

Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito

Proyecto de investigación para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Mary Sánchez Molano
Diana Paola García

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas; Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Ingeniería Ambiental
Pitalito, septiembre de 2018

Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito

Proyecto de investigación para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Mary Sánchez Molano
Diana Paola García

Directora:
Martha Cecilia Vinasco Guzmán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas; Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Ingeniería Ambiental
Pitalito, septiembre de 2018

Contenido

Índice de tablas	4
Resumen	6
Planteamiento del problema	7
Pregunta de investigación	8
Justificación	9
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Marco conceptual y teórico	11
Macroinvertebrados	11
Índices de calidad de agua	12
Índice BMWP	12
Rango	14
El río Guachicos	14
Cuenca del río Guachicos	15
Metodología	17
Procedimiento de muestreo con la red de pantalla.	18
Área de estudio	19
Clasificación taxonómica	19
Cálculos	19
Resultados	21
Área de estudio	21
Composición y abundancia	26
Cálculo del índice BMWP	38
Cálculo del índice de calidad de agua	38
Análisis de resultados	40
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Bibliografía	49
Anexo 1. Macroinvertebrados con familia, orden y características de hábitat	52
Anexo 2. Características puntos de muestreo.	60
Anexo 3 característica de la fuente en los días de colecta.	61
Anexo 4. porcentaje total por familia	63
Anexo 5. Porcentaje total por familia	64
Anexo 6. Distribución de individuos por fecha	65

Índice de tablas

Tabla 1. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col ...	13
Tabla 2. Calidad biológica del agua – Índice BMWP/Col.....	14
Tabla 3. Georreferenciación de los puntos de muestreo	21
Tabla 4. Características de los sitios de recolección.	23
Tabla 5. Características del tiempo en los días de muestreo.	25
Tabla 6. Porcentaje de individuos por punto de muestreo.....	27
Tabla 7. Cantidad de especies encontradas.	32
Tabla 8. Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 1.	34
Tabla 9. Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 2.	36
Tabla 10. Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 3.	37
Tabla 11. Puntuación por familia en el punto 1.	38
Tabla 12. Puntuación por familia en el punto 2.	39
Tabla 13. Puntuación por familia en el punto 3.	39
Tabla 14. Comparación de familias en los tres puntos	43

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación taxonómica de macroinvertebrado	11
Figura 2. Croquis rio Guachicos.....	16
Figura 3. Pasos para realizar el muestreo.....	18
Figura 4. Porvenir Punto 1.	21
Figura 5. Bombonal punto 2.....	22
Figura 6. Desembocadura punto 3.....	22
Figura 7. Punto 1 Porvenir Fuente: la investigación.	24
Figura 8. Punto 2. Bombonal	24
Figura 9. Punto 3 Desembocadura.	25
Figura 10. Identificación taxonómica Fuente: La investigación.....	26
Figura 11. Porcentaje de muestreo de macroinvertebrado por punto. Fuente: La investigación..	27
Figura 12. Porcentaje de individuos por familia	28
Figura 13. Porcentaje de individuos por orden Fuente: La investigación.....	29
Figura 14. Individuos por fecha Bombonal punto 2. Fuente: La investigación	30
Figura 15. Individuos por fecha. Fuente: La investigación.....	31
Figura 16. Individuos por fecha.	31

Resumen

El uso de macroinvertebrados acuáticos es un método de monitoreo de la calidad de agua, que se está utilizando ampliamente para hacer vigilancia y control de la contaminación.

En la presente investigación se quiso establecer como bioindicadores de calidad para dar cuenta del índice de contaminación mediante el método BMWP/col, con el objetivo de determinar la calidad del agua mediante la recolección de macroinvertebrados acuáticos en el cauce del río Guachicos, que es la fuente abastecedora del acueducto del municipio de Pitalito, seleccionando 3 puntos con diferentes grados de intervención o actividades dentro del área. Se hicieron 5 muestreos con el método de la red de mano y método manual. Los puntos de recolección se establecieron en el corregimiento de Bruselas, en la parte alta Vereda Porvenir, la parte media de la vereda Bombonal y parte baja que está ubicada en el corregimiento de Criollo municipio de Pitalito, donde realiza la desembocadura al río Guarapas.

Para la clasificación y cálculo de los índices, se aplicó el método BMWP/ Col de Roldán, haciendo la clasificación taxonómica por especies, familias, género, y orden. Además, se identificó el porcentaje de individuos por punto de muestreo, por familia y número de individuos por orden y distribución por fechas.

Se encontró que para el punto 1 el valor del índice BMWP/Col es de 160, para el punto 2 es 126, lo que indica buena calidad de agua y para el punto 3 el valor es de 58 que indica aguas moderadamente contaminadas. Se recomienda validar los resultados con otros métodos de muestreo.

Palabras claves: contaminación del agua, ecosistema acuático, animales indicadores, indicadores ecológicos

Abstrac

The aquatic macroinvertebrates' use is a monitoring method of wáter quality that it is being used widely to do surveillance and control of pollution.

In this investigation we wanted to establish as quality's bio-indicators to show the index pollution through BMWP/col method, with the objective of to decide the wáter quiality through the aquatic macroinvertebrates' gather in the Guachicos' riverbed, it's the wáter supply source of Pitalito, selecting 3 sities with different degrees of intervention or activities inside area. we did five samplings with hand network method and manual method. The sities of harvest were establish in Brusels, in the high part Vereda Porvenir, in the vereda Bombonal middel part and the Criollo low part, where it is make the River Guarapas mouth.

To index classification and calculation was applied the BMWP/col method, making the taxonomic classification by species, families, gender and order. Also, we identified the percentage of individuals by samplings point, family and individuals numbers by order and distribution by dates.

We found that for point 1 the BMWP/col index value is 157, for point 2 is 123, that means water quality good nad for the ponint 3 the value is 55, that means water moderately contaminated. We recomend to validate the results with others sampling's methods.

Key words: pollution of water, aquatic ecosystems, ecological indicators, indicators animals

Planteamiento del problema

La industrialización y crecimiento poblacional ha generado desarrollo, con ello causando intervenciones y disminución en la diversidad de los ecosistemas, por lo que la calidad de las fuentes hídricas es modificada por diferentes causas o factores. Al respecto Torres, Cruz y Patiño (2009) indican que:

“En general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural –MON–) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros)”.

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua, dado que la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento inciden directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua, el cual se define como el riesgo de transportar agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria (Torres, Cruz y Patiño 2009).

Actualmente en todas las fuentes hídricas del mundo y el sur del país no es la excepción, se presenta un creciente deterioro en los sistemas acuáticos. En este sentido la preocupación radica en la necesidad de protección y conservación de los ríos y en este caso particular del Río Guachicos, ya que esta fuente hídrica, que surte de agua a la planta potabilizadora Guaitipan del Municipio de Pitalito Huila, para suplir la necesidad básica de agua potable a dicha comunidad.

Para identificar la calidad de agua en dicho río se hace necesario estudiar ciertas variables con características diversas de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua para identificar posibles efectos y alteraciones en las condiciones del medio.

Pregunta de investigación

¿Es posible determinar la calidad de agua del agua del cauce del río Guachicos, a partir de la colecta de macroinvertebrados y el cálculo del índice BMWP/Col?

Justificación

El agua es un bien esencial para el sostenimiento dinámico en los procesos biológicos, de igual modo influye en la calidad de vida de los individuos ya que es un elemento clave en las diversas actividades económicas que son practicadas por los diferentes factores de la economía.

La potabilidad del agua es un indicador importante de calidad de vida en cualquier comunidad, dado que afecta directamente la salud pública, lo que representa garantía de higiene y menores índices en el tratamiento de enfermedades en los habitantes del sector urbano y rural, lo que se traduce en menores gastos del gobierno para la atención en salud.

Acerca del río, se puede indicar que:

El río Guachicos se considera de gran importancia para la Región del Departamento del Huila y en especial para el Municipio de Pitalito ya que es la fuente principal que abastece al área urbana del municipio, el cual cuenta con una PTAP denominada Guaitipan, la cual es la encargada de potabilizar el agua que surte a la ciudad.

En la bocatoma del Rio Guachicos se está captando en promedio 310 l/seg. (Dato suministrado por EMPITALITO), la planta Guaitipan cuenta con los siguientes procesos, Captación por Bocatoma, desarenador, cámara de quietamiento donde se realiza la medición del caudal y mezcla rápida en la canaleta parschall utilizando sulfato de aluminio, continuando con la floculación sedimentación y filtración y por último la desinfección para lo cual se utiliza cloro gaseoso. Al ingreso del agua cruda semanalmente se realiza análisis físico químicos y mensualmente análisis microbiológicos. Después del proceso de desinfección se realiza diariamente tres análisis microbiológicos y un análisis fisicoquímico. (Informe técnico Empitalito 2015, Ingeniero Fabian Rodríguez).

Ante el creciente deterioro en los sistemas acuáticos resultado de las malas prácticas agrícolas, así como de la explotación minera entre otros fenómenos antrópicos, se requiere conocer los componentes acuáticos para determinar la calidad del agua de las fuentes hídricas que beneficia a toda una comunidad.

En este orden de ideas y con el fin de conocer los niveles de calidad del agua del río Guachicos Se va a hacer un análisis de calidad del agua, a través del análisis e identificación de la presencia de macroinvertebrados en esta prestigiosa fuente hídrica, tomando la comunidad de macroinvertebrados encontrada como bioindicadores para determinar la calidad del agua que surte la planta Guaitipan de la ciudad de Pitalito Huila.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito Huila.

Objetivos específicos

- Identificar el área de estudio, seleccionando puntos de muestreo sobre el río Guachicos, tomando como referencia las diferentes actividades que se llevan a cabo a lo largo del cauce.
- Realizar colecta de macroinvertebrados en los puntos de muestreo.
- Caracterizar taxonómicamente las comunidades de macroinvertebrados en el laboratorio.
- Realizar análisis con base en índice BMWP/Col para determinar la calidad del agua.

Marco conceptual y teórico

El uso de macroinvertebrados como indicadores para calidad de aguas superficiales, comenzó hace más de un siglo cuando se encontró que los organismos en las aguas contaminadas difieren de los hallados en las aguas limpias. En los años 50 se hicieron estudios que vinculan las respuestas de plantas y animales a la contaminación y en los años 90, se implementó el uso de información biológica para implementar medidas de protección, manejo y explotación de los recursos acuáticos (Enríquez & Torres, 2017).

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos claves en la ecología de los ríos y elementos importantes en el entendimiento y el funcionamiento de estos ecosistemas, siendo eslabones relevantes en la cadena trófica pues sirven de alimento a peces, anfibios y aves asociados.

