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

### 4.3.1 Análisis de las características físico-químicas del agua

Los parámetros físicos-químicos fueron medidos *in situ* a continuación un detalle de los equipos utilizados en la medición.

**TABLA 4. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MUESTREO**

<b>Parámetro</b>	<b>Marca</b>	<b>Equipo</b>
Potencial de Hidrógeno (Mv/ pH)	HATCH	Medidor Multiparamétrico HQ40d
Oxígeno Disuelto (mg/dm <sup>3</sup> )	HATCH	Medidor Multiparamétrico HQ40d

Fuente: Elaboración propia de la autora

Los resultados del análisis se compararon con tablas vigentes, cada una con sus rangos y graduaciones para los parámetros de: OD y pH. A continuación se presenta un detalle de las tablas utilizadas para la interpretación de los datos físico-químicos:

**TABLA 5. RANGOS DE CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTUO Y SUS CONSECUENCIAS ECOSISTÉMICAS FRECUENTE.**

OD (mg/dm <sup>3</sup> )	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	(OD) adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintémica

Fuente: Goyenola, 2007

**TABLA 6. VALORES DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

Denominación	pH	Conc. OH <sup>+</sup>	Conc. OH <sup>-</sup>	pOH
NaOH, 0,1 M	14	1x10 <sup>-14</sup>	1x10 <sup>0</sup>	0
Blanqueador casero	13	1x10 <sup>-13</sup>	1x10 <sup>-1</sup>	1
Agua de cal	12	1x10 <sup>-12</sup>	1x10 <sup>-2</sup>	2
Leche de magnesia	11	1x10 <sup>-11</sup>	1x10 <sup>-3</sup>	3
Bórax	10	1x10 <sup>-10</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	4
Clara de huevo, agua de mar	9	1x10 <sup>-9</sup>	1x10 <sup>-5</sup>	5
Sangre humana, lágrimas	8	1x10 <sup>-8</sup>	1x10 <sup>-6</sup>	6
NEUTRO	7	1x10 <sup>-7</sup>	1x10 <sup>-7</sup>	7
Lluvia	6	1x10 <sup>-6</sup>	1x10 <sup>-8</sup>	8
Café negro	5	1x10 <sup>-5</sup>	1x10 <sup>-9</sup>	9
Plátano, tomates	4	1x10 <sup>-4</sup>	1x10 <sup>-10</sup>	10
Vino	3	1x10 <sup>-3</sup>	1x10 <sup>-11</sup>	11
Coca cola, vinagre	2	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-12</sup>	12
Jugo de limón	1	1x10 <sup>-1</sup>	1x10 <sup>-13</sup>	13
Jugo gástrico	0	1x10 <sup>0</sup>	1x10 <sup>-14</sup>	14

Fuente: CONUEE *et al.*, 2009

#### **4.3.2 Identificación de los macroinvertebrados característicos en los cuatro puntos de muestreo**

En el presente estudio se identificaron cuatro puntos de muestreo: Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base, a continuación se detallan los sitios:

- Fátima: el punto específico del muestreo se ubicó a 100 m arriba del dique de Fátima, lugar turístico de la Provincia de Pastaza.
- Paseo Turístico: este sitio se encuentra en la tercera poza del paseo turístico del río Puyo, en el barrio Simón Bolívar.
- La Isla: este punto de muestreo está ubicado a 300m del centro de la ciudad de Puyo.
- Unión base: el sitio se encuentra ubicado a 7,34 km del punto La Isla cerca del centro de la ciudad de Puyo.

Respecto al muestreo, este se realizó en cada punto, y el esfuerzo de trabajo se lo realizó en una hora; en la que dos personas se encargaron de la colecta con la red tipo D de 250  $\mu\text{m}$ , la una sosteniendo la red ubicada contra la corriente y la otra persona ubicada delante de la red removiendo las rocas y lavándolas con el fin de capturar la mayor cantidad de macroinvertebrados.

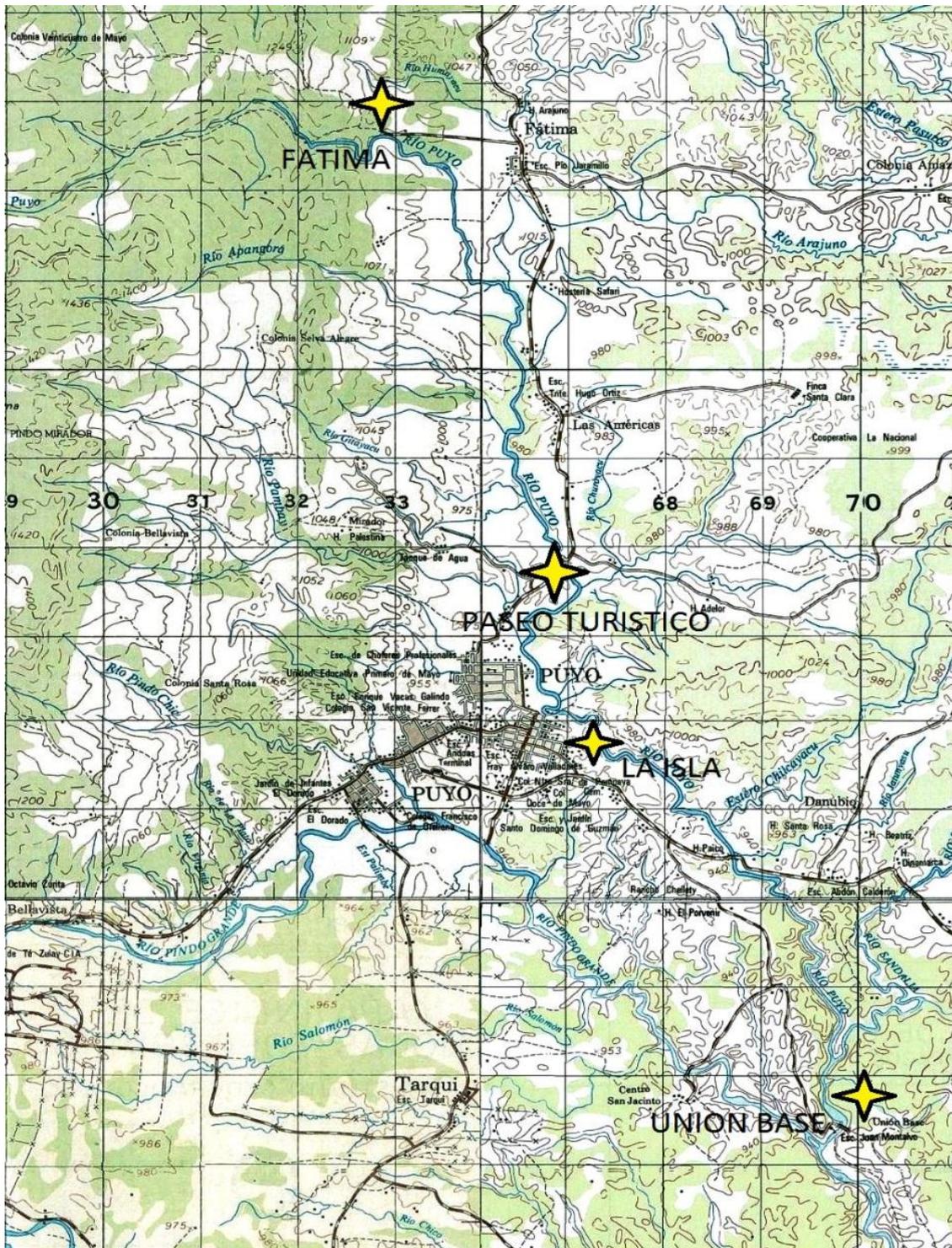
Los macroinvertebrados que se capturaron son propios de cada hábitat y cada sitio de muestreo era diferente uno del otro, tanto en características físicas como químicas. Por ejemplo se encontraron hábitats como: bultos de hojas, vegetación sumergida, proliferación de algas, rápidos y sitios con corriente lenta, algunos con fondo pedregoso, fangoso o arenoso.

Las muestras colectadas se trasladaron a unas bandejas blancas, en la que otras dos personas se encargaban de la separación con ayuda de pinzas y pinceles, cuando esto era posible y guardado en frascos con alcohol, o de lo contrario se lo trasladaba al laboratorio para su respectiva clasificación. Luego se realizó una clasificación mucho más minuciosa en el laboratorio, esto fue a nivel de órdenes y posteriormente en familias con la ayuda del estereoscopio y de las claves taxonómicas de Domínguez y Fernández (2009).

Las claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009) permite la identificación y separación de los macroinvertebrados, para éste trabajo se tomaron en cuenta las características morfológicas de cada organismos, tales como: antenas, cercos, branquias, forma y ubicación de la cabeza, palpo, prementón, patas, uñas, región abdominal, tórax. De forma general la tarea consistía en la ubicación del espécimen en la caja petri, luego se lo observaba minuciosamente a través del microscópio y al mismo tiempo comparando con las características de las claves taxonómicas, con el objetivo de ir diferenciando hasta quedar seguros de la familia a la que pertenecía cada organismo, en caso de no estar totalmente seguros se buscaban fotografías en internet para una mayor visualización, llegando finalmente a una identificación completa del organismo.

Estos datos fueron tomados cada veinte días en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del 2012. A continuación se presenta una gráfica de la ubicación geográfica de los cuatro puntos de muestreo considerados dentro del presente estudio (**FIGURA 1**).

**FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO**



Fuente: IGM. Cartas topográficas Mera, Shell, Puyo y Veracruz. Escala 1:50000.

Adaptación: la autora

### 4.3.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos se utilizó el Índice BMWP-Cr e IBF-SV, por consiguiente el uso de éstos dos índices nos indicó cual es el mejor a utilizarse para un estudio en la zona de Puyo. A continuación se detallan las tablas elaboradas para el cálculo de los índices anteriormente nombrados.

### 4.3.4 Índice BMWP-Cr

El Índice BMWP-Cr (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica, Astorga *et al* (2007), es un índice biótico en el que se toma en cuenta únicamente el taxón presente en la muestra de macroinvertebrados. A continuación se presenta la tabla utilizada la asignación de la puntuación.

**TABLA 7. PUNTAJE PARA LAS FAMILIAS IDENTIFICADAS EN COSTA RICA.**

9	O	Polythoridae
	D	Blephariceridae, Athericidae
	E	Heptageniidae
	P	Perlidae
	T	Lepidostomatidae, Odontoceridae, Hydrobiosidae, Ecnomidae
8	E	Leptophlebiidae
	O	Cordulegastridae, Corduliidae, Aeshnidae, Perilestidae
	T	Limnephilidae, Calamoceratidae, Leptoceridae, Glossosomatidae
	B	Blaberidae
7	C	Ptilodactylidae, Psephenidae, Lutrochidae
	O	Gomphidae, Lesliidae, Megapodagrionidae, Protoneuridae, Platystictidae
	T	Philopotamidae
	Cr	Talitridae, Gammaridae
6	O	Libellulidae
	M	Corydalidae
	T	Hydroptilidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae
	E	Euthyplociidae, Isonychidae
5	L	Pylaridae
	T	Hydropsychidae, Helicopsychidae
	C	Dryopidae, Hydraenidae, Elmidae, Limnichidae
	E	Leptohyphidae, Oligoneuriidae, Polymitarcyidae, Baetidae
	Cr	Crustacea
	Tr	Turbellaria
4	C	Chrysomelidae, Curculionidae, Haliplidae, Lampyridae, Staphilinidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Scirtidae, Noteridae
	D	Dixidae, Simuliidae, Tipulidae, Dolichopodidae, Empididae, Muscidae, Sciomyzidae, Cerapodogonidae,

		Stratiomyidae, Tabanidae
	H	Belostomatidae, Coxidae, Naucoridae, Pleidae, Nepidae, Notonectidae
	O	Calopterygidae, Coenagrionidae
	E	Caenidae
	Hi	Hidracarina
3	C	Hydrophilidae
	D	Psycodidae
	Mo	Valvatidae, Hidrobiidae, Lymnacidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae
	A	Hirudinea, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae
	Cr	Asellidae
2	D	Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae
1	D	Syrphidae
	A	Oligochaeta (todas las clases)

Fuente: Astorga *et al*, 2007

Nota: D: Diptera; E: Ephemeroptera; P: Plecoptera; T: Trichoptera; O: Odonata; C: Coleoptera; M: Megaloptera; H: Hemiptera; L: Lepidoptera; B: Blattodea; Tr: Tricladida; Cr: Crustacea; A: Annelida; Mo: Molusco.

Índice BMWP-CR (*Biological Monitoring Working Party*) para monitoreo biológico en Costa Rica a partir del Biological Monitoring Working Party (BMWP). Éste índice fue modificado por Astorga *et al* y propuesto el 2007 por la República de Costa Rica dentro del reglamento vigente del país. Constituye un indicador de diversidad taxonómica y valoración relativa a nivel de familias, en el cual cada familia cuenta con un puntaje expresado en escala de 1 a 10, siendo mayor el valor en función de la calidad de agua en la cual se desarrollan los organismos. Así, el puntaje de 10 indica familias que no aceptan contaminantes y el puntaje de 1 a aquellas que toleran gran cantidad de los mismos. El índice considera únicamente la presencia de familias y no la abundancia de individuos de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IBF-CR = \sum V_i$$

Donde:

IBF-CR = Índice biológico IBF-CR para un punto determinado

$V_i$  = Valor constante de calidad de agua para la familia  $i$  (valor establecido del 1 al 10 para cada familia). Los valores para cada familia se presentan en el **ANEXO 10** (Astorga *et al*, 2007).

Luego que se obtuvo el puntaje, viene la clasificación de sus aguas. Esta clasificación depende de la puntuación resultante que da valores entre 0 y un máximo indeterminado, que habitualmente no sobrepasa los 200. Se establecieron seis niveles según el puntaje obtenido. (Astorga *et al*, 2007).

**TABLA 8. CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DEL PUNTAJE OBTENIDO.**

<b>Nivel de calidad</b>	<b>Bmwp-cr</b>	<b>Color representativo</b>
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible	101-119	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy malas, extremadamente contaminadas	<15	Rojo

Fuente: Astorga *et al.*, 2007

#### **4.3.5 Índice IBF-SV**

El índice IBF-SV es una adaptación para El Salvador realizada por la Universidad de El Salvador en base a la propuesta de Hilsenhoff (1987).

Universidad de El Salvador nos indica que el Índice Biológico adaptado para El Salvador, consiste en dar la puntuación correspondiente en cada punto de muestreo, ponderado por su abundancia relativa. Por ello éste índice depende de dos componentes principales, primero del puntaje asignado a cada grupo taxonómico de macroinvertebrados, y el segundo se refiere a la abundancia relativa de cada grupo de macroinvertebrados encontrado (Universidad de El Salvador, 2010).

El valor que se le asigna a cada grupo de macroinvertebrados está determinado de acuerdo al grado de sensibilidad que éstos presenten, siguiendo el modelo propuesto por Hilsenhoff (1987), según el cual los valores cercanos a “0” presenta baja tolerancia a la contaminación, en cambio valores cercanos a “10” presentan los individuos que poseen una alta tolerancia a la contaminación (Universidad de El Salvador, 2010).

El índice es construido a partir de la sumatoria de los productos entre los valores ponderados y valores de sensibilidad inverso, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IBF-SV} = \sum \frac{N_i \times V_i}{N_t}$$

Donde:

IBF-SV = Índice biológico IBF-SV para un punto determinado

$N_i$  = Número de individuos colectados pertenecientes a una familia  $i$

$V_i$  = Categoría de calidad de agua para la familia  $i$  (valor establecido del 1 al 10 para cada familia). Los valores para cada familia se presentan en el **ANEXO 11**.

$N_t$  = Número total de individuos colectados en el punto (Universidad de El Salvador, 2010).

A continuación se da a conocer la tabla guía para la asignación de puntajes de los diferentes grupos taxonómicos.