Los macroinvertebrados acuáticos se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm de longitud. El prefijo “macro” indica que esos organismos son retenidos por redes de tamaño entre 200–500 µm (Rosenberg y Resh, 1993) y además, superan en fase adulto o último estado larvario los 2.5 mm (González y García, 1995).

Este grupo incluye taxones como: Moluscos, Crustáceos (*Anfípodos*, *Isópodos* y *Decapodos*), *Turbelarios*, *Oligoquetos*, *Hirudíneos* y fundamentalmente insectos entre los cuales se encuentran *coleópteros*, *hemípteros*, *efemerópteros*, *plecópteros*, *odonatos*, *dípteros*, *neurópteros* y *tricópteros*. Estos organismos viven sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el fondo, sobre rocas, y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie (McCafferty, 1981; Roldán, 1988; 1992; González y García, 1995, Universidad del Tolima, 2006).



Figura 1. Clasificación taxonómica de macroinvertebrado

Índices de calidad de agua

En cuanto al análisis de la calidad del agua se recurre a los índices de calidad y contaminación de agua ICA e ICO, que se calculan midiendo parámetros fisicoquímicos que luego se procesan mediante expresiones matemáticas. De acuerdo a los autores Samboní, Carvajal y Escobar (2017), en Colombia se utilizan como indicadores de calidad de agua el oxígeno disuelto OD, la demanda biológica de oxígeno DBO, los coliformes fecales, el pH, los sólidos totales ST, el color, el fósforo total, el nitrógeno total y los sólidos solubles totales SST.

El uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos tiene tradición en ecología y se mencionan entre otros:

El índice de Margalef (1969), que cuantifica saprobios.

Lorenz, et al., (1997) desarrollan un sistema de bioindicadores con conceptos teóricos que describen los ríos naturales, entre los cuales se consideran la distribución de la vegetación, la hidráulica, el espiral de nutrientes, la jerarquía de tributarios y el concepto de río continuo, entre otros. (Roldan 2016)

Índice de Integridad Biótica (IIB o IBI) o índice de Integridad Biológica, el cual es una herramienta multimétrica para identificar y clasificar los problemas de contaminación del agua. (Roldan 2016)

El enfoque saprobico. La capacidad que tenían ciertos organismos de vivir en determinados niveles de contaminación, fue designado en Alemania por **Kolkwitz & Marsson** (1908, 1909). En el este sistema se utilizan todos los organismos acuáticos como indicadores de calidad del agua, se tiene en cuenta algunos aspectos fisicoquímicos como DBO5, el NH4-N y el oxígeno disuelto. (Roldan 2016).

El enfoque de la diversidad, Shannon-Weaver, tres componentes fundamentales de las comunidades naturales: riqueza, uniformidad o equidad y un indicativo de abundancia. (Roldan 2016)

Índice BMWP

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) se considera un método simple y rápido de evaluar calidad de agua, utilizando macroinvertebrados como bioindicadores, analizando hasta nivel de familia, con datos cuantitativos de presencia y ausencia. El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica, siendo 10 el más sensible y 1 el más tolerante (Roldán, 2016).

El puntaje se asigna una vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. Posteriormente se suman los puntajes por familia

encontrados en los puntos de muestreo, para calcular el índice y se evalúa el nivel de calidad de agua.

Tabla 1. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

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

Fuente: Roldán, 2016

La tabla 2 muestra las clases de calidad del agua del índice BMWP/Col, es resultado que da al sumar la puntuación de las familias encontradas, de acuerdo con el puntaje obtenido se clasifica en distintas clases de agua.

Tabla 2. Calidad biológica del agua – Índice BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	BMWP/Col	SIGNIFICADO	COLOR
I	BUENA	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias.	Azul
II	ACAPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.	Verde
III	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas.	Amarillo
IV	CRITI CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas.	Naranja
V	MUY CRÍTICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (S. F.)

Rango

La evaluación de la calidad de agua se ha realizado tradicionalmente a través de análisis físico químicos y bacteriológicos. A partir de los años 50 se ha venido utilizando el método de valoración con macroinvertebrados, con los que se hacen análisis funcionales que validan el intercambio entre los organismos vivos y el ambiente abiótico, demostrando que es posible evaluar las aguas naturales y contaminadas combinando ambos métodos (Roldán, 2016).

El estudio de calidad de agua con macroinvertebrados acuáticos tiene una tradición desde los años 50 en la Unión Europea y Norteamérica. Son utilizados para evaluaciones rápidas del ecosistema con probando la efectividad en un alto porcentaje, además de que son métodos de bajo costo y que no requieren mucho tiempo para su ejecución. Algunos autores proponen combinar el uso de diatomeas con macroinvertebrados para medir la calidad de agua (Méndez, 2014)

Aunque Roldan no menciona el número de individuos, para el cálculo del índice se suman las puntuaciones parciales que se obtienen de la presencia de cada familia de macroinvertebrados y de esta forma se obtiene la puntuación global del punto de muestreo.

El río Guachicos

El río Guachicos es la “segunda fuente hídrica más importante del Huila, nace en la Vereda Porvenir del corregimiento de Bruselas, en su recorrido de 45 kms, hasta la desembocadura en el río Guarapas, recibe el caudal de 172 afluentes” (Municipio de Pitalito, 2008).

Cuenca del río Guachicos

La Ronda del río Guachicos que constituye la segunda fuente hídrica del municipio, de Pitalito tiene su nacimiento en la Vereda porvenir (corregimiento Bruselas) y un recorrido de 45 kilómetros hasta su desembocadura en el Río Guarapas. La cuenca del río Tiene un área de protección en el parque Natural Municipal con una extensión de 5.000 hectáreas en las veredas porvenir, Kennedy, Palmito, La Esperanza, Pensil, Monte Cristo y El Cedro. la Cuenca del río Guachicos es abastecedora de la zona urbana de Pitalito y de los corregimientos Bruselas, Criollo; además de los distritos riego San Francisco, Cabeceras, Holanda, El Limón. En ésta Cuenca están asentadas las mayores zonas productivas del municipio el Café y cultivos de clima frío. (Atlas Ambiental y de la Biodiversidad de Pitalito. 2015)

Río Guachicos es uno de los principales afluentes del Magdalena en la zona sur del Departamento y surca el territorio de sur a norte constituyendo un eje que divide en dos la geografía local. A esta subcuenca pertenecen las microcuencas de las Quebradas cedro, como afluente principal y una serie de microcuencas menores como afluentes secundarios. (Ruta de Cambio Climático Pitalito 2030. Consciente y comprometido con el cambio climático 2015).

Presenta un caudal en condiciones medias de 1800 litros/segundo. El río Guachicos nace en el Macizo Colombiano en la parte alta de la Vereda El Porvenir, alrededor de los 2400 msnm, desciende hasta desembocar en el río Guarapas a 1200 msnm. (Empitalito).

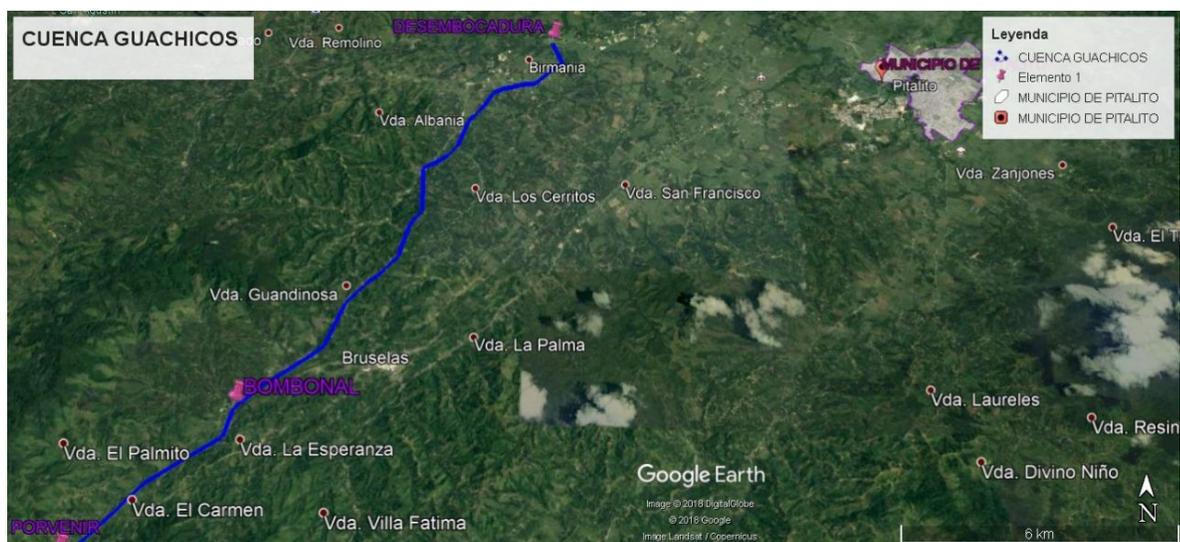


Figura 2. Croquis rio Guachicos

Metodología

Se define para el estudio realizar el muestreo en los principales del río Guachicos tres puntos ubicados en la parte alta (Vereda el Porvenir), media (Vereda Bombonal) y baja (cerca de la desembocadura).

La toma de muestras se realizó en el periodo comprendido entre marzo a septiembre de 2018, con un total de cinco (5) muestreos.

Para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se realiza un muestreo cualitativo con la red de mano o pantalla la cual se usa para atrapar macroinvertebrados con una red sujeta a un marco metálico o de madera, que abierta tiene forma de L. Se utiliza en ríos de poca profundidad, con corrientes más o menos torrentosas y fondo de piedras pequeñas, donde el agua no supere los 45 cm de altura (Carrera et al 2001).

Se realiza la remoción en el fondo del río, en cada fuente hídrica, se realiza la recolección o muestreo en 3 puntos, alto, medio y bajo, para un total de 24 puntos de muestreo, con una repetición de 4 veces durante el periodo del proyecto.

La metodología utilizada fue tomada del documento Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica y conteo, emitido por el IDEAM en el año 2006:

El estudio es semicuantitativo y se realiza en sustratos de guijarros y pedregosos y con profundidades por debajo de los 30 cms., la muestra se toma con red de pantalla, que evalúa un área de 0.09 m².

En la toma de muestra con red de pantalla se colectan 10 submuestras a lo ancho del cauce y se integran en una sola muestra, para un total de área muestreada de 0.9 m² en cada estación.

La preservación de las muestras se realiza con abundante alcohol al 95% procurando que la muestra quede empapada, o con solución de formol al 40%. (IDEAM, 2006).

El procedimiento se hizo a partir de las instrucciones del documento Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica y conteo.