**TABLA 9. ASIGNACIÓN DE PUNTAJES O GRADOS DE SENSIBILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LOS DIFERENTES INVERTEBRADOS ACUÁTICOS PRESENTES EN LAS AGUAS DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE EL SALVADOR.**

<b>Puntajes o grados de sensibilidad a la contaminación de las aguas</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>		
0	Diptera	Blephariceridae		
1	Odonata	Corduliidae Platystictidae		
	Trichoptera	Glossosomatidae		
2	Odonata	Cordulesgasteridae		
	Plecoptera	Perlidae		
	Trichoptera	Calamoceratidae		
		Lepidostomatidae		
Odontoceridae Xiphocentronidae				
3	Blattodea			
	Coleoptera	Gyrinidae Lampyridae Ptilodactylidae		
		Ephemeroptera	Heptageniidae	
		Trichoptera	Polycentropdidae	
	4	Bivalvia		
Gastropoda		Hydrobiidae		
Coleoptera		Dryopidae Elmidae Hydroscaphidae Noteridae Psephenidae		
		Hemiptera	Pleidae	
		Odonata	Aeshinidae	
		Trichoptera	Hidrobiosidae Hidroptilidae Leptoceridae	
			5	Acarina
Nematoda				
Planaria				
Amphipoda				
Coleoptera	Hydraenidae Limnichidae Lutrochidae			
	Collembola			
	Diptera	Dixidae Tipilidae		
Ephemeroptera		Leptophlebiidae		
Hemiptera	Corixidae Gelastocoridae Mesoveliidae Nepidae Notonectidae Saldidae Veliidae			
	Lepidoptera	Crambidae		
	Trichoptera	Helicopsychidae		

		Hydropsychidae
		Philopotamidae
6	Hirudinea	
	Gastropoda	Planorbiidae
	Coleoptera	Dytiscidae
		Hydrophilidae
	Diptera	Psychodidae
	Ephemeroptera	Caenidae
	Hemiptera	Belostomatidae
		Ochteridae
	Megaloptera	Corydalidae
	Odonata	Calopterygidae
Ghompidae		
Libellulidae		
8	Diptera	Ceratopogonidae
		Chironomidae
9	Gastropoda	Physidae
	Diptera	Ephydriidae
	Odonata	Coenagrionidae
10	Oligochaeta	
	Diptera	Culicidae
		Syrphidae

Fuente: Universidad de El Salvador, 2010

Según la puntuación obtenida, finalmente se comprueba en que calidad de agua se le cataloga al sitio de muestreo. A continuación se presenta la tabla con las categorías correspondientes a la calidad de agua (Universidad de El Salvador, 2010).

**TABLA 10. CATEGORÍAS DE LA CALIDAD DEL AGUA, SEGÚN RESULTADOS OBTENIDO A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL IBF-SV-2010.**

Valor IBF -SV	Categoría	Calidad del agua	Interpretación del grado de contaminación orgánica
0,00-3,75	1	Excelente	Contaminación orgánica improbable
3,76-4,25	2	Muy buena	Contaminación orgánica leve posible
4,26-5,00	3	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
5,01-5,75	4	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial es probable
5,76-6,50	5	Regular Pobre	Contaminación sustancial probable
6,51-7,25	6	Pobre	Contaminación muy sustancial probable
7,26-10,00	7	Muy Pobre	Contaminación orgánica severa muy probable

Fuente: Universidad de El Salvador, 2010

## 5 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis realizado en la presente investigación, además de la interpretación de sus datos y su respectiva discusión.

### 5.1 Características físicas y químicas de los sitios estudiados

#### 5.1.1 Oxígeno Disuelto

Los resultados que se obtuvieron del parámetro oxígeno disuelto se presenta en la siguiente tabla.

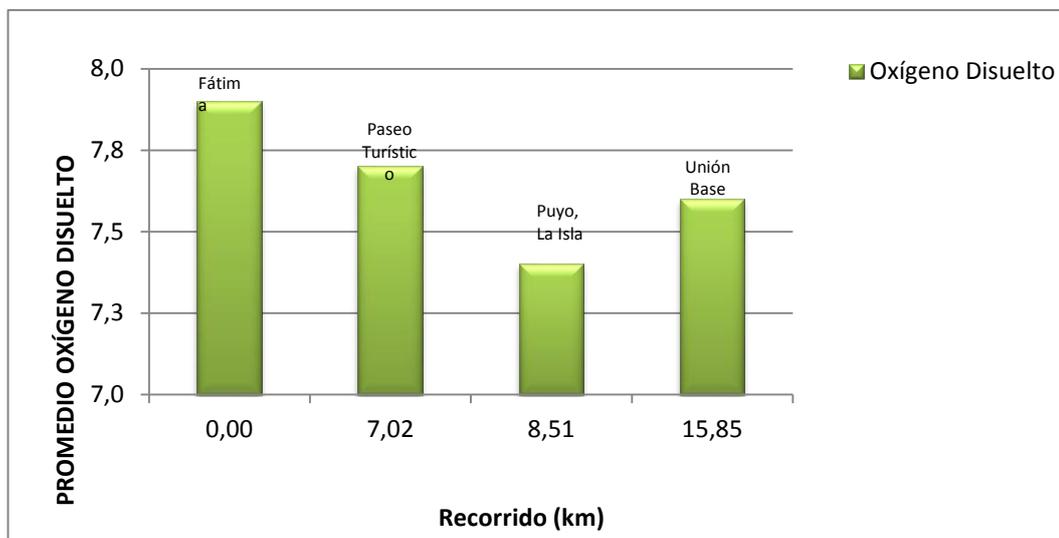
**TABLA 11. MEDIAS ESTADÍSTICAS DEL OXÍGENO DISUELTO EN LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO DEL RÍO PUYO. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

Oxígeno disuelto		
Sitio	Promedio	Mediana
Fátima	7,9	7,8
Paseo Turístico	7,7	7,7
La Isla	7,4	7,4
Unión Base	7,6	8,0

Fuente: Elaboración propia de la autora

Los resultados obtenidos de oxígeno disuelto se mantuvieron en valores máximo de 7,9 mg/L y mínimo de 7,4 mg/L, en los sitios de Fátima y La Isla respectivamente, como se muestra en la **(FIGURA 2)**. Según la **(TABLA 5)** extraída de Goyenola (2007), menciona que los valores de cinco a ocho corresponden a aguas de condición aceptable para la vida de la gran mayoría de peces y otros organismos acuáticos.

**FIGURA 2. GRÁFICA DEL PROMEDIO DE OXÍGENO DISUELTO DE LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO, PASTAZA-PASTAZA-2012.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

De acuerdo a la TABLA 3 “Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario (TULAS) Libro VI Anexo 1”, el OD no debe ser menor a 5 mg/L, lo que se cumple en los cuatro puntos de muestreo estudiados en el río; por tanto según estudios físico-químicos no existirían diferencias de calidad de agua entre los cuatro sitios de muestreo, sin embargo, al considerar al mismo tiempo el estudio biológico se dan a conocer resultados más precisos y confiables sobre el estado del río en cada uno de los puntos estudiados.

### 5.1.2 Potencial Hidrógeno

Los resultados obtenidos del parámetro potencial de hidrógeno se presentan de esta forma.

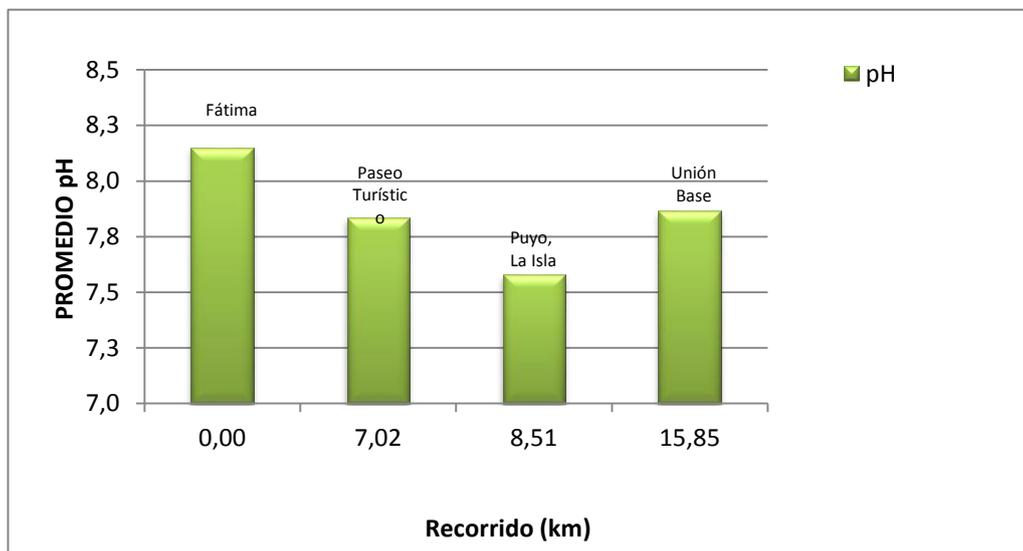
**TABLA 12. MEDIAS ESTADÍSTICAS DE PH EN LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO DEL RÍO PUYO. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

pH		
Sitio	Promedio	Mediana
Fátima	8,2	8,1
Paseo Turístico	7,8	7,8
La Isla	7,6	7,6
Unión Base	7,9	7,8

Fuente: Elaboración propia de la autora

Los resultados obtenidos de pH se mantuvieron en valores máximos de 8,2 y mínimo de 7,6, en los sitios de Fátima y La Isla respectivamente, como se muestra en la **(FIGURA 3)**. Según la **(TABLA 6)** extraído de CONUEE *et al* (2009), México, menciona que los valores de 7 a 8 tienden a ser alcalinos, a similitud a los que se encuentran en este trabajo.

**FIGURA 3. GRÁFICA DEL PROMEDIO DE PH DE LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

De acuerdo a la **TABLA 3** Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario (TULAS) Libro VI Anexo 1, el pH óptimo debe mantenerse en un rango de 5-9, esto se cumple en los cuatro

puntos de muestreo estudiados en el río; por tanto según estudios físicos-químicos no existirían diferencias de calidad de agua entre los cuatro sitios de muestreo, sin embargo, al considerar al mismo tiempo el estudio biológico se da a conocer resultados más precisos y confiables sobre el estado del río en cada uno de los punto estudiados.

## 5.2 Macroinvertebrados característicos de los sitios: Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base

### 5.2.1 Fátima

En el sector de Fátima se colectaron un total de 785 individuos, distribuidos en 30 familias y 10 órdenes (**TABLA 13**), siendo el orden más representativo Ephemeroptera con 275 individuos (35,03%), seguido de Trichoptera con 215 individuos (27,39%) y Coleoptera con 114 individuos (14,52%). Los órdenes que representaron una menor abundancia fueron: Araneae y Turbellaria, cada una con un individuo (0,13%) (**FIGURA 4**).

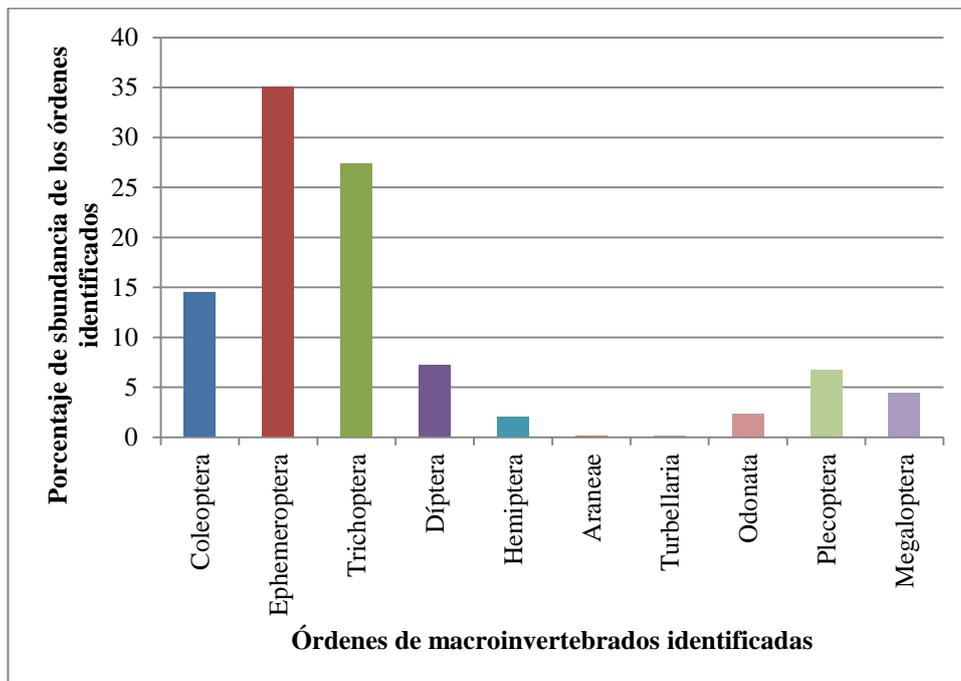
**TABLA 13. NÚMERO DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS EN FÁTIMA. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

Fátima			
Orden	Familia	Total	Porcentaje
Coleoptera	Spercheidae Erichson,1837	114	14,52
	Ptilodactylidae Laporte, 1836		
	Psephenidae Lacordaire, 1854		
	Elmidae Curtis, 1830		
Ephemeroptera	Euthyplociidae Lestage, 1921	275	35,03
	Polymitarcyidae McCarfferty, 1975		
	Leptophlebiidae		
	Baetidae Leach, 1815		
	Melanemerellidae Demoulin, 1955		
	Leptohiphidae Landa & Soldán, 1985		
	Coryphoridae Molineri <i>et al</i> , 2001		
	Oligoneuriidae		

Trichoptera	Hydropsychidae Curtis, 1835	215	27,39
	Xiphocentronidae Schmit, 1982		
	Hydrobiosidae Ulmer, 1905		
	Leptoceridae Leach & Brewster, 1815		
Díptera	Simuliidae Newman, 1834	57	7,26
	Tipulidae Latreille, 1802		
	Chironomidae		
	Psychodidae		
Hemiptera	Belostomatidae Leach, 1815	16	2,04
	Veliidae Amyot & Seville, 1843		
Araneae	Hydracarina	1	0,13
Turbellaria	Turbellaria Ehrenberg, 1831	1	0,13
Odonata	Platystictidae Laidlaw, 1924	18	2,29
	Coenagrionidae Kirby, 1890		
	Libellulidae Rambur, 1842		
	Gomphidae Rambur, 1842		
Plecoptera	Perlidae	53	6,75
Megaloptera	Corydalidae	35	4,46
Total		785	100

Fuente: Elaboración propia de la autora

**FIGURA 4. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA BENTÓNICA DEL SECTOR FÁTIMA PASTAZA-PASTAZA-2012.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

Los órdenes identificados como mayoritarios al contar con un puntaje elevado en la valoración del índice BMWP-Cr, indican una buena calidad del agua, (Vega & Durant, 2000) estos resultados presentan semejanzas con el estudio "Fenología de ephemeropteros y su relación con la calidad del agua del río Albarregas-Mérida-Venezuela", en el que se menciona que cuando Ephemeropteros y trichópteros son dominantes, al igual con otros organismos como los coleopteros, éstos representan una buena calidad de agua. La abundancia de Ephemeropteros se debe a características propias del sector, por ejemplo, la presencia de fondo rocoso por lo que el agua posee una alta oxigenación (Flowers & De La Rosa, 2010), por ello estos organismos son considerados sensibles a la contaminación, sin embargo, pueden ocupar sitios contaminados levemente, pero esto se presenta solo en algunas familias como Baetidae y Leptohyphidae (Guerrero, 2010). Los Tricopteros residen en lugares de alta oxigenación como es el caso de Fátima, y la abundancia que presentó es un buen indicador de calidad de agua, además de ser organismos beneficiosos dentro de la dinámica del río.

Este sitio al estar rodeado por un bosque secundario y eminente presencia de actividades como la ganadería, turismo y algo de agricultura, recibe cierto grado de contaminación de sus alrededores, sin embargo, no se ve afectado en gran magnitud por ser una zona torrentosa donde la dilución de concentración de contaminantes se da a diario, más aún en tiempos de lluvias, lo que es muy frecuente en la zona de Puyo. Además su alejamiento de la población humana aporta favorablemente para su conservación.

Este sitio presentó la mayor diversidad biológica, en comparación con los otros puntos de muestreo, esto puede deberse a la ubicación geográfica, a características físicas y químicas del lugar. La presencia de micro hábitats y al encontrarse aislada de la influencia antropogénica severa aporta positivamente al desarrollo de las

especies presente en esta zona (Pino *et al*, 2003), éstos resultados muestran semejanzas con el estudio biológico realizado “Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la quebrada la bendición, municipio de quibdó(chocó, colombia)”, en el mismo menciona el estudio realizado desde la zona alta a media, encontrando diferencias en la diversidad en cada punto de muestreo, destacando el punto uno como el más diverso respecto a los demás punto ubicados aguas abajo.