Los elementos utilizados fueron: Red de pantalla para la toma de muestras, pala para la remoción de posibles lodos, arena, gravillas; frascos para conservar las muestras, alcohol, cámara fotográfica, Geoposicionador GPS, formato para captura de datos de campo, bolsas plásticas, guantes de caucho extralargos (arriba del codo), lupa, pinzas de disección de punta fina, cinta de enmascarar para marcaje, botas de caucho, marcador indeleble, cubeta plástica blanca, bandeja plástica o esmaltada de color blanco para separación, Kit de primeros auxilios.

Procedimiento de muestreo con la red de pantalla.

Un resumen del procedimiento de muestreo indicado por el IDEAM es el siguiente:

Se selecciona un tramo de 100 metros de corrientes de poca profundidad, se hace un total de 10 coletas 4 a lo ancho del río, 3 aguas arriba y 3 aguas abajo.

Para la toma de la muestra, coloque la red bien asegurada sobre el fondo del curso de agua, removiendo aguas arriba el fondo del río, para desalojar a los organismos que viven en el fondo y que sean arrastrados y capturados en la red.

Se recolectan los macroinvertebrados con pinzas y se colocan en frascos previamente esterilizados y rotulados, que contienen etanol al 95%. Las muestras se almacenan en una nevera de icopor refrigerada hasta que son procesadas.

El procedimiento se debe repetir en cada punto de muestreo. Para ilustrar la toma de muestras, se presenta la siguiente figura:

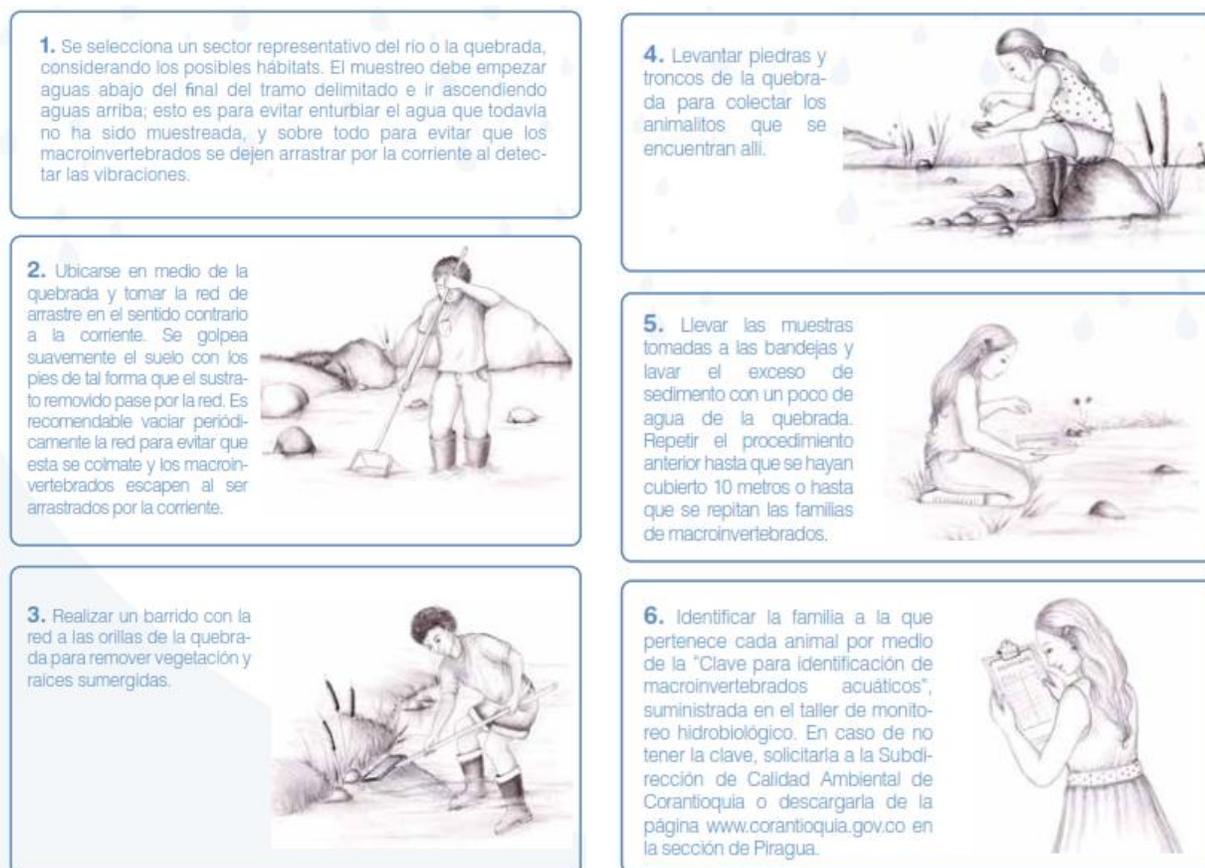


Figura 3. Pasos para realizar el muestreo

Fuente: Corantioquia (2014)

Área de estudio

La Cuenca del río Guachicos, nace en la Vereda Porvenir del corregimiento de Bruselas, en su recorrido de 45 kms, hasta la desembocadura en el río Guarapas, recibe el caudal de 172 afluentes.

Ubicación: Está ubicada en el Parque Natural Municipal que lo conforman las Veredas: Porvenir, Kennedy, Palmito, La Esperanza, Pensil, Monte Cristo y el Cedro, donde se han comprado más de 5.000 hectáreas de bosques, que sirven de protección y conservación de esta fuente hídrica.

Surte de agua los acueductos de la zona Urbana de Pitalito, 33 veredas del Corregimiento de Bruselas, 7 del Corregimiento de Criollo, como también los minidistritos de riego: San Francisco y Cabeceras, Holanda, El Limón.

En esta Microcuenca, se encuentran la principal fuente de recursos económicos de Pitalito representadas en más de 4.500 hectáreas de café en unos 2.500 predios (Pitalito, 2016).

Clasificación taxonómica

La taxonomía se realizó en 2 niveles de acuerdo a los RBPs, originales de la EPA, identificando Familia y género/especie para ello se utilizó: la guía para el Estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia, varios artículos de Gabriel Roldan y el Atlas Ambiental y de la Biodiversidad de Pitalito.

Se procedió a la observación de los macroinvertebrados a través del estereoscopio, teniendo como puntos de referencia para su clasificación las siguientes características; tamaño, forma de la cabeza, patas, color.

Se efectuó el registro en el formato de laboratorio, de cada individuo determinando su especie, familia, género y cantidad encontrada en cada punto de muestreo. La clasificación de macroinvertebrados con sus respectivas características las encuentra en el anexo 1.

Cálculos

Se aplica el Índice biótico BMWP/Col que propone Roldán (2003), basado en la clasificación de los macroinvertebrados acuáticos, quien adapta el sistema, inicialmente para ecosistemas acuáticos de montaña, presentando las familias y su valoración, de

acuerdo a su adaptación a las distintas calidades de agua, con un puntaje que va de 1 a 10, dependiendo de su tolerancia a la contaminación, siendo más alto el de las familias más sensibles hasta el más bajo de las más tolerantes, para sumar los puntajes y dar la valoración del índice.

Los macroinvertebrados acuáticos que se han colectado, se deben fijar en alcohol al 70% y en recipientes plásticos rotulados, los cuales serán transportados al laboratorio, donde se realizó la identificación, mediante el empleo de un estereoscopio, con el fin de aplicar el índice biológico adaptado para Colombia BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party Adaptado para Colombia) (Roldan, 1998).

Con base en el puntaje de las familias, de este índice del agua, será calificada como buena, aceptable, dudosa, crítica o muy crítica (Tabla 2), considerando el puntaje que va de 1 a 10, de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica, recibiendo la menor puntuación las familias más tolerantes y el máximo las menos tolerantes a la contaminación (Roldán, 1998).

Resultados

Área de estudio

La zona de estudio se ubicó sobre la cuenca del río Guachicos, identificando 3 puntos para el muestreo, donde se realizaron 5 colectas entre los meses de marzo a septiembre, georeferenciando dichos puntos como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3. Georreferenciación de los puntos de muestreo

Punto	Nombre del punto	Coordenadas		
1	Porvenir	01°44'01.0"	076°13'57.6"	1777 msnm
2	Bombonal	01°45'57.3"	076°12'18.9"	1576 msnm
3	Desembocadura	01°52'09.7"	076°08'30.2"	1202 msnm

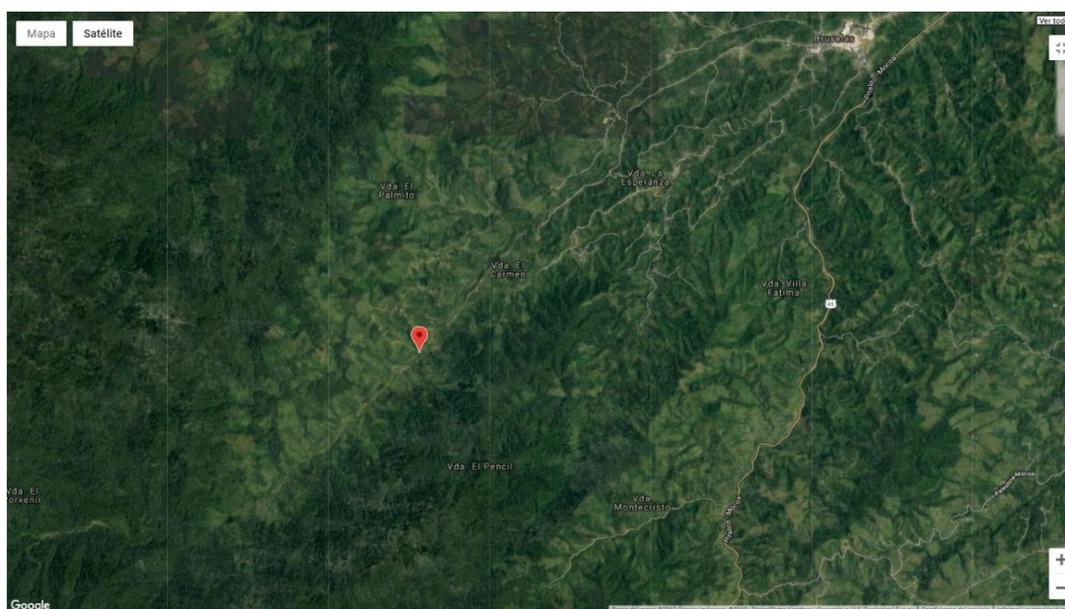


Figura 4. Porvenir Punto 1.

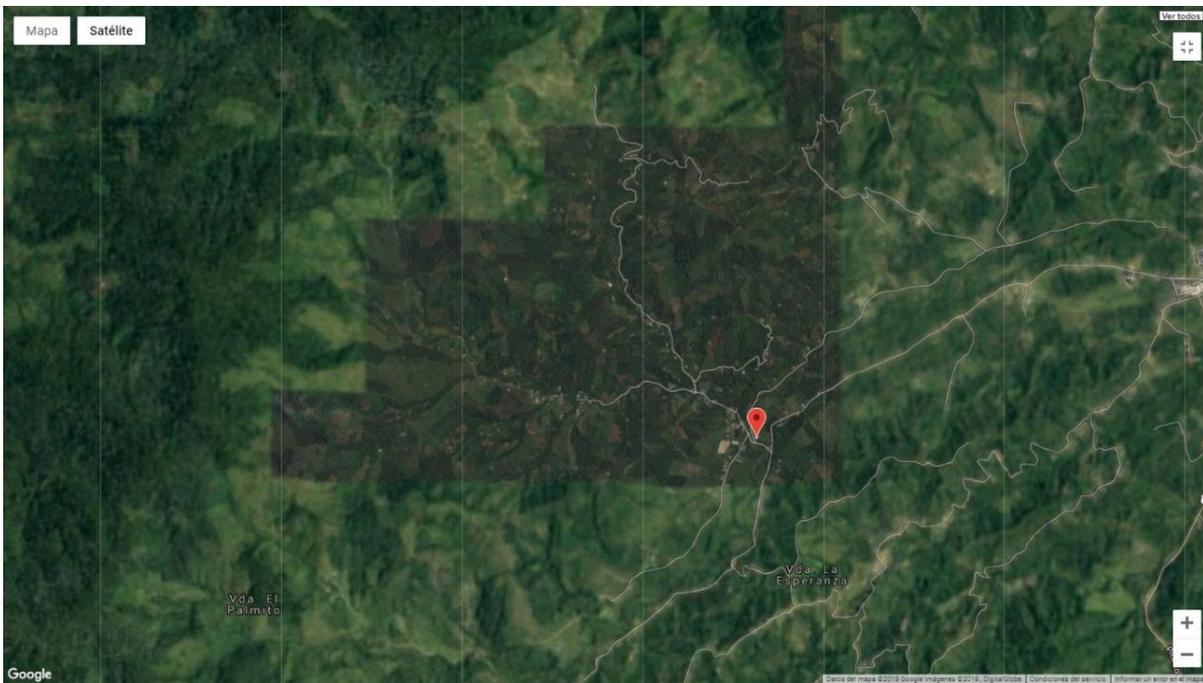


Figura 5. Bombonal punto 2.

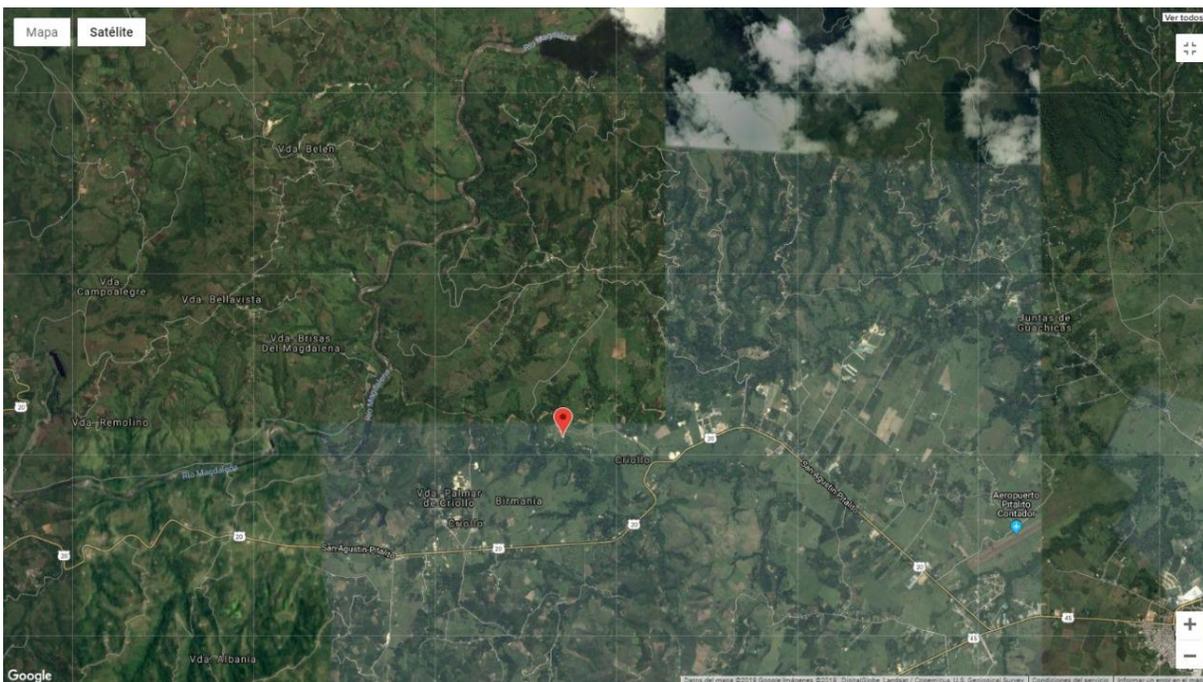


Figura 6. Desembocadura punto 3

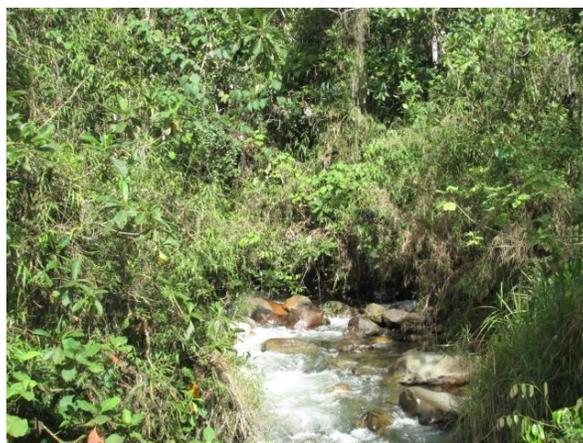
Las características encontradas en los sitios de recolección de las muestras de macroinvertebrados, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Características de los sitios de recolección.

Punto	Tipo De Terreno, Uso Del Suelo	Descripción
Punto 1, El Porvenir	Semi inclinado, con bosque natural, terreno con arbustos, árboles y matorrales. Lecho del río con roca y grava.	En la vía que comunica al porvenir a 45 km se encuentra un desvío a mano derecha con una distancia de 200 metros, pasando por un puente colgante en madera giramos a mano izquierda caminando 20 metros adelante se ubica el primer punto, para la toma de muestra. Encontrando abundancia de vegetación en las orillas del río Guachicos con variedad de plantas no se evidencia actividades de cultivos, encontrando rastros o marcas de pisadas humanas en el sector, el agua no tiene olores, y el flujo es corrientosa y transparente. Para la segunda toma se ubica a 100 metros del puente en madera y para la 3 en la parte posterior del puente donde se evidencia huellas de animales con restos de semillas que consumen.
Punto 2, Bombonal.	Terreno poco inclinado, con actividad antropogénica, con cultivos agrícolas. Lecho del río con roca y grava.	A 7 km del corregimiento de Bruselas ubicamos el punto 2 en Bombonal este sitio cuenta con poca vegetación solo algunos árboles grandes a orillas del río ya que hay actividades antropogénicas a menos de 30 metros de la fuente, evidenciando un vertimiento directo de la vivienda, con cultivos de café y plátano muy cerca de su orilla a lado derecho, se perciben fuertes olores en el ambiente. El flujo es muy correntoso y abundante ya que desembocan varias afluentes aguas arriba, se encuentran residuos domiciliarios. Al otro extremo de la orilla hay troncos y piedras grandes con restos de ceniza donde evidencia que realizan fogatas para preparar alimentos.

Punto 3, desembocadura	Terreno inclinado, con cultivos agrícolas y ganadería extensiva. Lecho del río con roca, lodo y grava.	Este punto se ubica a 10 km del municipio de Pitalito en predios del señor Libardo Rivas, en el área hay presencia de ganado en la cuenca cercana donde beben agua del río, los cultivos de lulo a orillas de la fuente son extensos y cuenta con olores fuertes y extraños, el agua es corrientosa con mucha turbidez se evidencia vegetación grande y media mezclada entre los cultivos. En las cercanías del río se encuentran envases y empaques de agroquímicos y residuos orgánicos de origen humano y animal.
------------------------	--	--

Fuente: La investigación



*Figura 7. Punto 1 Porvenir
Fuente: la investigación.*



*Figura 8. Punto 2. Bombonal
Fuente: La investigación*



Figura 9. Punto 3 Desembocadura.

Fuente: La investigación

La recolección: Se realizó en las siguientes fechas: 22 de marzo, 12 de julio, 22 de agosto y 29 de agosto de 2018 y 19 de septiembre, en la siguiente tabla se realiza una descripción de las características del tiempo en los días de muestreo.

Tabla 5. Características del tiempo en los días de muestreo.

Fecha	Estado del tiempo
22 de marzo	Según el reporte del IDEAM en marzo de 2018 se presentaron en la región andina un aumento de lluvias con temperatura promedio en el aire.
12 de julio	El día de la toma de la muestra se presentó tiempo soleado, aunque en los días anteriores hubo abundantes lluvias. Al momento de hacer la toma en el punto 3, se dificulta debido al aumento de caudal de la fuente hídrica.
22 de agosto	Para esta toma de muestras se presentaron fuertes lluvias en el mes y el día anterior llovió toda la noche, se presentaron aumentos del caudal y turbiedad en el río y aunque se efectuó el muestreo no se recolectaron especímenes en el punto 3. Igualmente, en este punto se sentía olores a plaguicidas e insecticidas que se utilizan en el cultivo del lulo aledaño.
29 de agosto	El día de la recolección de las muestras se presentó tiempo soleado y lluvias aisladas después del mediodía. En el punto 3 se encontró ganado el cual se alimentaba de la fuente, donde se hizo el muestreo.
19 de septiembre	Se presentó día soleado, en el punto 3 se evidencio nuevamente la presencia de ganado, así mismo se puede evidenciar que la fuente presenta un color turbio y presenta abundante lama. Para observar mejor las características del sitio de muestreo dirigirse al anexo 2.

Fuente: La investigación

Trabajo de Laboratorio: Los organismos capturados y fijados se separaron en alcohol al 70% y se determinaron a nivel de familias, usando un estereomicroscopio.



Figura 10. Identificación taxonómica
Fuente: La investigación

Determinación taxonómica: se hizo con la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia de Roldán y el Atlas Ambiental de la Biodiversidad del Municipio de Pitalito. (Gabriel Roldan Pérez, Universidad de Antioquia facultad de ciencias Exactas y Naturales Centro de Investigaciones CIEN).