### **5.2.2 Paseo Turístico**

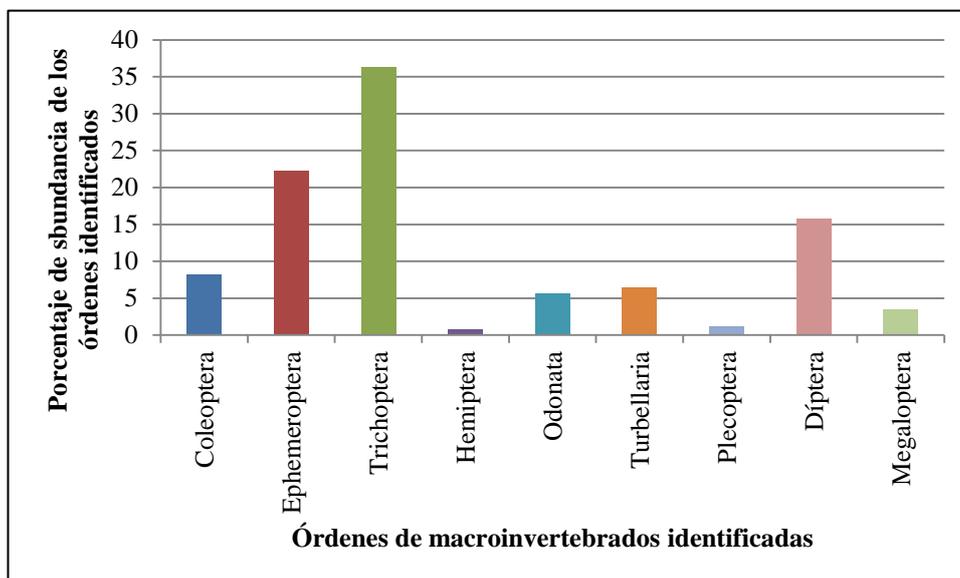
En el sector de Paseo Turístico se colectaron un total de 526 individuos, distribuidos en 21 familias y 9 órdenes (**TABLA 14**), siendo el orden más representativo Trichoptera con 191 individuos (36,31%), seguido de Ephemeroptera con 117 individuos (22,24%) y Diptera con 83 individuos (15,78%). Los órdenes que representaron una menor abundancia fueron: Plecoptera con 6 individuos (1,14%) y Hemiptera con 4 (0,76%) (**FIGURA 5**).

**TABLA 14. NÚMERO DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS EN PASEO TURÍSTICO.  
PASTAZA-PASTAZA-2012.**

<b>Orden:</b>	<b>Familia</b>	<b>Total familia</b>	<b>Porcentaje Familias</b>
Coleoptera	Ptilodactylidae	43	8,17
	Psephenidae		
	Elmidae		
	Spercheidae		
	Hydrochidae Thomson, 1959		
Ephemeroptera	Baetidae	117	22,24
	Leptophlebiidae		
	Leptohyphidae		
Trichoptera	Hydropsychidae	191	36,31
	Hidrobiosidae		
Hemiptera	Belostomatidae	4	0,76
	Veliidae		
Odonata	Coenagrionidae	30	5,70
	Platystictidae		
	Libellulidae		
Turbellaria	Turbellaria	34	6,46
Plecoptera	Perlidae	6	1,14
Díptera	Chironomidae	83	15,78
	Simullidae		
Megaloptera	Corydalidae	18	3,42
Total		526	100

Fuente: Elaboración propia de la autora

**FIGURA 5. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA BENTÓNICA DEL SECTOR PASEO TURÍSTICO**



Fuente: Elaboración propia de la autora

El sector Paseo Turístico es notorio un grado de contaminación aunque no alto según los índices BMWP-Cr e IBF-SV que se muestran más adelante. La zona presenta fondo pedregoso y área torrentosa con buena oxigenación lo que permite la mezcla de nutrientes (Vega & Durant, 2000), este sitio presenta similitud con el estudio denominado “Fenología de ephemeropteros y su relación con la calidad del agua del río Albarregas-Mérida-Venezuela”, y en el margen izquierdo del río se aprecia el bosque exuberante aportando favorablemente con nutrientes necesarios para lo organismos de esta zona.

Sin embargo, en el margen derecho existen viviendas y al ser ésta una zona turística, decaen graves efectos adversos sobre la calidad del agua, además de venir arrastrando aguas de poblaciones ubicadas aguas arriba tal como lo demostró (Saransig, 2009) en la tesis denominada “Estudio de la calidad del agua en los afluentes de la microcuenca alta del río Guargualla para determinar las causa de la degradación y alternativas de manejo”, dicho autor menciona que un

sitio que presenta aguas moderadamente contaminadas, posiblemente se debe a la intervención antropogénica.

A pesar de ciertas características de este lugar, aún algunas especies subsisten, sin embargo, es evidente el deterioro del río que se va dando a través de los años.

### 5.2.3 La Isla

En el sector La Isla se colectaron un total de 928 individuos, distribuidos en 20 familias y 13 órdenes (**TABLA 15**), siendo el orden más representativo Diptera con 297 individuos (32,00%), seguido de Ephemeroptera con 226 individuos (24,35%) y Oligochaeta con 168 individuos (18,10%). Los órdenes que representaron una menor abundancia fueron: Trichoptera, Megalopetra y Crustacea con 1 individuo (0,11%) (**FIGURA 6**).

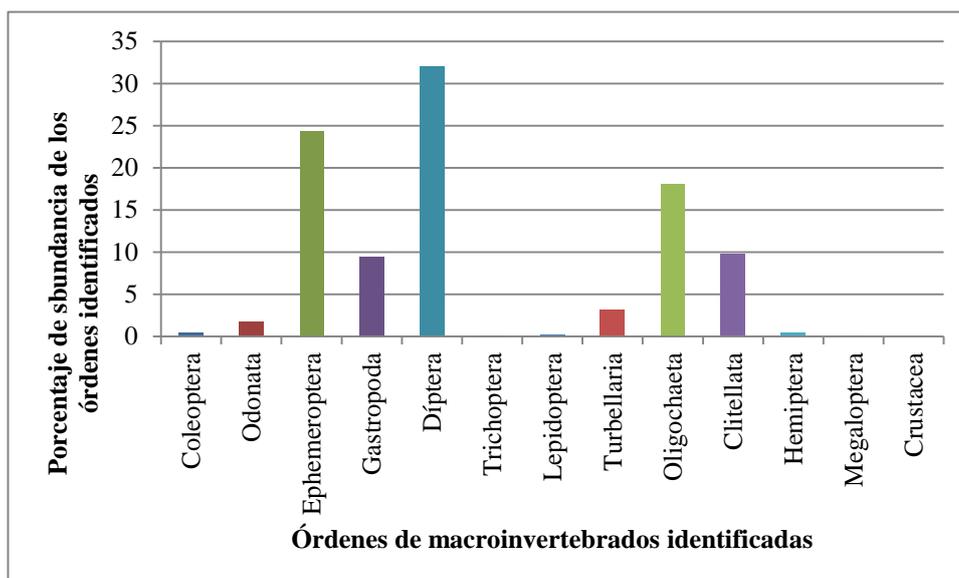
**TABLA 15. NÚMERO DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS EN LA ISLA. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

Orden:	Familia	Total	Porcentaje
Coleoptera	Elmidae	4	0,43
	Spercheidae		
	Cneoglossidae Cahmpion, 1897		
Odonata	Libellulidae	16	1,72
	Coenagrionidae		
	Calopterygidae Pinhey, 1982		
Ephemeroptera	Leptohiphidae	226	24,35
	Baetidae		
Gastropoda	Physidae Fitzinger, 1833	88	9,48
Diptera	Chironomidae	297	32,00
	Psychodidae		
Trichoptera	Hydropsychidae	1	0,11
Lepidoptera	Pyralidae Latreille, 1802	2	0,22
Turbellaria	Turbellaria	29	3,13
Oligochaeta	Oligochaeta	168	18,10
Clitellata	Glossiphoniidae	91	9,81

Hemiptera	Belostomatidae	4	0,43
Megaloptera	Corydalidae	1	0,11
Crustacea	Pseudothelphusidae Rathbun, 1893	1	0,11
Total		928	100

Fuente: Elaboración propia de la autora

**FIGURA 6. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA BENTÓNICA DEL SECTOR LA ISLA**



Fuente: Elaboración propia de la autora

Los grupos dominantes que se presentaron en la Isla indican principalmente la alta tolerancia que presentan estos individuos a la contaminación, siendo capaces de habitar por largos periodos en sitios con bajas concentraciones de oxígeno de acuerdo a los resultados obtenido de OD en la presente investigación, aunque no presentan diferencias significativas con los otros puntos de muestreo; por lo mismo la característica más importante por la que existen en abundancia en este sector es principalmente la disponibilidad de detritus que posee la zona (Figuroa *et al*, 2003), por lo mismo el estudio presenta similitud con la investigación “Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile”. Éstos organismos poseen pigmentos respiratorios que les

permite vivir en aguas pobres de oxígeno y donde abunda la materia orgánica (Dajoz, 2002).

Ésta es el área más contaminada de los cuatro puntos de muestreo, ya que recibe las aguas servidas de toda la ciudad, presentando desperdicios de toda clase, vegetación en descomposición y malos olores lo que va afectando gravemente al hábitat acuático de esta zona por la intervención antrópica (Saransig, 2009), presentando similitud con el estudio “Estudio de la calidad del agua en los afluentes de la microcuenca alta del río Guargualla para determinar las causa de la degradación y alternativas de manejo”, en el que menciona que las diferentes actividades realizadas por el hombre tales como lavado de ropa, agricultura y demás van deteriorando la calidad del agua. La zona presenta un hábitat propicio para la proliferación de Dipteros y Oligochaeta, sin embargo también la presencia de Ephemeropteros pero solo de algunas familias que pueden tolerar un cierto grado de contaminación (Giacometti & Bersosa, 2006; Guerrero, 2010).

La Isla al ser un área contaminada, presenta disminución de oxígeno disuelto respecto a los otros puntos estudiados, por lo que es notable la disminución de especies, por tanto la diversidad biológica descende; esto se lo explica más claramente en la correlación que existe entre el OD y IBF-SV en el punto 4.5.2 que se presenta más adelante.

A pesar de la evidente contaminación que existe en este lugar, en este sitio se practica la pesca, ya que la vida acuática continua, aún encima de todos los efectos adversos que presenta este sitio, tal como se lo comprobó en el muestreo realizado el 25 de noviembre del 2012 (**FIGURA 7**).

**FIGURA 7. FOTOGRAFÍA TOMADA EN EL SECTOR LA ISLA. SE OBSERVAN JÓVENES REALIZANDO LABORES DE PESCA.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

#### **5.2.4 Unión Base**

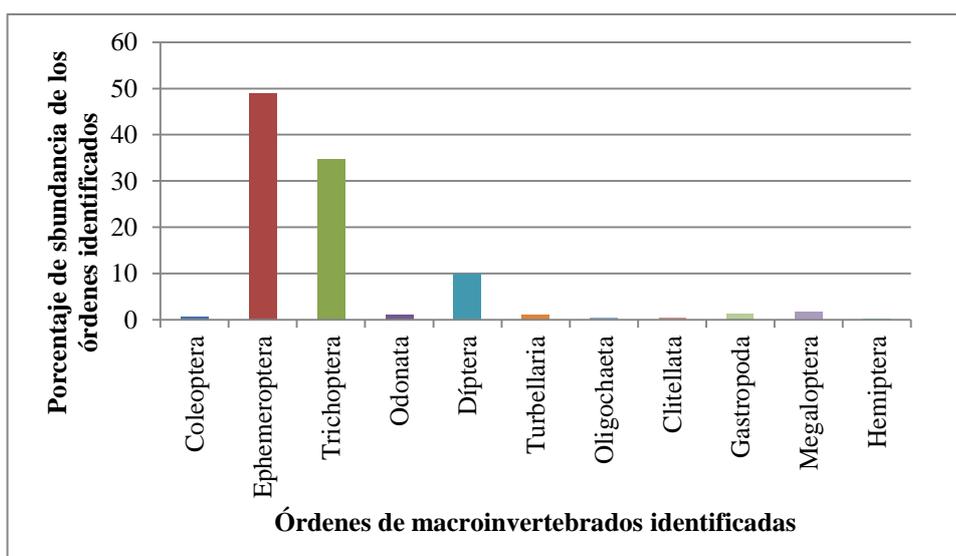
En el sector de Unión Base se colectaron un total de 569 individuos, distribuidos en 20 familias y 11 órdenes (**TABLA 16**), siendo el orden más representativo Ephemeroptera con 278 individuos (48,86%), seguido de Trichoptera con 197 individuos (34,62%) y Diptera con 56 individuos (9,84%). Los órdenes que representaron una menor abundancia fueron: Oligochaeta y Clitellata con 2 individuos (0,35%), Hemiptera con 1 individuo (0,18%) (**FIGURA 8**).

**TABLA 16. NÚMERO DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS EN UNIÓN BASE. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

Orden:	Familia	Total	Porcentaje
Coleoptera	Ptilodactylidae	4	0,70
	Elmidae		
	Spercheidae		
Odonata	Libellulidae	6	1,05
	Coenagrionidae		
Ephemeroptera	Leptohyphidae	278	48,86
	Baetidae		
	Leptophlebiidae		
Gastropoda	Physidae	7	1,23
	Thiaridae Gill, 1871		
Díptera	Chironomidae	56	9,84
	Psychodidae		
Trichoptera	Hydropsychidae	197	34,62
	Hidroptilidae Stephens, 1836		
Turbellaria	Turbellaria	6	1,05
Oligochaeta	Oligochaeta	2	0,35
Clitellata	Glossiphoniidae	2	0,35
Hemiptera	Belostomatidae	1	0,18
Megaloptera	Corydalidae	10	1,76
Total		569	100

Fuente: Elaboración propia de la autora

**FIGURA 8. COMPOSICIÓN DE LA FAUNA BENTÓNICA DEL SECTOR UNIÓN BASE**



Fuente: Elaboración propia de la autora

En el sector de Unión base la abundancia se representó por los órdenes: Ephemeroptera (49,20%), Trichoptera (34,16%) y Díptera (9,91%). Ya en esta zona el curso del río Puyo ha pasado por un largo recorrido de 7,34km (Figura 1) desde el sitio La Isla recibiendo aguas de dos ríos: Sandalias y Jatunyaku, y del estero Chilcuyacu, produciéndose un lavado de sus aguas. Esto se da principalmente a la distancia existente entre los puntos de muestreo cuya separación es de 7,34 km, así de este modo también lo mencionó (Chávez & Orantes, 2010) en el estudio Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. Su hábitat se encuentra representado por piedras rodeadas ligeramente de algas, vegetación y restos de desperdicios.

Unión Base presenta organismos típicos de un sistema con indicios de recuperación, por ejemplo, nuevamente aparecen los Trichopteros, lo que supone una lenta recuperación que se va dando a través de los años, así de la misma forma lo mencionó (Pérez *et al*, 1998), en el estudio del río Turia, en Teruel-España.

Esta zona se caracteriza por ser pedregosa y torrentosa, el margen izquierdo del río se encuentra rodeado de vegetación, y por otro lado el margen derecho está habitado por personas, mismas que usan el río como sistema de alcantarillado y como zona turística de balneario, sin embargo esta zona no es apta para el disfrute de sus aguas, por las características que presenta demostrado a través del cálculo de los índices BMWP-Cr e Índice Biológico del El Salvador, que se muestra más adelante.

### **5.3 Índice BMWP-Cr**

Los resultados obtenidos en los cuatro puntos de muestreo (Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base), son los siguientes.

**TABLA 17. RESULTADOS DE LOS 4 PUNTOS DE MUESTREO DEL ÍNDICE  
BMWP-CR. PASTAZA-PASTAZA-2012.**

Sitio	BMWP-Cr (Puntaje obtenido)					Calidad de agua
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Media	
Fátima	118	120	106	124	119	Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible
Paseo Turístico	88	90	84	85	87	Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada
La Isla	40	34	60	33	42	Aguas de calidad mala, contaminadas
Unión Base	59	68	40	48	54	Aguas de calidad mala, contaminadas

Fuente: Elaboración propia de la autora

Se registraron los valores de BMWP-Cr obtenidos de los cuatro sitios de muestreo, en las cuatro repeticiones realizadas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2012.

En el sector de Fátima se registró un valor máximo de 124 en la puntuación de taxones y un valor mínimo de 106, dando como resultado un valor medio de 119, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Fátima presenta aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible (**TABLA 8**) extraído de (Astorga *et al*, 2007).

Así de esta manera se menciona en el estudio realizado por (Liceo de la Rita, 2012) en el “Análisis físico, químico y biológico de la cuenca hidrológica del Río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica”, en el que la puntuación de este sitio de muestreo da 104 respecto a la puntuación taxonómica utilizado el índice BMWP-Cr siendo la calidad de agua buena, no contaminada de manera sensible.