Análisis: Para el análisis de los datos de los Macroinvertebrados se utilizaron las abundancias relativas y así poder caracterizar los especímenes encontrados por estructura, distribución espacial y temporal.

Composición y abundancia

Durante los cinco muestreos realizados en los meses de marzo, julio, agosto y septiembre del 2018, en la cuenca del río Guachicos, se colectó un total de 1676 macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 27 familias, 11 órdenes, con un porcentaje del 47.0 % de individuos en el Porvenir punto 1, el 48.9% en el Bombonal punto 2 y el 4.2% en la desembocadura punto 3, encontrándose que en el Bombonal punto 2 es el más ya que se realizó la mayor colecta de individuos. (Tabla 6)

Tabla 6. Porcentaje de individuos por punto de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	Suma de Total	Porcentaje de individuos por punto de muestreo
PORVENIR PUNTO 1	787	47,0%
BOMBONAL PUNTO 2	819	48,9%
DESEMBOCADURA PUNTO 3	70	4,2%
Total general	1676	

Fuente: La investigación

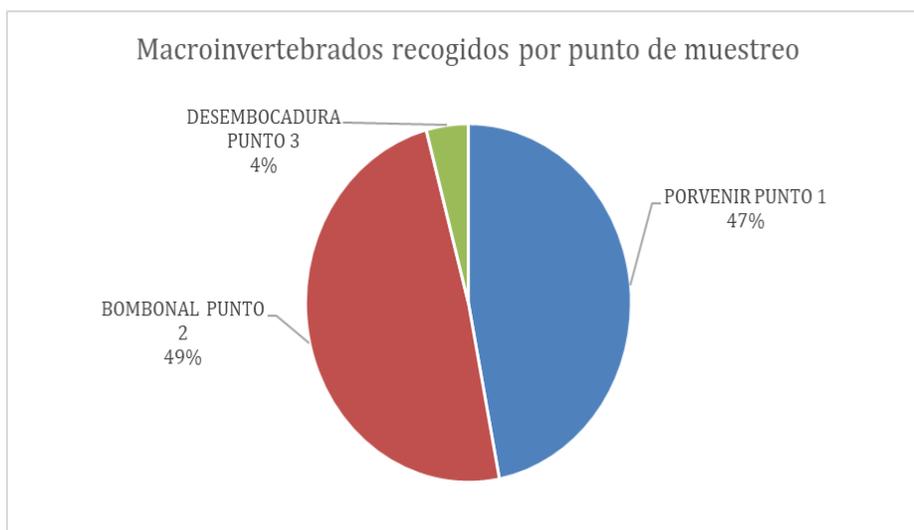


Figura 11. Porcentaje de muestreo de macroinvertebrado por punto.

Fuente: La investigación

Se identificaron 27 familias, dentro de las cuales hay 6 con más representatividad; la familia *Hydropsychidae* (Leptonema, Smicridea, Cheumatopsyche) es la más abundante con un 55,9% contando con un total de 937 individuos, *Perlidae* (Anacroneuria) representa un 12,8% en ella se encuentran 215 individuos, *Baetidae* (Baetode, Baetis, Ctylobaetis) con porcentaje de 7,6% y 127 individuos, la *Leptophlebiidae* (Thraulodes) con 6,7% contando con 113 individuos, la *Corydalidae* (Corydalis) con 5,0% y 83 individuos, *Tricorythidae* (LeptoHyphes) con 3,6% encontrando 61 individuos, las demás familias están presentes en menor proporción. Para visualizar el porcentaje total por familia dirigirse al anexo 4.

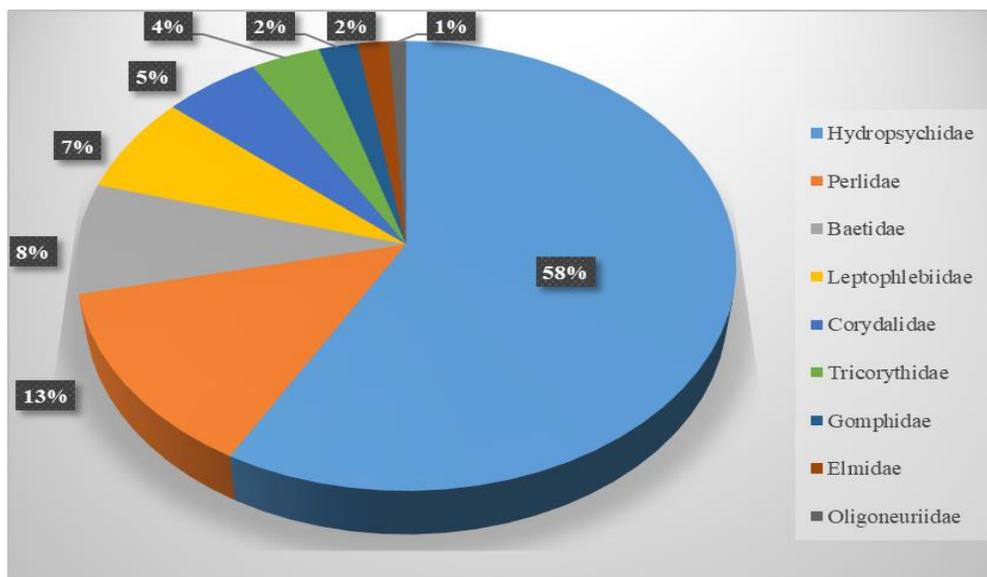


Figura 12. Porcentaje de individuos por familia

Fuente: La investigación

Se identificaron un total de 11 órdenes en los 3 puntos de muestreo, teniendo como las más representativas, el orden de Trichoptera con un total de 950 individuos para un 57%, Ephemeroptera 316 individuos con un 19%, Plecoptera 215 individuos con un 13%, Megaloptera con 93 individuos con el 6%, Odonata 44 individuos con el 3%. Los otros órdenes se encontraron en menor cantidad. El porcentaje de individuos por orden al dirigirse anexo 5, tabla 17.

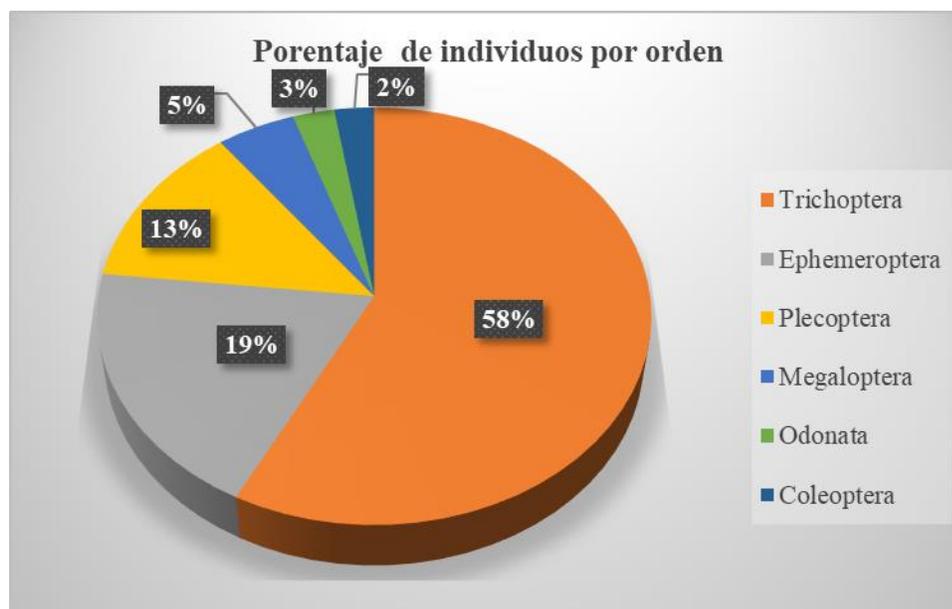


Figura 13. Porcentaje de individuos por orden
Fuente: La investigación

En el Bombonal punto 2, se colectaron 819 individuos la fecha que hubo mayor captura fue el 22 de agosto, recolectando 209 individuos con un 25%, y el día de menos captura fue el 12 de julio con 104 individuos para un 13%, se identificaron 16 familias de las cuales la Hydropsychidae (Smicridea, Cheumatopsyche y Leptonema) es de mayor presencia con 474 individuos, seguida por Baetidae (Baetode, Ctylobaetis y Baetis) con 99 individuos. La distribución de macroinvertebrados en el Bombonal punto 2, se encuentra de una más amplia en el anexo 6 tabla 18.

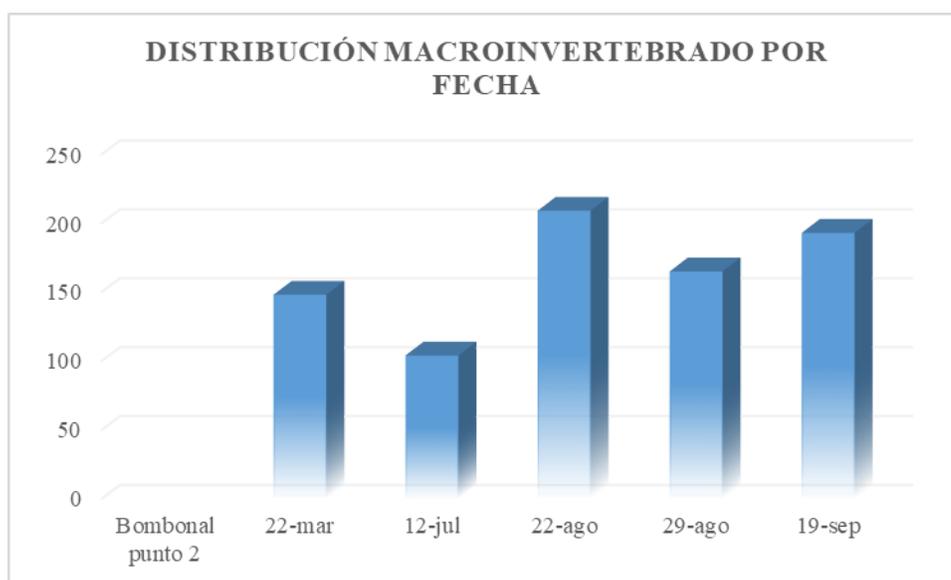


Figura 14. Individuos por fecha Bombonal punto 2.

Fuente: La investigación

En el Porvenir punto 1, se colectaron 787 individuos, la fecha en la de mayor captura fue el 19 septiembre con 267 individuos con un 34% y la de menor fue el 12 de julio con 42 individuos con un 17% en este punto se identificaron 21 familias de las cuales la Hydropsychidae (Smicridea, Cheumatopsyche y Leptonema) tiene mayor presencia con 451 individuos, seguida por la Perlidae (Anacroneuria) con 156 individuos. La distribución de macroinvertebrados por fecha en el punto 1, se puede apreciar en el anexo 6 tabal 18.



Figura 15. Individuos por fecha.

Fuente: La investigación.

En la desembocadura punto 3, se realizó la colecta de 70 individuos, la fecha de mayor captura fue el 29 de agosto con 36 individuos para un 51% y el día que se registró menos capturas fue el 19 septiembre con 16 individuos con un 23%. Se identificaron 9 familias las más representativas son Leptophlebiidae (Thraulodes) con 28 individuos y la Tricorythidae (Leptohyphes) con 16 individuos. La distribución de macroinvertebrados de la desembocadura punto 3, se puede apreciar en el anexo 6 tabla 18.

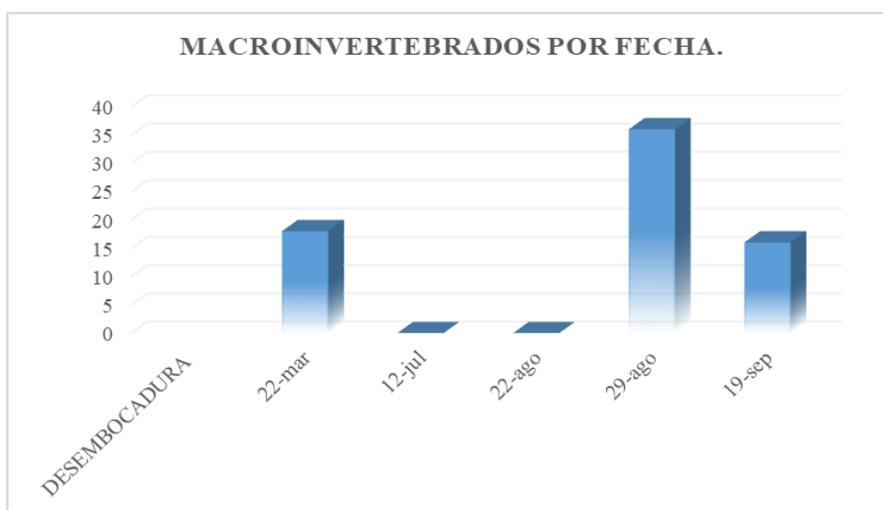


Figura 16. Individuos por fecha.

Fuente: La investigación

Se identificaron 1676 individuos, en los tres puntos de muestreo, de los cuales se encontraron en mayor cantidad los siguientes; el Smicridea con 496 individuos, Leptonema 286 individuos, Anacroneuria 215 individuos, Cheumatopsyche 124 individuos, Thraulodes 113 individuos y el Baetode 92 individuos. (Tabla 7).

Tabla 7. Cantidad de especies encontradas.

Especie	Suma de Total	Porcentaje
Smicridea	496	29.59%
Leptonema	286	17.06%
Anacroneuria	215	12.83%
Cheumatopsyche	124	7.40%
Thraulodes	113	6.74%
Baetode	92	5.49%
Corydalis	83	4.95%
Leptohyphes	61	3.64%
Baetis	33	1.97%
Smicridea	31	1.85%
Gomphidae	20	1.19%
Lachlania	15	0.89%
Macrelmis	14	0.84%
Progomphus	14	0.84%
Hirudinea	12	0.72%
Atopsyche	11	0.66%
Limonicola	10	0.60%
Cylloepus	9	0.54%
Psephenops	6	0.36%
Pelonomus	5	0.30%
Macrothemis	2	0.12%
Ctylobaetis	2	0.12%
Brechmorhoga	2	0.12%
Elmidae	2	0.12%
Lutrochus	2	0.12%
megapodagrion	2	0.12%
Acanthagrion sp 2	2	0.12%
Heleocoris spinipes	1	0.06%
Hetearina	1	0.06%
Berosus	1	0.06%
Chimarra	1	0.06%
Staphylinidae	1	0.06%
Heterelmis	1	0.06%

Triplecerides	1	0.06%
Acanthagrion sp 1	1	0.06%
Molophilus	1	0.06%
Lymnaea	1	0.06%
Disersus	1	0.06%
Achaeta	1	0.06%
Total general	1676	100%

Fuente: La investigación

PUNTO DE MUESTREO	Baetidae	Blepharoceridae	Calopterygidae	Corydalidae	Dryopidae	Elmidae	Gomphidae	Hydrobiosidae	Hydrophilidae	Hydropsychidae	Leptophlebiidae	Libellulidae	Megapodagrionidae	Naucoridae	Oligoneuriidae	Perlidae	Philopotamidae	Psephenidae	Staphylinidae	Tipulidae	Tricorythidae	Total general	
Macrelmis						8																8	
Macrothemis												2											2
Megapodagrion													2										2
Molophilus																				1			1
Pelonomus					4																		4
Progomphus							3																3
Psephenops																		6					6
Smicridea										255													255
Staphylinidae																				1			1
Thraulodes											19												19

Fuente: La investigación

PUNTO DE RECOLECCIÓN	Baeti dae	Blepharoceri dae	Coenagrionidae	Corydalidae	Dryopidae	Elmidae	Gomphidae	Hirudinea	Hydrobiosidae	Hydropsychidae	Hydropsychidae	Leptophlebiidae	Libellulidae	Lutrochidae	Oligoneuridae	Perlidae	Tricorythidae	Total general
Pelonomus					1													1
Progomphus							11											11
Smicridea										27								27
Smicridea										241								241
Thraulodes												66						66

Fuente: La investigación

En el punto 3 Desembocadura, se identificó un tipo espécimen con mayor abundancia y 2 familias con mayor número de especímenes, en la familia *Leptophlebiidae* cuenta con la presencia de 28 especímenes y la familia *Hydropsychidae* con 12 especímenes. (Tabla 10)

Tabla 10. Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 3.

PUNTO DE MUESTREO	Baetidae	Corydalidae	Enchytraeidae	Hirudinea	Hydropsychidae	Hydropsychidae	Leptoceridae	Leptophlebiidae	Lymnaeidae	Megapodagrionidae	Tricorythidae	Total general
DESEMBOCADURA PUNTO 3	3	1	1	7	4	8	1	28	1		16	70
Triplecerides							1					1
Achaeta			1									1
Baetode	3											3
Corydalis		1										1
Hirudinea				7								7
Leptohyphes											16	16
Leptonema						8						8
Lymnaea								1				1
Smicridea					4							4
Thraulodes								28				28

Fuente: La investigación

Cálculo del índice BMWP

Cálculo del índice de calidad de agua

Para la realización del calcula de la calidad de agua del río Guachicos a partir de macroinvertebrados. En el Porvenir punto 1, se identificaron 18 familias, se obtuvo un puntaje de 157. (Tabla 11). De acuerdo al puntaje obtenido en este punto, y aplicando la metodología de Roldan, se determina que son Aguas muy limpias a limpias, representadas por el color azul, perteneciente a la clase I, con calidad buena, tabla 4.

Tabla 11. Puntuación por familia en el punto 1.

PORVENIR PUNTO 1	
FAMILIA	PUNTAJE ROLDAN
<i>Oligoneuriidae</i>	10
<i>Hydropsychidae</i>	7
<i>Perlidae</i>	10
<i>gomphidae</i>	10
<i>Psephenidae</i>	10
<i>Leptophlebiidae</i>	9
<i>Elmidae</i>	6
<i>Corydalidae</i>	6
<i>Baetidae</i>	7
<i>Tricorythidae</i>	10
<i>Blepharoceridae</i>	10
<i>Libellulidae</i>	6
<i>Philopotamidae</i>	8
<i>Calopterygidae</i>	7
<i>Staphylinidae</i>	6
<i>Hydrobiosidae</i>	9
<i>Dryopidae</i>	7
<i>Naucoridae</i>	7
<i>Hydrophilidae</i>	3
<i>Tipulidae</i>	3
<i>Megapodagrionidae</i>	6
	157

Fuente: La investigación

En el Bombonal punto 2, se obtuvo una puntuación de 123, lo que indica que el agua es de clase I, aguas muy limpias a limpias; (Ver tabla 4). Resaltando que en este punto se encontraron familias con baja puntuación que indican deterioro en la calidad de agua, este análisis se desarrolla en páginas siguientes.

Tabla 12. Puntuación por familia en el punto 2.

BOMBONAL PUNTO 2	
FAMILIA	PUNTAJE ROLDAN
<i>Perlidae</i>	10
<i>Elmidae</i>	6
<i>Hydropsychidae</i>	7
<i>Gomphidae</i>	10
<i>Leptophlebiidae</i>	9
<i>Corydalidae</i>	6
<i>Hirudinea</i>	3
<i>Baetidae</i>	7
<i>Oligoneuriidae</i>	10
<i>Coenagrionidae</i>	7
<i>Dryopidae</i>	7
<i>Tricorythidae</i>	10
<i>Blepharoceridae</i>	10
<i>Libellulidae</i>	6
<i>Lutrochidae</i>	6
<i>Hydrobiosidae</i>	9
	123

Fuente: La investigación

Para la desembocadura en el punto 3, se obtuvo un resultado de 55 puntos (tabla 13), obteniendo que la calidad de agua es moderadamente contaminada clase 3. (Tabla 4)

Tabla 13. Puntuación por familia en el punto 3.

DESEMBOCADURA PUNTO 3	
FAMILIA	PUNTAJE ROLDAN
<i>Hydropsychidae</i>	7

DESEMBOCADURA PUNTO 3	
FAMILIA	PUNTAJE ROLDAN
<i>Hirudinea</i>	3
<i>Baetidae</i>	7
<i>Corydalidae</i>	6
<i>Leptoceridae</i>	9
<i>Leptophlebiidae</i>	9
<i>Lymnaeidae</i>	4
<i>Tricorythidae</i>	10
	55

Fuente: La investigación

Análisis de resultados

Para la caracterización de la calidad del agua en el río Guachicos, en los puntos seleccionados, se evaluó a partir del método BMWP/Col ya que es simple y rápido para evaluar la calidad del agua utilizando los macroinvertebrados como bioindicadores, teniendo en cuenta la valoración de las familia; si en el tramo aparecen más de un individuo de una familia esta sólo se puntuará una vez o si solo se encuentra un individuo de igual manera se puntuará la familia, según el método BMWP, Roldan cuanto mayor sea la suma menor es la contaminación del punto de muestreo. En los tres puntos de estudio se identificó, como común la presencia de 4 familias, cuya presencia es de; *Leptophlebiidae*, *Hydropsychidae*, *Baetidae*, *Corydalidae* y *Ticorythidae*. Teniendo en cuenta que la suma de los valores obtenidos de las familias en los puntos de muestreo determina el grado de contaminación.