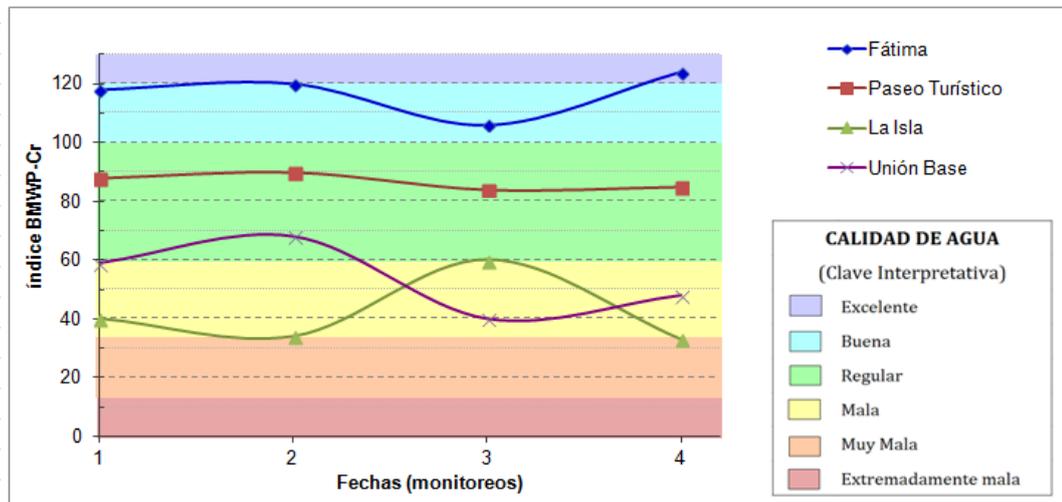
En el sector Paseo Turístico se registró un valor máximo de 90 y un valor mínimo de 84, dando como resultado un valor medio de 87, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Paseo Turístico presenta aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada (**TABLA 8**) extraído de (Astorga *et al*, 2007), también se reportó un valor similar en el estudio realizado por (Liceo de la Rita, 2012) en el “Análisis físico, químico y biológico de la cuenca hidrológica del Río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica”, en que dio un valor de 71 del índice de BMWP-Cr, correspondiendo a aguas de calidad regular, contaminadas de forma moderada.

En el sector La Isla se registró un valor máximo de 60 y un valor mínimo de 33, dando como resultado un valor medio de 42, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector La Isla presenta aguas de calidad mala, contaminadas (**TABLA 8**) extraído de (Astorga *et al*, 2007), de la misma manera se dio en el estudio realizado por (Ibarra, 2009) en Informe de Campo No. 1/2009 de Flora y Fauna de El Rosario y sus alrededores, Morazán, El Salvador; donde el valor del índice BMWP-Cr fue 49 correspondiendo a agua de calidad mala, contaminada.

En el sector Unión Base se registró un valor máximo de 68 y un valor mínimo de 40, dando como resultado un valor medio de 54, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Unión Base presenta aguas de calidad mala, contaminadas (**TABLA 8**) extraído de (Astorga *et al*, 2007). Del mismo modo se dio en el estudio realizado por (Ibarra, 2009) en Informe de Campo No. 1/2009 de Flora y Fauna de El Rosario y sus alrededores, Morazán, El Salvador; donde el valor del índice BMWP-Cr fue 49 correspondiendo a agua de calidad mala, contaminada.

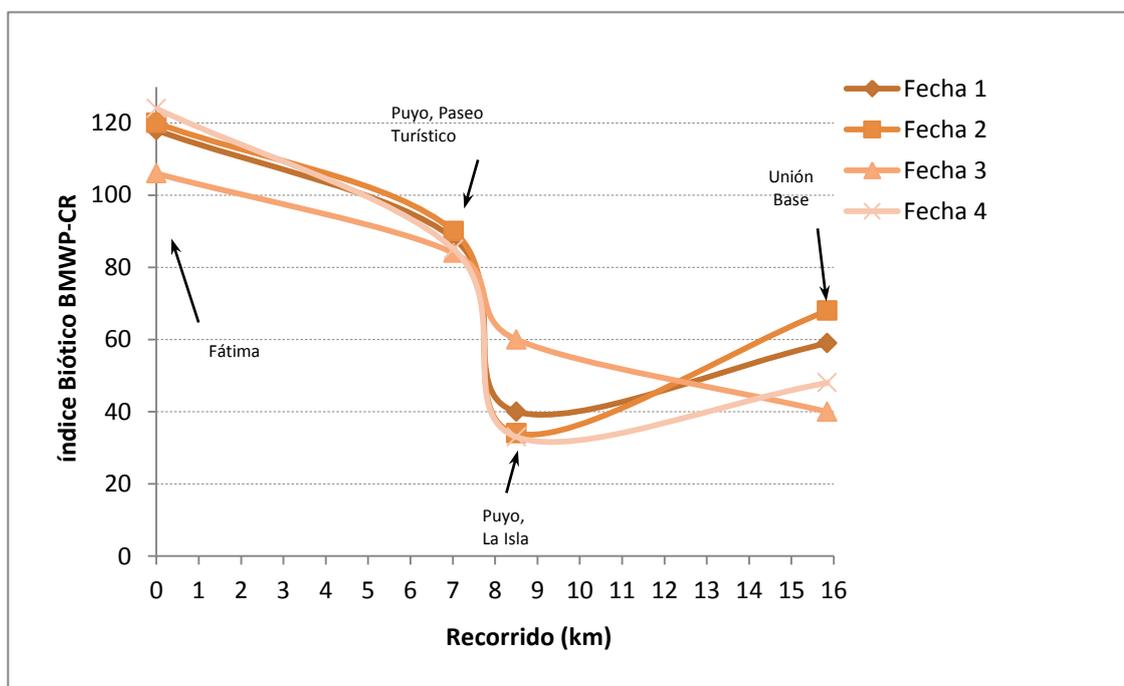
A continuación se presenta el detalle de resultado del índice BMWP-Cr y su comportamiento a lo largo de los cuatro puntos de muestreo (FIGURA 9 y 10).

**FIGURA 9: DESARROLLO DEL BMWP-CR EN LAS CUATRO FECHAS DE MUESTREO DE LOS CUATRO PUNTOS DE MONITOREO.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

**Figura 10: DESARROLLO DEL BMWP-CR EN EL RECORRIDO DEL RÍO PUYO EN LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

#### 5.4 Índice IBF-SV

Los resultados obtenidos en los 4 puntos de muestreo (Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base), son los siguientes.

**TABLA 18. RESULTADOS DE LOS 4 PUNTOS DE MUESTREO DEL ÍNDICE IBF-SV**

Sitio	Índice Biológico de El Salvador (Puntaje obtenido)					Calidad de agua
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Media	
Fátima	5,19	5,32	5,07	4,78	5,13	Regular
Paseo Turístico	5,30	5,38	5,36	5,59	5,37	Regular
La Isla	7,83	8,14	7,44	7,51	7,67	Muy Pobre
Unión Base	5,01	5,83	5,71	5,86	5,77	Regular Pobre

Fuente: Elaboración propia de la autora

Se registraron los valores de Índice Biológico de El Salvador obtenidos de los 4 sitios de muestreo, en las cuatro repeticiones realizadas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2012.

En el sector de Fátima se registró un valor máximo de 5,32 y un valor mínimo de 4,78, dando como resultado un valor medio de 5,13, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Fátima presenta aguas de calidad regular, es decir, contaminación orgánica bastante sustancial es probable (**TABLA 10**) extraído de Hilsenhoff, 1987, Vaquerano *et al*, 2012, tiempo de muestreo para determinar calidad ambiental del agua del río Copinula utilizando el índice biológico de familias de macroinvertebrados modificado para El Salvador, en este estudio el valor IBF-SV fue 5,06, correspondiendo a aguas de calidad regular.

En el sector Paseo Turístico se registró un valor máximo de 5,59 y un valor mínimo de 5,30, dando como resultado un valor medio de 5,37, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Paseo Turístico presenta aguas de calidad regular, es decir, contaminación orgánica bastante sustancial es probable (**TABLA 10**)

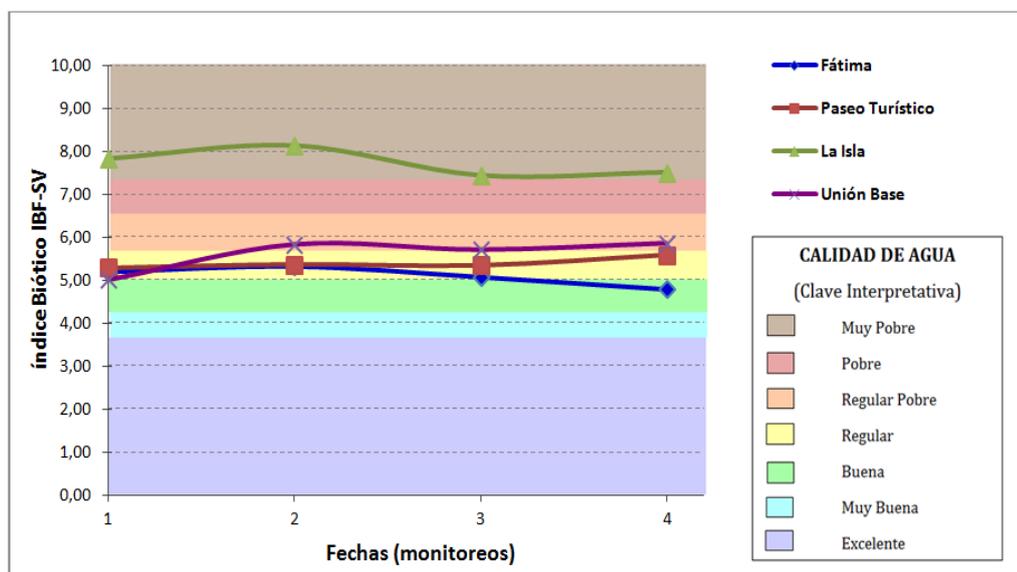
extraído de Hilsenhoff, 1987, Vaquerano *et al*, 2012, tiempo de muestreo para determinar calidad ambiental del agua del río Copinula utilizando el índice biológico de familias de macroinvertebrados modificado para El Salvador, en este estudio el valor IBF-SV fue 5,06, correspondiendo a aguas de calidad regular pudiendo de este modo comparar estudios de dos ríos diferentes pero que poseen en común la misma calidad de agua registrada mediante un estudio biológico.

En el sector La Isla se registró un valor máximo de 8,14 y un valor mínimo de 7,51, dando como resultado un valor medio de 7,67, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector La Isla presenta aguas de calidad muy pobre, es decir, contaminación orgánica severa probable (**TABLA 10**) extraído de Hilsenhoff, 1987, así mismo se registró en un estudio realizado por Sermeño *et al*, 2012, cuyo título es Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos, donde arrojó resultados de que el 12,5 % de los ríos de esta zona se clasificó dentro de la categoría muy pobre, estos ríos son: Acelhuate, Suquiapa, San Antonio y Sensunapán.

En el sector Unión Base se registró un valor máximo de 5,86 y un valor mínimo de 5,01, dando como resultado un valor medio de 5,77, esto nos indica de acuerdo a la tabla de calidad de agua, que el sector Unión Base presenta aguas de calidad regular pobre, es decir, contaminación sustancial probable (**TABLA 10**) extraído de Hilsenhoff, 1987. De igual forma sucedió con el estudio realizado por (Madrid, 2010) en la investigación realizada sobre macroinvertebrados presentes en el área natural protegida el Balsamar, Cuisnahuat, Sonsonate, en este caso el valor de IBF-SV fue 6,44 correspondiendo a aguas de calidad regular pobre dado así en los ríos Tanque, Jute y Saltón.

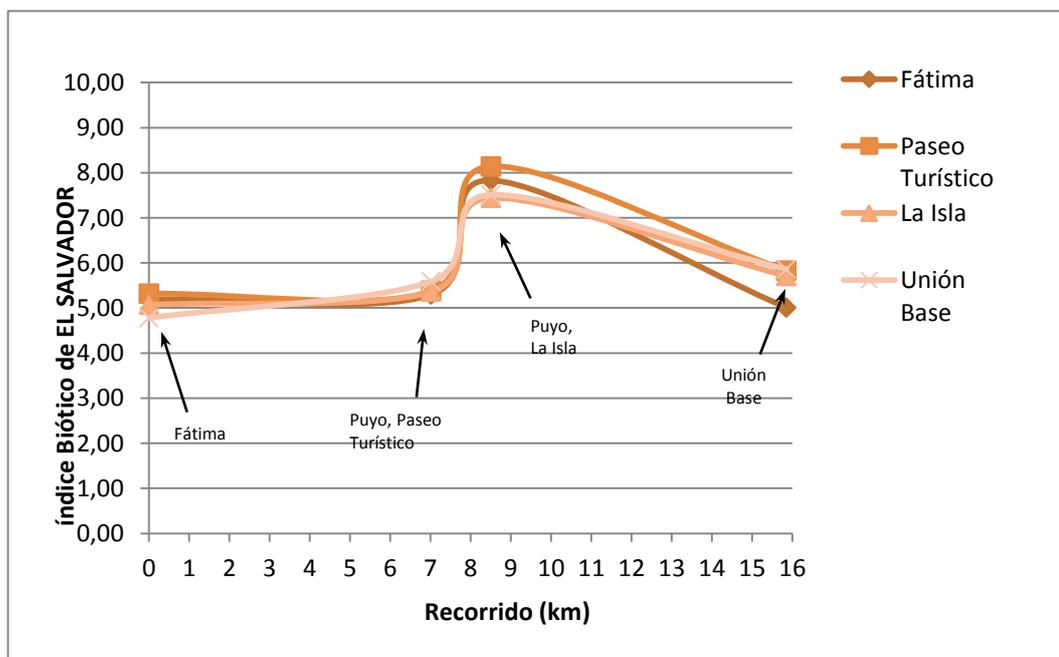
A continuación se presenta el detalle de resultado del índice BMWP-Cr y su comportamiento a lo largo de los cuatro puntos de muestreo (FIGURA 11 y 12).

**Figura 11: DESARROLLO DEL IBF-SV EN LAS CUATRO FECHAS DE MUESTREO DE LOS CUATRO PUNTOS DE MONITOREO.**



Fuente: Elaboración propia de la autora

**Figura 12: DESARROLLO DEL IBF-SV EN LAS CUATRO FECHAS DE MUESTREO DE LOS CUATRO PUNTOS DE MONITOREO.**



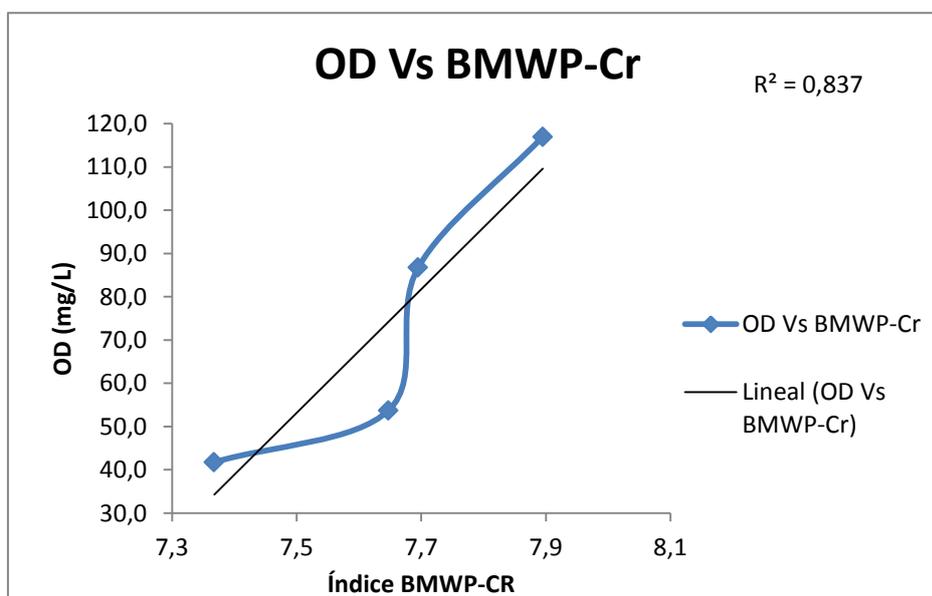
Fuente: Elaboración propia de la autora

## 5.5 Correlación entre variables

### 5.5.1 Correlación entre OD y el BMWP-Cr

En el análisis de correlación entre la variable concentración de Oxígeno Disuelto (OD) y el Índice BMWP-Cr se determinó un coeficiente de correlación  $r$  de 0,915, que indica correlación lineal directa significativa (con un 95% de confiabilidad estadística), es decir, mientras el OD (valor promedio) aumenta, se incrementa el índice BMWP-Cr, lo cual implica la presencia de un mayor número de familias características de aguas poco contaminadas (**FIGURA 13**):

Figura 13: GRÁFICA DE CORRELACIÓN ENTRE OD Y BMWP-CR



Fuente: Elaboración propia de la autora

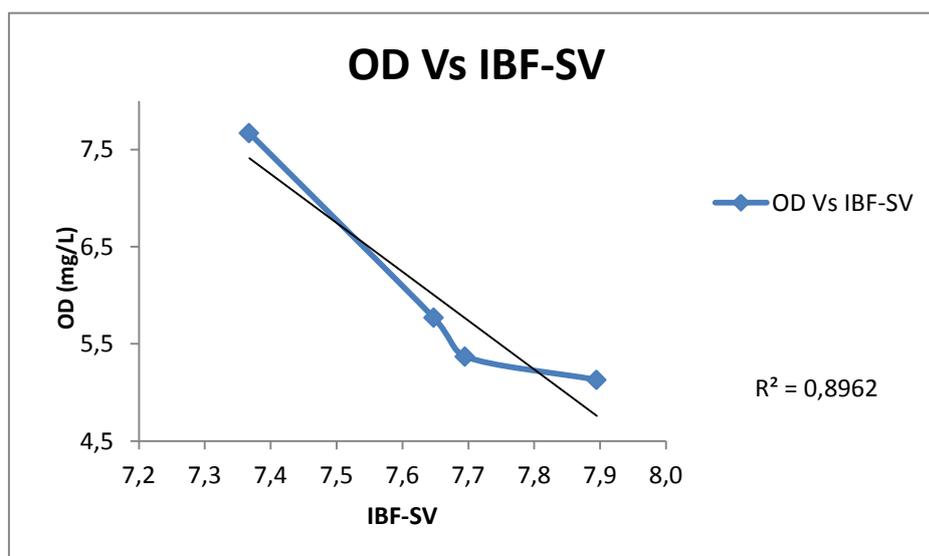
Los resultados del análisis de correlación sugieren que el OD es un parámetro indispensable y determinante en los estudios biológicos por su influencia en la vida acuática y su relación con la calidad del agua. Aunque no se han encontrado referencias bibliográficas de estudios de correlación entre OD y el índice BMWP-Cr, la significancia de los resultados obtenidos sugieren la realización de estudios posteriores en ámbitos semejantes donde se realice este tipo de análisis para corroborar datos físicos-químicos con datos biológicos, y de este

modo mejorar y proporcionar datos más relevantes respecto a investigaciones dentro de esta área de estudio.

### 5.5.2 Correlación entre OD e IBF-SV

En el análisis de correlación entre la variable concentración de Oxígeno Disuelto (OD) e Índice IBF-SV se determinó un coeficiente de correlación  $r$  de  $-0,947$ , que indica correlación lineal indirecta altamente significativa (con un 99% de confiabilidad estadística), es decir, mientras el OD (valor promedio) aumenta, disminuye el índice IBF-SV, lo cual implica un aumento en la calidad de agua y por ende la presencia de un mayor número de familias características de aguas poco contaminadas (**FIGURA 14**):

Figura 14: GRÁFICA DE CORRELACIÓN ENTRE OD E IBF-SV



Fuente: Elaboración propia de la autora

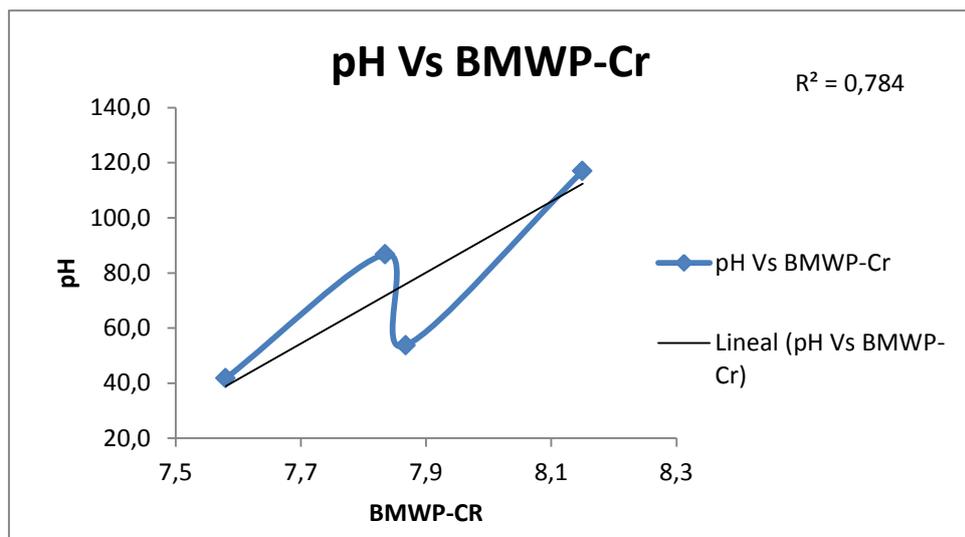
Es importante mencionar que con respecto a los dos índices utilizados en el presente estudio, el que mejor se establece en el área media del río Puyo desde Fátima a Unión Base, es el índice de IBF-SV, por el alto grado de significancia que presentó mediante la prueba de Pearson.

Es necesario mencionar que no se encontraron referencias bibliográficas sobre estudios biológicos realizados con correlaciones entre las variables OD e IBF-SV, pero en esta investigación se presenta una nueva forma de relacionar dichos datos con el fin de profundizar la investigación, para ello es necesario que a futuro se sigan realizando este tipo de correlaciones para comprobar su eficacia y relación existentes entre variables, ya que cuando no existen diferencias significativas de OD es necesario buscar nuevas formas de relacionar datos, para obtener resultados claros y precisos en la investigación.

### 5.5.3 Correlación entre pH y BMWP-Cr

En el análisis de correlación entre la variable concentración de Potencial de Hidrógeno (pH) y el Índice BMWP-Cr se determinó un coeficiente de correlación  $r$  de 0,885, que indica correlación lineal directa significativa (con un 95% de confiabilidad estadística), es decir, mientras el pH (valor promedio) aumenta, se incrementa el índice BMWP-Cr, lo cual implica la presencia de un mayor número de familias características de aguas poco contaminadas (**FIGURA 15**):

Figura 15: GRÁFICA DE CORRELACIÓN ENTRE PH Y BMWP-CR



Fuente: Elaboración propia de la autora

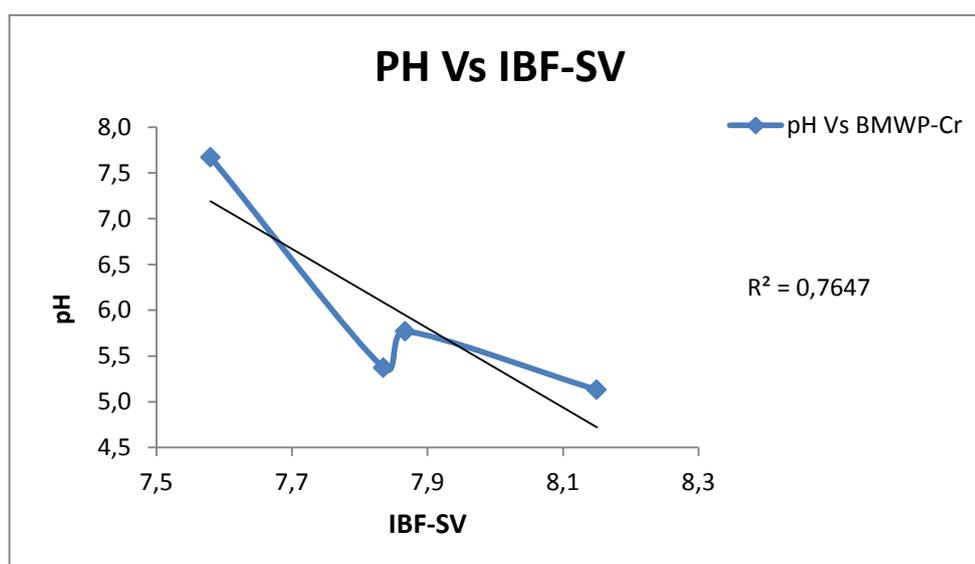
Cabe destacar que esta correlación se cumple en el intervalo entre 7,6 – 8,2, cuyo resultado se obtuvo en el estudio realizado, por esta razón se debe aclarar que este resultado puede o no variar fuera de este rango.

Actualmente aún no se ha correlacionado las variables pH y BMWP-Cr, sin embargo en la presente investigación realizada en el río Puyo fue necesario la correlación ya que no se presentaron diferencias significativas en el pH, siendo éste un dato importante dentro de la evaluación de la calidad de agua de un río.

#### 5.5.4 Correlación entre pH e IBF-SV

En el análisis de correlación entre la variable concentración de Potencial de Hidrógeno (pH) e Índice IBF-SV se determinó un coeficiente de correlación  $r$  de 0,875, que indica correlación lineal indirecta significativa (con un 95% de confiabilidad estadística), es decir, mientras el pH (valor promedio) aumenta, disminuye el índice IBF-SV, lo cual implica aumento en la calidad del agua y la presencia de un mayor número de familias características de aguas poco contaminadas (**FIGURA 16**):

Figura 16: GRÁFICA DE CORRELACIÓN ENTRE PH E IBF-SV



Fuente: Elaboración propia de la autora

Igualmente como se mencionó en la correlación anterior este resultado se cumple en la presente investigación y en el intervalo de valor de pH 7,6 – 8,2, ya que no se puede afirmar cómo reaccionaría la gráfica ni qué resultados arrojaría en valores que estén fuera de este rango.

De la misma forma como se ha mencionado anteriormente no existen estudios en los que se hayan correlacionado variables como pH e IBF-SV, pero cabe recalcar que en la presente investigación si se tuvo que realizar esta correlación con el propósito de relacionar datos físicos-químicos con biológicos, ya que al no existir diferencia significativas de pH no se podía llegar a resultados más profundos.

## **6 DISCUSIÓN**

La discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentra detallada conjuntamente con los resultados expuestos en el punto 5.

## **7 CONCLUSIONES**

- Se identificaron 14 órdenes, 40 familias y 2808 individuos en total de los cuatro puntos en el curso medio del Río Puyo, perteneciendo la mayor cantidad de individuos a las familias Leptohyphidae e Hydropsychidae con 653 y 524 individuos respectivamente, y a los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera con 896 y 604 individuos respectivamente, distribuidos por sitios de la siguiente manera:
  - En el punto 1 (Fátima) se reportaron 10 órdenes distribuidos en 30 familias con un total de 785 ejemplares, siendo el orden Ephemeroptera el que represento un aproximado del 50%.
  - En el punto 2 (Paseo Turístico) se reportaron 9 órdenes distribuidos en 21 familias con un total de 526 individuos,

siendo el orden Trichoptera el más representativo con un 37% de abundancia.

- En el punto 3 (La Isla) se reportaron 13 órdenes distribuidos en 20 familias con un total de 928 taxones siendo el orden Diptera el que represento un aproximado del 32%.
  - En el punto 4 (Unión Base) se reportaron 11 órdenes distribuidos en 20 familias con un total de 569 individuos, siendo el orden Ephemeroptera el más representativo con un 39% de abundancia.
- Respecto a la abundancia y distribución de los taxones encontrados, En el Punto 1 (Fátima) existió una mayor cantidad de individuos de los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera con un total de 275 y 216 ejemplares respectivamente, mientras que en el Punto 3 (La isla), predominaron los individuos del orden Diptera (297), Ephemeroptera (226) y la Clase Oligochaeta con (168) ejemplares respectivamente. Así también el número de familias identificadas es mayor en el punto 1 sugiriendo una mayor diversidad biológica.
  - En el análisis de correlación entre Oxígeno Disuelto (OD) y BMWP-Cr, Oxígeno Disuelto e IBF-SV, pH y BMWP-Cr y pH e IBF-SV, se comprobó la asociación existente entre las concentraciones de OD o pH y los índices empleados respecto a la calidad de agua. Aunque en todos los casos se establece una correlación significativa entre las variables físico-químicas y la calidad de agua, la correlación entre OD y el índice IBF-SV presenta un mayor nivel de confiabilidad (99%) sugiriendo la validez de ambos indicadores en la evaluación de la calidad de agua.
  - En la evaluación de la calidad del agua de acuerdo al índices BMWP-Cr, la calidad de agua en el punto 1 (Fátima) puede considerarse “buena”, en el punto 2 (Paseo Turístico), “regular” y

en los puntos 3 (La Isla) y 4 (Unión Base), “mala”. Por otra parte el Índice IBF-SV determinó que la calidad del agua en los puntos 1 y 2 (Fátima y Paseo Turístico) fue “regular”, en el sector La Isla muy pobre y en Unión Base fue de calidad regular-pobre. De esta manera, destaca el hecho de que los Índices BMWP-Cr y El Salvador (IBF-SV-2010) indican que el aguas del sector La Isla, están contaminadas o son muy pobres para el desarrollo biótico y vida de taxones sensibles.

## **8 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la conservación y mantenimiento de las aguas del Río Puyo a la altura del dique Fátima, pues los resultados demuestran que las mismas mantienen condiciones apropiadas para uso recreativo (regular a buena).
- Se recomienda que las autoridades pertinentes presten mayor atención a la calidad de agua del sector de Paseo Turístico, ya que a pesar de ser un área concurrida y utilizada para uso recreativo, la calidad de sus aguas no es recomendable para el deleite y disfrute de sus aguas por el grado de contaminación que presenta. Se hace un llamado a las autoridades para la recuperación de esta zona.
- Es necesario recomendar que el sitio La Isla no es apto para ningún contacto directo con el ser humano, o para pesca; ya que el sitio se encuentra en un alto nivel de deterioro. Así mismo, se recomienda no usar el río para fines turísticos ni contacto directo en el sector Unión Base por el grado de contaminación que presenta.
- Se sugiere que el GADM de Pastaza conjuntamente con la UEA, recojan la investigación presentada, con el fin de buscar formas de recuperar la zona media del río Puyo con propósito de conservación.

- Se recomienda realizar estudios de monitoreo biológico con fines ambientales en otros puntos del Río Puyo distintos a los estudiados y en otras microcuencas amazónicas a fin de profundizar los conocimientos alcanzados. Así también, se recomienda proponer un índice biológico basado en la identificación de macroinvertebrados indicadores, que se adapte a la zona de Ecuador y mejor aún para la Amazonía Ecuatoriana.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

Alba-Tercedor, J. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA),  
Almeira. Macroinvertebrados acuáticos y la calidad de las aguas  
de los ríos. Vol. 2. Pag. 203. Disponible en:  
<http://ocw.um.es/ciencias/ecologia/lectura-obligatoria-1/pubalbaj1996p203.pdf>

Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral 22:137-143. Pág.  
138-139. Disponible en:  
[http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=di%20bitetti%2C%20m.%20\(2012\).h%C3%A1bitat&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0CEQQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ecologiaaustral.com.ar%2Fdownload\\_file.php%3Ffile%3D%2Ffiles%2F22-2-7.pdf&ei=cM32UK2gLJOL0QGx94DQAQ&usg=AFQjCNEjjDzwrRHdYret4NJeDAMpNjec4A&bvm=bv.41018144,d.dmQ](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=di%20bitetti%2C%20m.%20(2012).h%C3%A1bitat&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0CEQQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ecologiaaustral.com.ar%2Fdownload_file.php%3Ffile%3D%2Ffiles%2F22-2-7.pdf&ei=cM32UK2gLJOL0QGx94DQAQ&usg=AFQjCNEjjDzwrRHdYret4NJeDAMpNjec4A&bvm=bv.41018144,d.dmQ).

Astorga, Martínez, Springer y Flowers. (2007, septiembre 17).  
Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de  
cuerpos de agua superficiales. Capítulo VIII: Disposiciones  
finales. Apéndice III: Índice BMWP-Cr. Diario Oficial La Gaceta  
Nº 178. Costa Rica.

BARBER, H. et al. 2008. Global Diversity of Mayflies (Ephemeroptera,  
Insecta) in Freshwater. Hydrobiology Nº 595 Pág. 339–350.  
Disponible  
en <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10750-007-9028-y>

Bonet, J. (2007). Réplica del III taller sobre modelización de nichos  
ecológicos de GBIF. Generalidades del concepto de nicho  
ecológico. Madrid. España. Disponible en:  
[http://www.gbif.es/ficheros/M302-Nichos\\_Ecologicos-FJBonet.pdf](http://www.gbif.es/ficheros/M302-Nichos_Ecologicos-FJBonet.pdf)

- Boxshall, G. (2006). Fundación BBVA. La exploración de la Biodiversidad Marina, Desafíos Científicos y Tecnológicos. Capítulo 4. La vida en suspensión: Planton. Pag. 96.
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Eco Ciencia. Quito. Disponible en: <http://www.ecociencia.org/archivos/ManualLosmacroinvertebradosacuaticos-100806.pdf>
- Chávez, J. Orantes, E. (2010). Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. Extraído de: <http://ri.ues.edu.sv/935/1/13100846.pdf>
- CONUEE, PyME, SENER. (2009). Tratamiento de agua para su utilización en calderas. México DF. Pág. 26. Extraído de: [http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3856/10/Tratamiento\\_de\\_agua\\_v1\\_1.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3856/10/Tratamiento_de_agua_v1_1.pdf)
- Crites, R., Tchobanoglous, G. (Copyright, 2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Pag. 33-34,46-49.
- Dajoz, R. (2002)a. Tratado de Ecología. Segunda edición. Capítulo 5: Los Factores Abióticos en el Agua y en el Suelo. Pag. 89-90.
- Dajoz, R. (2002)b. Tratado de Ecología. Segunda edición. Capítulo 25: El medio marino. Pag. 585-587.
- Di Bitetti, M. (2012). ¿Qué es el Hábitat? Ambigüedad en el uso de la jerga técnica.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 3:

- Ephemeroptera. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 55.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009a). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 4: Odonata. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 95-96.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009b). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 6: Hemíptera. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 167-169.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009c). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 14: Coleóptera. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 411-412.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009d). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 11: Díptera. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 341-344.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009e). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Capítulo 10: Lepidóptera. Fundación Miguel Lilo, Tucumán, Argentina. 656pp. Pag. 309-310.
- Echarri, L. (2007). Tema 8: Contaminación del agua. Alteraciones físicas del agua. Temperatura. Pág. 1-2, 4.
- Figuroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 76: 275-285.