Para el punto 1, se obtuvo un puntaje de 157, debido a que las familias que se presentan en esta zona del río, corresponden a la puntuación más alta asignada por Roldán, que comprenden:

- Puntuaciones de 10 (*Blepharoceridae*, *Psephenidae*, *Gomphidae*, *Perlidae* *Oligoneuriidae*).
- Puntuaciones de 9 (*Hydrobiosidae*, *Leptophlebiidae* *Philopotamidae*).
- Puntuaciones de 7 (*Hydropsychidae*, *Leptophlebiidae*, *Naucoridae* *Dryopidae* *Calopterygidae* *Baetidae*).
- Puntuaciones de 6 (*Staphylinidae*, *Elmidae*, *Corydalidae*, *Libellulidae*).
- Puntuaciones de 3 (*Hydrophilidae* *Tipulidae*).

Se identificaron 21 familias, los respectivos puntajes se realiza con la suma de cada familia (tabla 15), con lo cual se determina las características de la calidad del agua; con clase I ubicándose en el rango de aguas limpias a muy limpias.

La familia *Hydropsychidae*, *Perlidae* y *Corydalidae* fueron las familias con más abundancia de especímenes, en los 4 muestreos que se realizaron en este punto.

La familia *Hydropsychidae* se encuentran especímenes como las larvas las cuales tienen la capacidad de colonizar diversos sustratos como rocas de diferente tamaño, arena, restos vegetales y acumulados de algas, estas familia se encuentran en zonas de aguas rápidas, es por las características anteriores que son una de la predominante de este punto, puesto que a la redonda del punto de muestreo se encuentra con alta diversidad de flora y el río presenta un flujo rápido. *Perlidae*, es un grupo de insectos el cual su características de hábitat es del vivir principalmente en aguas frías, está conformada por los géneros *Anacroneuria* y *Klapalekia*, para el punto de muestreo la *Anacroneuria* fue el género que se identificó.

La *Anacroneuria* es de amplia distribución y diversidad, con 51 especies válidas registradas principalmente en la Región Natural Andina (Rojas & Baena 1993, Stark et al. 1999, Zúñiga et al. 2000, 2001, 2006, Zúñiga & Stark 2002, Stark & Zúñiga 2003). Al encontrarse la cuenca ubicada en la zona andina potencializa que este insecto sea característico de esta zona.

Corydalidae es otra de las familias que presenta mayor presencia de individuos en este punto, esta familia vive en corrientes limpias debajo de troncos, piedras y vegetación sumergida, esto determina su abundancia en esta área, puesto que el área presenta abundante flora, con restos de vegetación. Una de las características de esta familia de macroinvertebrados es que tiene más tamaño a diferencia de los demás que se encuentran en el agua. En el punto Bombonal punto 2, con la puntuación obtenida (Tabla 16), se caracteriza la calidad de agua en aguas muy limpias a limpias, en este punto se realizó más captura de individuos con un total de 819, identificando 16 familias las cuales tienen los siguientes puntajes:

- Puntaje de 10: *Oligoneuriidae*, *Perlidae* *Gomphidae* *Tricorythidae* *Blepharoceridae*.
- Puntaje de 9: *Leptophlebiidae* y *Hydrobiosidae*.
- Puntaje de 7: *Baetidae*, *Coenagrionidae* y *Dryopidae*, *Hydropsychidae*.
- Puntaje de 6: *Elmidae*, *Corydalidae*, *Lutrochidae* y *Libellulidae*.
- Puntaje de 3: *Hirudinea*

En este punto de muestreo se identificaron 5 familias con puntaje de 10, es de resaltar que las familias *Blepharoceridae* y *Oligoneuriidae*, la primera con 3 individuos y la segunda con 4 individuos, pero como se relacionó anteriormente el puntaje se da independiente del número de individuos que se encuentren de esa familia, además de las anteriores familias se encuentran *Perlidae* y *Gomphidae* y *Tricorythidae* de puntuación 10.

Una de las características del hábitat de la familia *Perlidae* es la de estar debajo de troncos ramas y hojas, aunque el sector Bombonal del punto 2 la actividad

antropogénica es evidente y la falta de flora abundante, es importante mencionar que en esta área se encuentran algunos árboles de gran tamaño lo mismo que cultivo de café a la orilla de la fuente hídrica como se evidencia en la figura 2. Teniendo en cuenta que aunque en el punto 2 la actividad antropogénica es evidente y los vertimientos se evidencian, la puntuación obtenida da que son aguas muy limpias, esto se da ya que se presenta la evidencia de la rizorremediación, ya que las raíces generan un proceso de oxigenación brindando protección para la sobrevivencia de los macroinvertebrados, Vázquez 2004

La característica de calidad de agua del punto 3 según el método utilizado indica clase III, aguas moderadamente contaminadas, (tabla 17), en este punto se encontraron 7 familias

- Puntaje 10: Hydropsychidae y Tricorythidae.
- Puntaje 9: *Leptophlebiidae*.
- Puntaje 7: *Baetidae*.
- Puntaje 6: Corydalidae.
- Puntaje 4: Lymnaeidae.
- Puntaje 3: *Hirudinea*

La captura de macroinvertebrados en las 5 fechas en este punto, no se dio de igual magnitud con relación a los otros puntos, en la segunda fecha de muestreo no se logró captura de macroinvertebrados, en la tercera fecha de muestreo se presentó tiempo lluvioso por lo cual no se efectuó captura alguna, en el 4 muestreo se captura solo un tipo de individuo *Leptohyphes* perteneciente a la familia *Tricorythidae* el cual se encontró realizando captura manual.

La calidad de agua que se determina en este punto es debido a la escasez de macroinvertebrados por la actividad antropogénica que se lleva a cabo en esta zona, con la actividad agrícola y ganadera generando un alto impacto de contaminación hídrica (IAVH, 2014).

Otro problema ambiental que se puede identificar en la producción tradicional de cultivos, frutas y hortalizas es el uso excesivo de agroquímicos lo cual genera contaminación de las fuentes de aguas con residuos de plaguicidas y fertilizantes.

Se ha encontrado que, las plantas sólo absorben la mitad de los fertilizantes que se aplican a los cultivos, el resto se filtran a través del suelo con las aguas de riego y acaba contaminando llega a los acuíferos y ríos afectando la calidad del agua y las condiciones de vida de organismos acuáticos estudios realizados en el Reino Unido han calculado que se filtran entre 50 y 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea al año y que el 58% de los nitratos que contaminan los acuíferos proceden de la agricultura (IAVH, 2014).

Tabla 14. Comparación de familias en los tres puntos

FAMILIA	PUNTAJE ROLDAN	PORVENIR PUNTO 1	BOMBONAL PUNTO 2	DESEMBOCADU RA PUNTO 3
Oligoneuriidae	10	Oligoneuriidae	Oligoneuriidae	
Hydropsychidae	7	Hydropsychidae	Hydropsychid ae	Hydropsychidae
Perlidae	10	Perlidae	Perlidae	
gomphidae	10	gomphidae	Gomphidae	
Psephenidae	10	Psephenidae		
Tricorythidae	10	Tricorythidae	Tricorythidae	Tricorythidae
Blepharoceridae	10	Blepharoceridae	Blepharocerid ae	
Leptophlebiidae	9	Leptophlebiidae	Leptophlebiid ae	Leptophlebiidae
Hydrobiosidae	9	Hydrobiosidae	Hydrobiosidae	
Philopotamidae	8	Philopotamidae		
Baetidae	7	Baetidae	Baetidae	Baetidae
Calopterygidae	7	Calopterygidae		
Coenagrionidae	7		Coenagrionid ae	
Dryopidae	7	Dryopidae	Dryopidae	
Naucoridae	7	Naucoridae		
Elmidae	6	Elmidae	Elmidae	
Corydalidae	6	Corydalidae	Corydalidae	Corydalidae
Lutrochidae	6		Lutrochidae	
Libellulidae	6	Libellulidae	Libellulidae	
Staphylinidae	6	Staphylinidae		
Megapodagrionid ae	6	Megapodagrionid ae		
Lymnaeidae	4			Lymnaeidae
Hydrophilidae	3	Hydrophilidae		
Tipulidae	3	Tipulidae		
Hirudinea	3		Hirudinea	Hirudinea

Fuente: La investigación

Las familias de puntaje 10, se registraron en los puntos 1 y 2 con 5 familias (*Blepharoceridae*, *Psephenidae*, *Gomphidae*, *Perlidae*, y *Oligoneuriidae*), observando que se identificaron 2 familias que no se repiten en los puntos, para el 2 puntos es la familia *Blepharoceridae* y la *Psephenidae* registrada en el punto 1. Cabe resaltar el puntaje de 10 se da a las familias más sensibles a cargas contaminantes.

Para el caso de las familias de puntuación 9, se registraron 3 familias (*Hydrobiosidae*, *Leptophlebiidae*, *Philopotamidae*), teniendo como repetición en los 3 puntos de muestreo; la familia *Leptophlebiidae*, esto se debe a que esta familia se adapta a aguas de clase I y II, por lo tanto son indicadoras de aguas limpias o ligeramente contaminadas (Roldán) y teniendo en cuenta los puntajes obtenidos en las tablas 15 (punto 1), 16 (punto 2) y 17 (punto 3) estos cumplen con las características de hábitat de esta familia.

La familia *Hydrobiosidae* se registró en el punto 1 y 2, esto se puede deber a que en los 2 puntos la corriente del agua es fría y en sustrato pedregoso, cabe resaltar que aunque el punto 2 tiene una alta incidencia de actividad antropogénica uno de las características del punto es la observación de piedras en la fuente. Al contrario de las otras 2 familias que se encontraron en 2 o en los 3 puntos, la familia *Philopotamidae*, se registró solo en el punto 1, teniendo en cuenta que en este punto las aguas limpias y de corrientes rápidas (Roldán) una de las características de hábitat de esta familia por ende se puede deducir el por qué esta se encontró solo en este punto de monitoreo.

Del puntaje 7 se identificaron 6 familias (*Hydropsychidae*, *Leptoxyphidae*, *Naucoridae*, *Dryopidae*, *Calopterygidae*, *Baetidae*) de acuerdo con Roldán esta familia tiene como hábitat aguas de corrientes con mucha vegetación, toleran aguas con poca contaminación, y teniendo en cuenta las características de los 3 puntos de muestreo, el 1 y el 2 con aguas limpias y el 3 con aguas ligeramente contaminadas, se puede concluir el por qué se encontraron en los tres puntos de muestreo.