- Flowers, R. De la Rosa, C. (2010). Revista de Biología Tropical. Capítulo 4: Ephemeroptera. Vol. 58. Pág. 63-93. Extraído de: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a04v58s4.pdf>
- Gamboa, M. (2010). Estado poblacional del orden Plecoptera (Insecta) en el Parque Nacional Sierra Nevada en Venezuela y sus implicaciones para planes de conservación. Revista de Biología Tropical. Vol. 58. Pag. 1300.
- Giacometti, J & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 17-32. Extraído de: [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolologicaNo2/BolTec6SerZool\(2\)/GiamettiyBersosa\\_33.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolologicaNo2/BolTec6SerZool(2)/GiamettiyBersosa_33.pdf)
- Goyenola. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos -RED MAPSA.
- Gerrero, N. (2010). Tesis: Inventario de comunidades acuáticas de macroinvertebrados en tres esteros pequeños de la zona de Quevedo y la aplicación de protocolos de biomonitoreo. Universidad Estatal de Quevedo.
- Gutiérrez, Pablo. (2010). Capítulo 6: Plecóptera. Revista de Biología Tropical. [online]. vol.58, suppl.4. pp. 139-148 .Disponible en: <[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800006&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0034-7744.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Revista de Biología Tropical. Capítulo IV: Ephemeroptera. Vol. 58. Pag. 64.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical. Capítulo I: Vol. 58. Pag. 4-6.

- Holzenthal, R.W., Blahnik, R.J, Prather, A.L. & Kjer, K.M. (2007). Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. [versión electrónica]. In: Zhang, Z.-Q. & Shear, W.A. (Eds) (2007) Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, 1668, 1–766. Extraído de: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/5413/5159>
- Ibarra, R. (2009). Informe de Campo No. 1/2009 de Flora y Fauna de El Rosario y sus alrededores, Morazán, El Salvador. Extraído de: [http://www.marn.gob.sv/phocadownload/pp\\_nn\\_34.pdf](http://www.marn.gob.sv/phocadownload/pp_nn_34.pdf)
- INAMHI. 2011. Registros Estación Meteorológica Puyo. Registros Meteorológicos de la Estación Experimental Puyo de la Provincia de Pastaza. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Puyo, Ecuador.
- Liceo de la Rita. (2012). Análisis físico, químico y biológico de la cuenca hidrológica del Río Guápiles y su posible relación con el impacto ecológico ocasionado por los habitantes aledaños y comercios sobre el mismo, durante el periodo de marzo a octubre del año 2012 en Guápiles, Pococí, Limón-Costa Rica. Extraído de: <http://www.fod.ac.cr/globe/wp-content/uploads/2011/11/Liceo-de-La-Rita.pdf>
- Madrid, E. (2010). Estudio de macroinvertebrados presentes en el área natural protegida el balsamar, cuisnahuat, sonsonate. GAIA/CATIE-MAP. Extraído de: [http://www.gaiaelsalvador.org/files/Anexo\\_macroinvertebrados.pdf](http://www.gaiaelsalvador.org/files/Anexo_macroinvertebrados.pdf)
- Mohammad, H., Zabeh, B., Garza R., Garza V., Landeros, J. (2005). Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados. CULC y T. No 6. Pag. 5-6.

- OCÉANO. Grupo Océano. Enciclopedia "El Mundo de la Ecología". Hábitat y Nicho Ecológico. Barcelona. España. Pag. 69, 115-116.
- Ortega, M., Alvarado, R., Hernández, R., Israde, I., Sánchez, J., Arredondo, M., & Martínez, I. (2009). El Perifiton de un lago hiposalino hipereutrófico en Michoacán, México. *Biológicas*, no. 11. Pág. 56-63.
- Pérez, A., & Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista Biología Tropical*. Vol. 56. Pág. (1911).
- Pérez, S. Andreu, E & De Pauw. N. (1998). Estudio de las comunidades de macroinvertebrados de la cuenca alta del río Turia (Teruel-España). *Ecologia*, N." 12, 1998, pp. 175-186. Extraído de: [http://www.magrama.gob.es/es/organismo-autonomo-parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia\\_12\\_11\\_tcm7-46051.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/organismo-autonomo-parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_12_11_tcm7-46051.pdf)
- Pino. W, Mena. D, Mosquera. M, Caicedo. K, Palacios. J, Castro. A, Guerrero. J. (2003). Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la quebrada la bendición, municipio de Quibdó (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 8 No. 2. Extraído de: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/V8N2/Art3V8N2.pdf>
- Ramírez, A. (2010). Métodos de Recolección. *Revista de Biología Neotropical*. Capítulo 2. Vol. 58 (Suppl. 4). Pag. 42-46.
- Ramírez, Alonso. (2010). Capítulo 5: Odonata. *Revista de Biología Tropical* [online]. vol.58.suppl.4. Pag. 97-136. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800005&lng=es&nrm=iso). ISSN 0034-7744

- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical (2da Edición). Pág. 333-334, 255.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical (2da Edición). BMWP.
- Saransig, R. (2009). Tesis: Estudio de la calidad de agua en los efluentes de la microcuenca alta del río Guargualla para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo. Extraído de:  
[http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=ephemeropteros%20presentes%20en%20aguas%20contaminadas&source=web&cd=14&cad=rja&ved=0CD4QFjADOAo&url=http%3A%2F%2Fdspace.esepoch.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F333%2F1%2F13T0626SARANSIG%2520ROBERTO.pdf&ei=X2k\\_UZyWMsio0AHU2oDQBA&usg=AFQjCNHJOBvUvBrzgpS1D5Y1s53FrTt\\_Kg&bvm=bv.43287494,d.dmQ](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=ephemeropteros%20presentes%20en%20aguas%20contaminadas&source=web&cd=14&cad=rja&ved=0CD4QFjADOAo&url=http%3A%2F%2Fdspace.esepoch.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F333%2F1%2F13T0626SARANSIG%2520ROBERTO.pdf&ei=X2k_UZyWMsio0AHU2oDQBA&usg=AFQjCNHJOBvUvBrzgpS1D5Y1s53FrTt_Kg&bvm=bv.43287494,d.dmQ)
- Sermeño, J. Serrano, M. Springer, M *et al.* (2012). Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos. Revista BIOMA. Extraído de:  
<http://xa.yimg.com/kq/groups/18564656/414283683/name/Bioma+1.pdf>
- Sillero, N., Barbosa, A., Martínez, F., & Real, R. (2010). Artículo Invitado. Los modelos de nicho ecológico en la herpetología ibérica: pasado, presente y futuro. Asociación Herpetológica Española. Pag. 2-3.
- Smith, T., Smith, R. (2007). Ecología Sexta Edición. Octava parte: Ecología Biogeográfica. Capítulo 24: Ecosistemas Acuáticos. Pag. 546-547, 553,551, 562.
- Springer, M. (2010). Revista de Biología Tropical. Capítulo 7: Trichoptera. Vol. 58. Pag. 151-152.

- TULAS. Presidencia de la Republica del Ecuador. Libro VI. Anexo 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Criterios de calidad por usos. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios. Extraído de: <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>
- Universidad de El Salvador, Hilsenhoff. (1987). Índice IBF-2010 citado en: Universidad de El Salvador (2010), Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador utilizando insectos acuáticos. Pág, 17-25.
- Vega, M. & Durant, P. (2000). Fenología de ephemeropteros y su relación con la calidad de agua del río Albarregas, Merida, Venezuela. Revista Ecología Latinoamericana. Vol. 7. N° 3 Art. 3 pp. 19-27. Extraído de : [http://www.ephemeroptera-galactica.com/pubs/pub\\_v/pubvegam2000p19.pdf](http://www.ephemeroptera-galactica.com/pubs/pub_v/pubvegam2000p19.pdf)
- Vaquero, E. Farfán, J. Escobar, J. (2012). Tiempo de muestreo para determinar calidad ambiental del agua del río Copinula utilizando el índice biológico de familias de macroinvertebrados modificado para El Salvador. Universidad de El Salvador. Extraído de: <http://ri.ues.edu.sv/1843/1/13101289.pdf>
- Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro G. (2006). Departamento: El Hombre y su Ambiente, UAM-X. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. Pag. 44. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n60ne/Bio-agua.pdf>

10 ANEXOS

ANEXO 1: V

ISTA PANORÁMICA DE LOS CUATRO PUNTOS DE MUESTREO



Fátima



Paseo Turístico



La Isla



Unión Base

## ANEXO 2: TRABAJO DE CAMPO REALIZADO DURANTE LOS MUESTREOS



Reconocimiento del sitio



Toma de la muestra



Separación de la muestra



Toma de datos físicos-  
químicos



Identificación en laboratorio

**ANEXO 3: FAMILIAS DEL ORDEN COLEOPTERA IDENTIFICADAS**

 <p>A dark brown, segmented larva with a curved body, shown in a close-up photograph.</p>	 <p>A slender, light brown larva with a slightly curved body, shown in a close-up photograph.</p>	 <p>An oval-shaped, reddish-brown pupa with a textured, segmented surface, shown in a close-up photograph.</p>
<p>Sperchidae</p>	<p>Ptilodactylidae</p>	<p>Psephenidae</p>
 <p>A dark, segmented larva with a straight body, shown in a close-up photograph.</p>	 <p>A light brown, segmented larva with a straight body, shown in a close-up photograph.</p>	 <p>A dark brown, segmented larva with a curved body, shown in a close-up photograph.</p>
<p>Elmidae</p>	<p>Hidrochidae</p>	<p>Cneoglossidae</p>

**ANEXO 4: FAMILIAS DEL ORDEN EPHEMEROPTERATERA  
IDENTIFICADAS**

 <p>Baetidae</p>	 <p>Coryphoridae</p>	 <p>Euthyplociidae</p>
 <p>Leptohyphidae</p>	 <p>Leptophlebiidae</p>	 <p>Melanemerellidae</p>
 <p>Oligoneuriidae</p>	 <p>Polymitarcydae</p>	

**ANEXO 5: FAMILIAS DEL ORDEN DIPTERA IDENTIFICADAS**



Chironomidae



Psychodidae



Simuliidae



Tipulidae

**ANEXO 6: FAMILIAS DEL ORDEN ODONATA IDENTIFICADAS**



Calopterygidae



Coenagrionidae



Gomphidae



Libellulidae



Platystictidae

**ANEXO 7: FAMILIAS DEL ORDEN TRICHOPTERA IDENTIFICADAS**



Hidrobiosidae



Hydrosychidae



Hidroptilidae



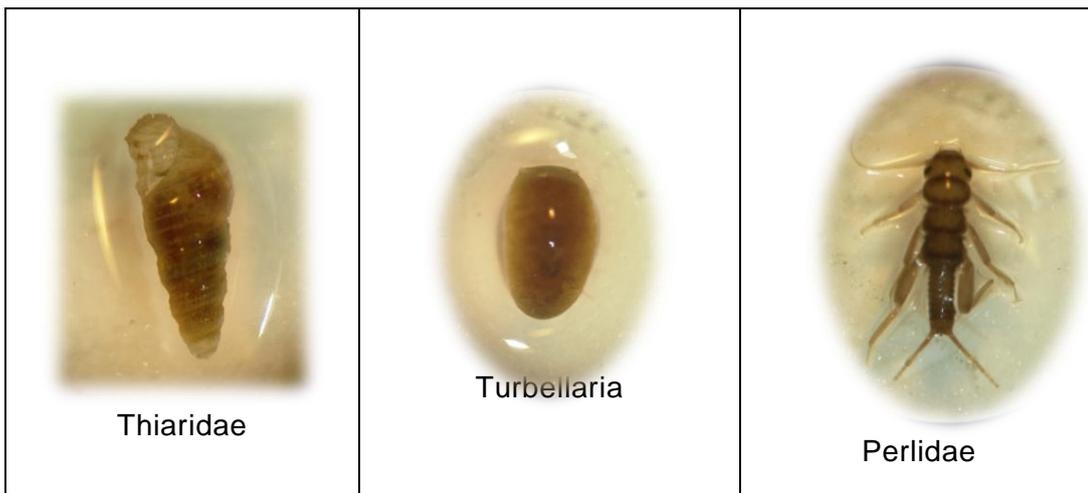
Leptoceridae



Xiophocentronidae

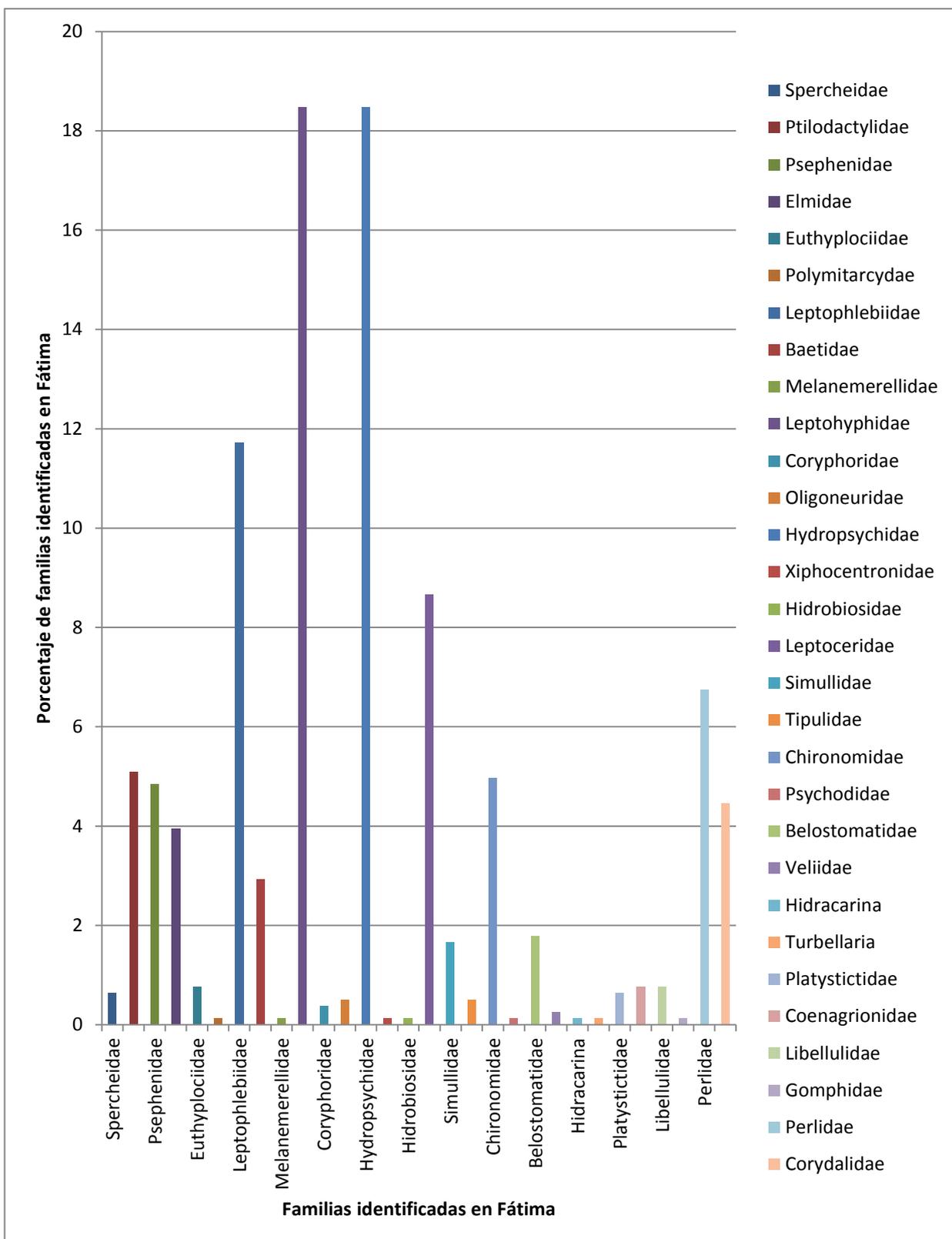
## ANEXO 8: OTROS MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS

 <p>Clitellata</p>	 <p>Oligochaeta</p>	 <p>Hidracarina</p>
 <p>Pseudothelphusidae</p>	 <p>Belostomatidae</p>	 <p>Veliidae</p>
 <p>Pyralidae</p>	 <p>Corydalidae</p>	 <p>Physidae</p>

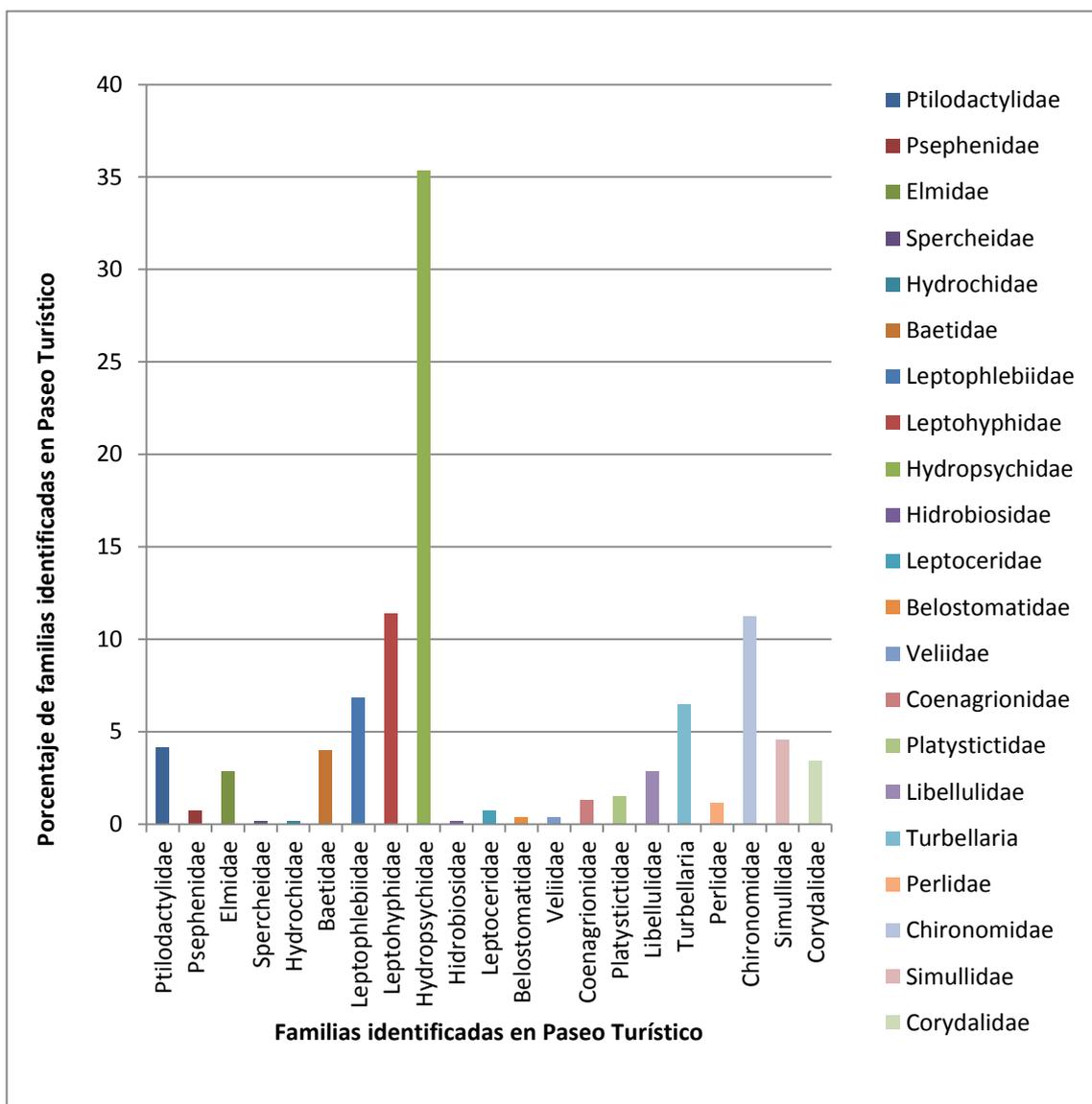


**ANEXO 9: PORCENTAJE DE FAMILIAS IDENTIFICADAS EN  
CADA PUNTO DE MUESTREO**

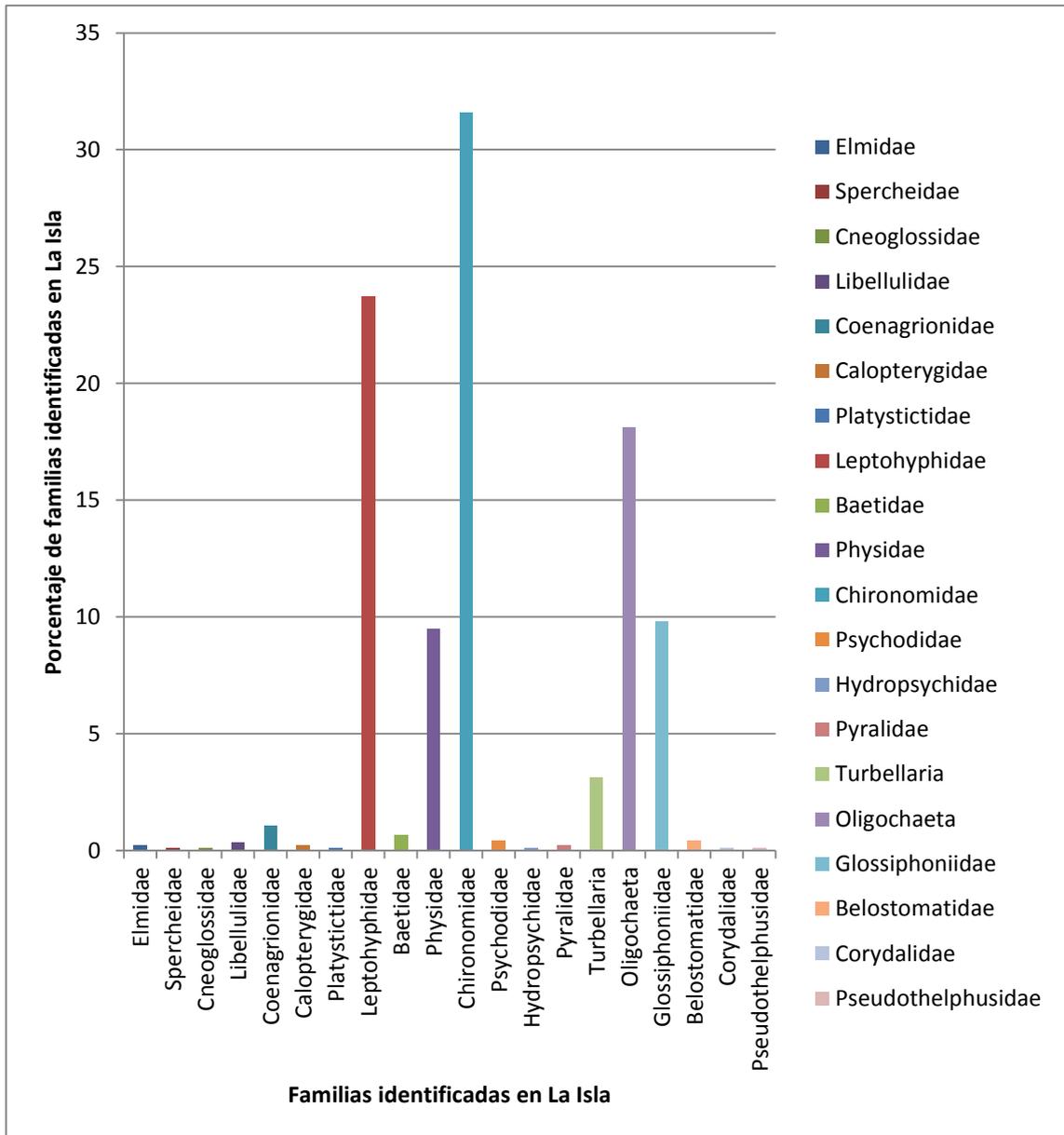
## FÁTIMA



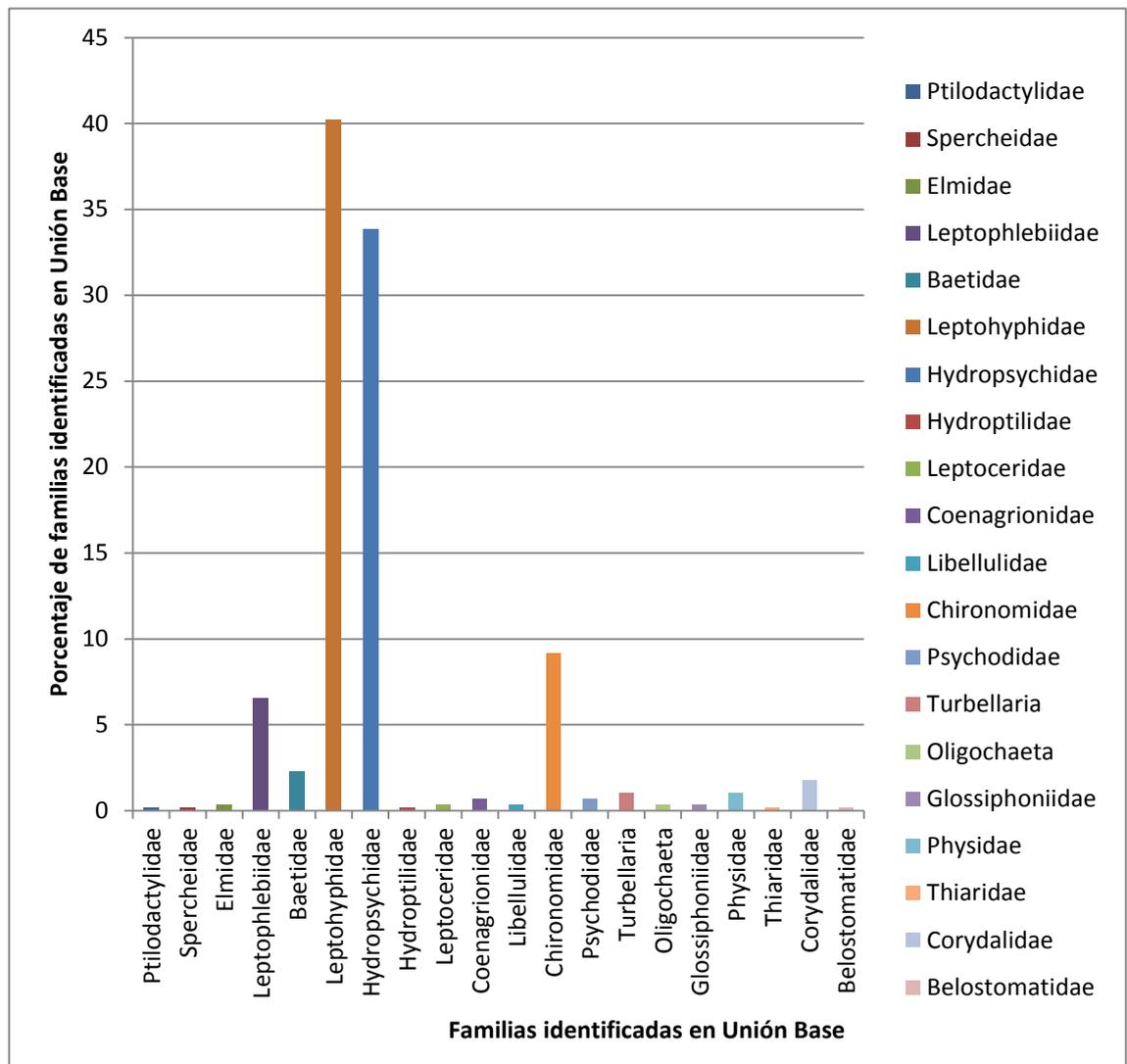
## PASEO TURÍSTICO



## LA ISLA



## UNIÓN BASE



**ANEXO 10: VALOR DEL ÍNDICE BMWP-Cr ASIGNADO A CADA  
FAMILIA IDENTIFICADA EN LOS CUATRO PUNTOS**

**MONITOREO 1**

<b>Nombre del punto:</b>	<b>Orden:</b>	<b>Familia</b>	<b>BMWP-Cr</b>
<b>Fátima</b>	Coleoptera	Spercheidae	4
	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	6
	Ephemeroptera	Polymitarcydae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Melanemerellidae	4
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Díptera	Simullidae	4
	Díptera	Tipulidae	4
	Díptera	Chironomidae	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Araneae	Hidracarina	4
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Plecoptera	Perlidae	9
Megaloptera	Corydalidae	6	
	<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	
<b>Paseo Turístico</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Spercheidae	4
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5

	Hemiptera	Veliidae	4
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Plecoptera	Perlidae	9
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Simullidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	88
<b>La Isla</b>	Odonata	Libellulidae	6
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Gastropoda	Physidae	3
	Díptera	Chironomidae	2
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Lepidoptera	Pyralidae	5
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Oligochaeta	Oligochaeta	1
	Hemiptera	Belostomatidae	4
		<b>TOTAL</b>	40
<b>Unión Base</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Spercheidae	4
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Díptera	Chironomidae	2
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Gastropoda	Physidae	3
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	59

## MONITOREO 2

Nombre del punto:	Orden:	Familia	BMWP-Cr
<b>Fátima</b>	Coleoptera	Spercheidae	4
	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	6
	Ephemeroptera	Coryphoridae	4
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Xiphocentronidae	6
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Díptera	Simullidae	4
	Díptera	Tipulidae	4
	Díptera	Chironomidae	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Hemiptera	Vellidae	4
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Plecoptera	Perlidae	9
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	<b>120</b>
<b>Paseo Turístico</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Plecoptera	Perlidae	9

	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Simullidae	4
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	90
<b>La Isla</b>	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Calopterygidae	4
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Gastropoda	Physidae	3
	Díptera	Chironomidae	2
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Oligochaeta	Oligochaeta	1
	Clitellata	Glossiphoniidae	1
	Hemiptera	Belostomatidae	4
		<b>TOTAL</b>	34
<b>Unión Base</b>	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydroptilidae	6
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Odonata	Libellulidae	6
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Psychodidae	3
	Oligochaeta	Oligochaeta	1
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Gastropoda	Physidae	3
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	68

### MONITOREO 3

Nombre del punto:	Orden:	Familia	BMWP-Cr
<b>Fátima</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	6
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Díptera	Simuliidae	4
	Díptera	Psychodidae	3
	Díptera	Chironomidae	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Hemiptera	Vellidae	4
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Libellulidae	6
	Plecoptera	Perlidae	9
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	106
<b>Paseo Turístico</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Coleoptera	Hydrochidae	3
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Simuliidae	4
	Megaloptera	Corydalidae	6

		<b>TOTAL</b>	84
<b>La Isla</b>	Coleoptera	Elmidae	5
	Coleoptera	Spercheidae	4
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Psychodidae	3
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Oligochaeta	Oligochaeta	1
	Clitellata	Glossiphoniidae	3
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Megaloptera	Corydalidae	6
	Crustacea	Pseudothelphusidae	5
		<b>TOTAL</b>	60
<b>Unión Base</b>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Psychodidae	3
	Clitellata	Glossiphoniidae	3
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Gastropoda	Physidae	3
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	40

## MONITOREO 4

Nombre del punto:	Orden:	Familia	BMWP-Cr
<b>Fátima</b>	Coleoptera	Elmidae	5
	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Ephemeroptera	Euthyplociidae	6
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	5
	Trichoptera	Hydropsychidae	5
	Trichoptera	Hidrobiosidae	9
	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Díptera	Simullidae	4
	Díptera	Chironomidae	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Odonata	Gomphidae	7
	Plecoptera	Perlidae	9
	Megaloptera	Corydalidae	6
	<b>TOTAL</b>	<b>124</b>	
<b>Paseo Turístico</b>	Coleoptera	Ptilodactylidae	7
	Coleoptera	Psephenidae	7
	Coleoptera	Elmidae	5
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hidropsychidae	5
	Trichoptera	Hidrobiosidae	9
	Odonata	Platystictidae	7
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Díptera	Chironomidae	2
	Díptera	Simullidae	4
	Odonata	Libellulidae	6

	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	85
<b>La Isla</b>	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Coleoptera	Cneoglossidae	4
	Gastropoda	Physidae	3
	Díptera	Chironomidae	2
	Lepidoptera	Pyralidae	5
	Turbellaria	Turbellaria	5
	Oligochaeta	Oligochaeta	1
	Clitellata	Glossiphoniidae	3
		<b>TOTAL</b>	33
<b>Unión Base</b>	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8
	Ephemeroptera	Baetidae	5
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	5
	Trichoptera	Hidropsychidae	5
	Odonata	Coenagrionidae	4
	Odonata	Libellulidae	6
	Díptera	Chironomidae	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Gastropoda	Thiaridae	3
	Megaloptera	Corydalidae	6
		<b>TOTAL</b>	48

**ANEXO 11: VALOR DEL ÍNDICE IBF-SV ASIGNADO A CADA  
FAMILIA IDENTIFICADA EN LOS CUATRO PUNTOS**

**MONITOREO 1**

Nombre del punto	Ejemplares colectados	Orden:	Familia	Índice Biológico de El Salvador	Abundancia x Puntaje obtenido	(Abun x Puntaje) / Abu Total
<b>Fátima</b>	3	Coleoptera	Spercheidae	6	18	0,10
	8	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	24	0,13
	9	Coleoptera	Psephenidae	4	36	0,19
	6	Coleoptera	Elmidae	4	24	0,13
	1	Ephemeroptera	Euthyplociidae	5	5	0,03
	1	Ephemeroptera	Polymitarcydae	5	5	0,03
	15	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	75	0,40
	1	Ephemeroptera	Baetidae	6	6	0,03
	1	Ephemeroptera	Melanemerellidae	6	6	0,03
	44	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	264	1,41
	39	Trichoptera	Hydropsychidae	5	195	1,04
	16	Trichoptera	Leptoceridae	4	64	0,34
	5	Díptera	Simuliidae	6	30	0,16
	2	Díptera	Tipulidae	5	10	0,05
	7	Díptera	Chironomidae	8	56	0,30
	5	Hemiptera	Belostomatidae	7	35	0,19
	1	Araneae	Hidracarina	5	5	0,03
	1	Turbellaria	Turbellaria	5	5	0,03
	1	Odonata	Platystictidae	1	1	0,01
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,10
9	Plecoptera	Perlidae	2	18	0,10	
10	Megaloptera	Corydalidae	7	70	0,37	
187					5,19	
<b>Paseo Turístico</b>	4	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	12	0,15
	2	Coleoptera	Psephenidae	4	8	0,10

	1	Coleoptera	Spercheidae	6	6	0,08
	1	Coleoptera	Elmidae	4	4	0,05
	5	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	25	0,32
	3	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	18	0,23
	30	Trichoptera	Hydropsychidae	5	150	1,90
	2	Hemiptera	Veliidae	5	10	0,13
	2	Odonata	Platystictidae	1	2	0,03
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,23
	7	Turbellaria	Turbellaria	5	35	0,44
	3	Plecoptera	Perlidae	2	6	0,08
	7	Díptera	Chironomidae	8	56	0,71
	1	Díptera	Simullidae	6	6	0,08
	2	Odonata	Libellulidae	7	14	0,18
	7	Megaloptera	Corydalidae	7	49	0,62
	79					5,30
<b>La Isla</b>	2	Odonata	Libellulidae	7	14	0,13
	6	Odonata	Coenagrionidae	9	54	0,51
	10	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	60	0,57
	6	Gastropoda	Physidae	9	54	0,51
	67	Díptera	Chironomidae	8	536	5,10
	2	Trichoptera	Hydropsychidae	5	10	0,10
	1	Lepidoptera	Pyralidae	5	5	0,05
	3	Turbellaria	Turbellaria	5	15	0,14
	6	Oligochaeta	Oligochaeta	10	60	0,57
	2	Hemiptera	Belostomatidae	7	14	0,13
105					7,83	
<b>Unión Base</b>	1	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	3	0,03
	1	Coleoptera	Spercheidae	6	6	0,05
	1	Coleoptera	Elmidae	4	4	0,03
	10	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	50	0,43
	1	Ephemeroptera	Baetidae	6	6	0,05

	35	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	210	1,83
	38	Trichoptera	Hydropsychidae	5	190	1,65
	1	Odonata	Coenagrionidae	9	9	0,08
	19	Díptera	Chironomidae	2	38	0,33
	2	Turbellaria	Turbellaria	5	10	0,09
	4	Gastropoda	Physidae	9	36	0,31
	2	Megaloptera	Corydalidae	7	14	0,12
	115					5,01

## MONITOREO 2

Nombre del punto	Ejemplares colectados	Orden	Familia	Índice Biológico de El Salvador	Abundancia x Puntaje obtenido	(Abun x Puntaje) / Abu Total
Fátima	2	Coleoptera	Spercheidae	6	12	0,07
	6	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	18	0,10
	10	Coleoptera	Psephenidae	4	40	0,23
	5	Coleoptera	Elmidae	4	20	0,11
	3	Ephemeroptera	Euthyplociidae	5	15	0,09
	3	Ephemeroptera	Coryphoridae	6	18	0,10
	28	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	140	0,80
	4	Ephemeroptera	Baetidae	6	24	0,14
	50	Ephemeroptera	Leptohyphidae	6	300	1,70
	15	Trichoptera	Hydropsychidae	5	75	0,43
	1	Trichoptera	Xiphocentronidae	2	2	0,01
	13	Trichoptera	Leptoceridae	4	52	0,30
	3	Díptera	Simuliidae	6	18	0,10
	2	Díptera	Tipulidae	5	10	0,06
	10	Díptera	Chironomidae	8	80	0,45
	3	Hemiptera	Belostomatidae	7	21	0,12
	1	Hemiptera	Vellidae	5	5	0,03
	1	Odonata	Platystictidae	1	1	0,01
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,10
	3	Odonata	Libellulidae	7	21	0,12
	6	Plecoptera	Perlidae	2	12	0,07
	5	Megaloptera	Corydalidae	7	35	0,20
	176					5,32
Paseo Turístico	8	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	24	0,12
	1	Coleoptera	Psephenidae	4	4	0,02
	3	Coleoptera	Elmidae	4	12	0,06
	4	Ephemeroptera	Baetidae	6	24	0,12
	15	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	75	0,38

	14	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	84	0,42
	98	Trichoptera	Hydropsychidae	5	490	2,47
	2	Trichoptera	Leptoceridae	4	8	0,04
	1	Hemiptera	Belostomatidae	7	7	0,04
	1	Odonata	Coenagrionidae	9	9	0,05
	7	Odonata	Libellulidae	7	49	0,25
	14	Turbellaria	Turbellaria	5	70	0,35
	3	Plecoptera	Perlidae	2	6	0,03
	19	Díptera	Chironomidae	8	152	0,77
	4	Díptera	Simuliidae	6	24	0,12
	4	Megaloptera	Corydalidae	7	28	0,14
	198					5,38
<b>La Isla</b>	3	Odonata	Coenagrionidae	9	27	0,09
	2	Odonata	Calopterygidae	7	14	0,05
	3	Ephemeroptera	Baetidae	6	18	0,06
	46	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	276	0,95
	49	Gastropoda	Physidae	9	441	1,51
	18	Díptera	Chironomidae	8	144	0,49
	21	Turbellaria		5	105	0,36
	101	Oligochaeta		10	1010	3,46
	48		Glossiphoniidae	7	336	1,15
	1	Hemiptera	Belostomatidae	7	7	0,02
292					8,14	
<b>Unión Base</b>	1	Coleoptera	Elmidae	4	4	0,02
	6	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	30	0,16
	1	Ephemeroptera	Baetidae	6	6	0,03
	94	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	564	3,02
	1	Trichoptera	Hydroptilidae	4	4	0,02
	57	Trichoptera	Hydropsychidae	5	285	1,52
	2	Trichoptera	Leptoceridae	4	8	0,04

	1	Odonata	Libellulidae	7	7	0,04
	12	Díptera	Chironomidae	8	96	0,51
	3	Díptera	Psychodidae	7	21	0,11
	2		Oligochaeta	10	20	0,11
	3		Turbellaria	5	15	0,08
	1		Gastropoda	9	9	0,05
	3	Megaloptera	Corydalidae	7	21	0,11
	187					5,83

### MONITOREO 3

Nombre del punto	Ejemplares colectados	Orden	Familia	Índice Biológico de El Salvador	Abundancia x Puntaje obtenido	(Abun x Puntj) / Abu Total
<b>Fátima</b>	5	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	15	0,12
	5	Coleoptera	Psephenidae	4	20	0,16
	9	Coleoptera	Elmidae	4	36	0,28
	1	Ephemeroptera	Euthyplociidae	5	5	0,04
	13	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	65	0,51
	3	Ephemeroptera	Baetidae	6	18	0,14
	23	Ephemeroptera	Leptohephidae	6	138	1,09
	2	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	5	10	0,08
	15	Trichoptera	Hydropsychidae	5	75	0,59
	15	Trichoptera	Leptoceridae	4	60	0,47
	1	Díptera	Simuliidae	6	6	0,05
	1	Díptera	Psychodidae	7	7	0,06
	9	Díptera	Chironomidae	8	72	0,57
	3	Hemiptera	Belostomatidae	7	21	0,17
	1	Hemiptera	Vellidae	5	5	0,04
	1	Odonata	Platystictidae	1	1	0,01
	2	Odonata	Libellulidae	7	14	0,11
	10	Plecoptera	Perlidae	2	20	0,16
	8	Megaloptera	Corydalidae	7	56	0,44
		127				
<b>Paseo Turístico</b>	8	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	24	0,29
	4	Coleoptera	Elmidae	2	8	0,10
	1	Coleoptera	Hydrochidae	7	7	0,08
	1	Ephemeroptera	Baetidae	6	6	0,07
	1	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	3	0,04
	14	Ephemeroptera	Leptohephidae	4	56	0,67
	8	Trichoptera	Hydropsychidae	4	32	0,39
	2	Trichoptera	Leptoceridae	4	8	0,10
	1	Hemiptera	Belostomatidae	6	6	0,07
	2	Odonata	Platystictidae	5	10	0,12
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,22

			e			
	3	Odonata	Libellulidae	7	21	0,25
	8			5	40	0,48
	18	Díptera	Chironomidae	8	144	1,73
	8	Díptera	Simullidae	6	48	0,58
	2	Megaloptera	Corydalidae	7	14	0,17
	83					5,36
<b>La Isla</b>	2	Coleoptera	Elmidae	4	8	0,06
	1	Coleoptera	Spercheidae	6	6	0,04
	1	Odonata	Platystictidae	1	1	0,01
	1	Odonata	Coenagrionida e	9	9	0,06
	1	Odonata	Libellulidae	7	7	0,05
	46	Ephemeroptera	Leptohyphidae	6	276	1,90
	61	Díptera	Chironomidae	8	488	3,37
	4	Díptera	Psychodidae	7	28	0,19
	1	Turbellaria	Turbellaria	5	5	0,03
	21	Oligochaeta	Oligochaeta	10	210	1,45
	3		Glossiphoniida e	7	21	0,14
	1	Hemiptera	Belostomatida e	7	7	0,05
	1	Megaloptera	Corydalidae	7	7	0,05
	1		Pseudothelph usidae	6	6	0,04
	145					7,44
<b>Unión Base</b>	7	Ephemeroptera	Leptophlebiida e	5	35	0,33
	31	Ephemeroptera	Leptohyphidae	6	186	1,77
	50	Trichoptera	Hydropsychida e	5	250	2,38
	10	Díptera	Chironomidae	8	80	0,76
	1	Díptera	Psychodidae	7	7	0,07
	2		Glossiphoniida e	7	14	0,13
	1			5	5	0,05
	1		Physidae	9	9	0,09
	2	Megaloptera	Corydalidae	7	14	0,13
	105					5,71

## MONITOREO 4

Nombre del punto	Ejemplares colectados	Orden	Familia	Índice Biológico de El Salvador	Abundancia x Puntaje obtenido	(Abun x Puntaj) / Abu Total
Fátima	11	Coleoptera	Elmidae	4	44	0,14
	21	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	63	0,21
	14	Coleoptera	Psephenidae	4	56	0,18
	1	Ephemeroptera	Euthyplociidae	5	5	0,02
	36	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	180	0,59
	15	Ephemeroptera	Baetidae	6	90	0,29
	28	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	168	0,55
	1	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	5	5	0,02
	76	Trichoptera	Hydropsychidae	5	380	1,24
	1	Trichoptera	Hidrobiosidae	4	4	0,01
	36	Trichoptera	Leptoceridae	4	144	0,47
	4	Diptera	Simuliidae	6	24	0,08
	13	Diptera	Chironomidae	8	104	0,34
	3	Hemiptera	Belostomatidae	7	21	0,07
	1	Turbellaria	Turbellaria	5	5	0,02
	2	Odonata	Platystictidae	1	2	0,01
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,06
	1	Odonata	Libellulidae	7	7	0,02
	1	Odonata	Gomphidae	7	7	0,02
	28	Plecoptera	Perlidae	2	56	0,18
	12	Megaloptera	Corydalidae	7	84	0,27
307					4,78	
Paseo Turístico	2	Coleoptera	Ptilodactylidae	3	6	0,04
	1	Coleoptera	Psephenidae	4	4	0,02
	7	Coleoptera	Elmidae	4	28	0,16
	21	Ephemeroptera	Baetidae	6	126	0,74
	15	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	75	0,44
	29	Ephemeroptera	Leptohiphidae	6	174	1,02
	50	Trichoptera	Hidropsychidae	5	250	1,46

	1	Trichoptera	Hidrobiosidae	4	4	0,02
	4	Odonata	Platystictidae	1	4	0,02
	2	Odonata	Coenagrionidae	9	18	0,11
	5	Turbellaria	Turbellaria	5	25	0,15
	15	Díptera	Chironomidae	8	120	0,70
	11	Díptera	Simullidae	6	66	0,39
	3	Odonata	Libellulidae	7	21	0,12
	5	Megaloptera	Corydalidae	7	35	0,20
	171					5,59
<b>La Isla</b>	3	Ephemeroptera	Baetidae	6	18	0,05
	118	Ephemeroptera	Leptohyphidae	6	708	1,83
	1	Coleoptera	Cneoglossidae	6	6	0,02
	33		Physidae	9	297	0,77
	147	Díptera	Chironomidae	8	1176	3,05
	1	Lepidoptera	Pyralidae	5	5	0,01
	4	Turbellaria	Turbellaria	5	20	0,05
	39	Oligochaeta	Oligochaeta	10	390	1,01
	40	Clitellata	Glossiphoniidae	7	280	0,73
	386					7,51
<b>Unión Base</b>	14	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	70	0,44
	11	Ephemeroptera	Baetidae	6	66	0,41
	68	Ephemeroptera	Leptohyphidae	6	408	2,55
	47	Trichoptera	Hidropsychidae	5	235	1,47
	3	Odonata	Coenagrionidae	9	27	0,17
	1	Odonata	Libellulidae	7	7	0,04
	11	Díptera	Chironomidae	8	88	0,55
	1	Hemiptera	Belostomatidae	7	7	0,04
	1		Thiaridae	9	9	0,06
	3	Megaloptera	Corydalidae	7	21	0,13
160					5,86	

## RESUMEN

La caracterización de biota acuática en el curso medio del río Puyo como indicadores de calidad ambiental realizada en cuatro puntos de muestreo: Fátima, Paseo Turístico, La Isla y Unión Base, comprende el muestreo e identificación realizada en cuatro fechas distintas con cuatro repeticiones en cada sitio, además de un monitoreo de parámetros físicos-químicos. Se identificaron 14 órdenes, 40 familias y 2808 individuos en total de los cuatro puntos en el curso medio del Río Puyo, perteneciendo la mayor cantidad de individuos a las familias Leptohyphidae e Hydropsychidae con 653 y 524 individuos respectivamente, y a los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera con 896 y 604 individuos respectivamente. La abundancia y distribución de los individuos identificados es característica de cada punto de muestreo, demostrándose la riqueza taxonómica de los mismos. Se comprobó la asociación existente entre las concentraciones de OD o pH y los índices empleados respecto a la calidad de agua, aunque en todos los casos se establece una correlación significativa entre las variables físico-químicas y la calidad de agua, la correlación entre OD y el índice IBF-SV presenta un mayor nivel de confiabilidad (99%) sugiriendo la validez de ambos indicadores en la evaluación de la calidad de agua. Finalmente se determina la calidad de agua en cada sitio en base a los resultados obtenidos.

## SUMMARY

The characterization of aquatic biota in the middle of the river Puyo as indicators of environmental quality performed in four sampling points: Fatima, Touristic ride, Island and Base Junction, comprising sampling and identification conducted in four different dates with four replications in each site, and a monitoring of physical-chemical parameters. We identified 14 orders, 40 families and 2808 individuals in total of four points in the middle of the Rio Puyo, belonging to as many individuals and families Hydropsychidae Leptohiphidae 653 and 524 individuals, respectively, and the orders Ephemeroptera and Trichoptera with 896 and 604 individuals respectively. The abundance and distribution of identified individuals is characteristic of each sampling point, showing taxonomic richness thereof. Association was found between concentrations and pH OD or indices used on the quality of water, but in all cases provide a significant correlation between the physico-chemical variables and quality of water, and the correlation between OD IBF-SV indexes has a higher level of reliability (99%), suggesting the validity of both indicators in the assessment of water quality. Finally determines the quality of water at each site based on the results obtained.