La familia *Leptoxyphidae* se registró en el punto 1 y 2, esto puede ser debido a que esta familia se caracteriza por habitar restos de vegetales, y aunque en el punto 2 a diferencia del punto 1 que se encuentra rodeado de vegetación, el punto 2 no se encuentra totalmente rodeado de flora, si cuenta con algunos árboles en su orilla que hacen que en punto permanezcan restos vegetales, por lo cual lo hace un punto de hábitat.

La familia *Naucoridae* se registró solo en el punto 1; esto es debido a las características del sitio por su abundancia en material vegetal y los sustratos de la fuente hídrica; puesto que esta familia presenta una preferencia por los sustratos de tipo piedras, grava y arena lo que puede indicar que estos organismos viven en sedimentos de ecosistemas lóticos, o pueden encontrarse adheridos a gran variedad de sustratos sumergidos que favorecen su proliferación (Roldán 2003).

La Dryopidae se registra en el punto 1 y 2, su característica de hábitat se encuentra en las riveras de las fuentes hídricas en troncos y rocas poco sumergidas, características de del punto 1.

La distribución de la familia *Baetidae* se registró en los 3 puntos de monitoreo, esta familia posee adaptaciones a los diferentes hábitats, de ahí que se reportaran en los puntos de monitoreo, los especímenes encontrados en estos puntos como son el Baetis y el, Baetode el primero un indicador de aguas limpias y el segundo con el mismo indicador aunque puede tolerar poca contaminación orgánica de ahí que se haya registrado en el punto 3.

Para la puntuación 6 se identificaron 6 familias (*Coenagrionidae*, *Staphylinidae*, *Elmidae* *Corydalidae*, *Lutrochidae* y *Libellulidae*) la familia *Coenagrionidae* se registró solo en el punto 2, una de las características de hábitat de esta familia, es que permanecen tanto aguas quietas como corrientosas, entre piedras y vegetación, en climas cálidos y fríos y aguas suavemente ácidas o alcalinas altamente contaminadas (Arango, 1982), para este punto se puede concluir que la presencia de actividad antropogénica y la presencia de vertimientos directos (tabla 5), hacen que sea propensa para su hábitat. La familia *Staphylinidae* se registra en el punto1, teniendo como características de hábitat las márgenes de los ríos. Para el punto 1 y 2 se encuentra la familia *Elmidae*, las cuales habitan en troncos y hojas en descomposición grava, piedras, arena y vegetación sumergente y emergente, teniendo en cuenta las características de los 2 puntos ya que cuentan con árboles en su rivera lo que proporciona materia vegetal.

La familia *Corydalidae*, viven en corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida (Roldán, 1992), teniendo mayor abundancia en los puntos 1 y 2, para el punto 3 es mínima su presencia, puesto que los restos de vegetación no son ser el sustrato dominante de este punto.

Para el punto 2 se registró la familia *Lutrochidae*, se puede deducir que por el hábitat que presenta de los residuos vegetales, teniendo en cuenta la puntuación asignada es un poco tolerante a la contaminación. La familia *Libellulidae* se registró en el punto 1 y 2, pueden habitar desde aguas corrientes a quietas y poco profundas, encontrarse en la vegetación sumergida, fondos de arena, lodo y grava, soportan condiciones extremas de altas temperaturas y aguas eutroficadas (Roldán, 1988).

Para la puntuación 4 se registró la familia *Lymnaeidae* en el punto 3 la viven prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación, debido a esta característica es que se puede evidenciar su presencia en este punto, debido a las actividades antropogénicas como la agricultura y la ganadería que se llevan a cabo en este punto.

En la puntuación 3 se encuentra la familia *Glossiphoniidae* la cual se identificó, en los puntos 2 y 3, las cuales se caracterizan por habitar en troncos, plantas, rocas y residuos

vegetales, toleran bajas concentraciones de oxígeno, por lo que es frecuente encontrarlas en gran número en lugares donde hay abundante materia orgánica en descomposición, de ahí que se hayan encontrado en estos dos puntos por la actividad antropogénica que se lleva a cabo en estos sitios.

Conclusiones

En los muestreos realizados en la cuenca del río Guachicos en los meses de marzo a septiembre del 2018 se capturaron un total de 1676 especímenes donde la abundancia de especies encontradas se dio por Smicredea con un total de 496, durante las cinco colectas que se efectuaron durante el tiempo de estudio.

El empleo del método (BMWP/Col) evidencia los parámetros estudiados en cuanto a la calidad del agua en los diferentes puntos establecidos, dando la diferencia en el punto 1 ubicado en la Vereda Porvenir con aguas muy limpias según el índice de interpretación, al igual que en el punto 2 de la vereda Bombonal donde el puntaje determina que son aguas no contaminadas, la diferencia es en el punto 3 dentro del corregimiento de Criollo del municipio de Pitalito, donde se observa valores más elevados de turbidez indicando que el agua es moderadamente contaminada según la metodología. Esto se podría relacionar con los distintos vertidos de las diferentes actividades antrópicas que se depositan a lo largo de la cuenca.

Durante el estudio que se llevó a cabo en los 6 meses el orden más representativo en la cuenca fue el Trichoptera con 950 individuos, 27 familias algunas como; Hydropsychidae, Perlidae, Baetiade, *Leptophlebiidae*, *Corydalidae*, *Tricorythidae*, es de resaltar que la mayoría de estos individuos viven en aguas corrientosas, oxigenadas y limpias debajo de piedras al igual que de material vegetal.

Recomendaciones

Continuar con este estudio de monitoreo, es necesario de forma más amplia durante periodos por lo menos de 12 meses con lo que evalúa la época de cosecha y la variedad del tiempo, teniendo en cuenta que la región donde se identificaron los puntos tienen actividades agropecuarias como el café y la ganadería, con el fin de ampliar los conocimientos en el tema de los macroinvertebrados acuáticos.

Las actividades agropecuarias afectan en gran porcentaje las características bióticas y recursos naturales en nuestro país, dado que los valores más altos que se encontraron en los puntos estudiados, se evidenciaron donde hay cultivos y actividad ganadera con libre acceso, generando sedimentos por lo que se realizan vertimientos directos a las fuente, afectando negativamente la calidad del río Guachicos, caso contrario sucede donde hay vegetación abundante al igual que bosques ya que sirve como protección y se observa mejor la calidad de las aguas.

Realizar estudios más amplios sobre las cuencas dentro del departamento del Huila ya que son escasos los estudió con los bioindicadores acuáticos, en lo posible aumentar los periodos de muestreo en diferentes meses del año, con un trabajo en campo más profundo donde se pueda continuar analizando diferentes factores como; el sustrato, intervención antropogénica, características de hábitat, tipos de corrientes , periodos de tiempo etc, de esta forma se pueden implementar planes de manejo para recuperar, conservar y dar mantenimiento a la cuenca ribereña del río Guachicos.

La calidad de agua del río Guachicos es buena en los puntos antes de pasar por el casco urbano del corregimiento de Bruselas, sin embargo hay presencia de macroinvertebrados cuyas familias indican que hay contaminación, por lo que se debe seguir con este tipo de actividades de monitoreo.

Bibliografía

- ASOFRUCOL. (2009). Guía ambiental hortofrutícola de Colombia. Disponible en http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_30_guiaambiental.pdf
- Auditoría general de la República. (2004). Auditoría analítica de gestión al uso y manejo de plaguicidas en Colombia. Bogotá. Disponible en http://cebem.org/revistaredesma/vol9/pdf/legislacion/auditoria_plag_colombia.pdf
- Carrera, R; Karol F. P. (2001). Manual de Monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos. Universidad de Antioquia. Ecociencia, Quito – Ecuador. Editorial Otto Zambrano Mendoza.
- Cortolima. (2006). Proyecto Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Mayor del río Coello. Convenio Cortolima – Corpoica – SENA – Universidad del Tolima. Disponible en http://www.cortolima.gov.co/2006/images/stories/centro_documentos/coello/2_10_BIODIVERSIDAD.pdf
- EMPITALITO. (2018). Fuente de captación. Disponible en <http://www.empitalito.gov.co/component/content/article/2-uncategorised/20-fuente-de-captacion>
- Enríquez Pinos, C. G., & Torres Flores, L. P. (2017). Desarrollo de una metodología para el monitoreo ambiental de cursos hídricos urbanos intervenidos con obras hidráulicas sanitarias por la EPMAPS. Caso de estudio: quebrada ortega y aportantes (Master's thesis, Quito, 2017.). <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v29n2/v29n2a13.pdf>
- IDEAM. (2006). Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica y conteo. Disponible en <https://goo.gl/oRXPSj>
- Índice de Shannon. (2018, 7 de septiembre). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 15:12, septiembre 12, 2018 desde

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%8Dndice_de_Shannon&oldid=110476660.

- Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2008). Manual de Monitoreo del agua para el investigador local. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/337-manual-de-monitoreo-del-agua-para-el-investigador-local>
- Madera, L. C., Angulo, L. C., Díaz, L. C., & Rojano, R. (2016). Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación. (Spanish). *Información Tecnológica*, 27(4), 103-110. doi:10.4067/S0718-07642016000400011
- Méndez, T. (2014). Comparación de alternativas para combinar métodos de medida de calidad de agua de macroinvertebrados y diatomeas. *Marine and Freshwater Research*. 65 (7): 612 - 623
- Pitalito, A. d. (2016). Plan de Desarrollo Municipio de Pitalito 2016-2019 Acuerdo 022. Obtenido de http://www.alcaldiapitalito.gov.co/normatividadvigente/Acuerdo_022-2016.pdf
- Roldán Pérez, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Disponible en <https://goo.gl/5UMB9u>
- Roldan, G. (1998). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Centro de Investigaciones, CIEN. Editorial Presencia LTDA.
- Roldan, G. (6 de abril de 2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Obtenido de *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>
- Rosero, D., & Fossati, O. (2009). Comparación entre dos índices bióticos para conocer la calidad del agua en ríos del páramo de Papallacta. *Índices Bióticos*. AguAndes: GEUA, IRD. Disponible en: <https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/ecuador/papallacta/doc/D14-09%20Indices.pdf>

Ruta del Cambio Climático de Pitalito 2030. Consciente y Comprometido con el Cambio Climático. Disponible en:

<http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/PITALITO.pdf>

Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e investigación*, 27(3).

Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano: Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15, Suppl. 1), 79-94. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242009000300009&lng=en&tlng=es.

Informe Técnico funcionamiento Planta Guaitipan, ing Fabian Rodriguez Empitalito)

Peña M. A, Cortes D. M., 2015 Características de Calidad y Cantidad en 18 Fuentes Hídricas del Área Rural, en Sanchez J.F, Acosta, G. M, 2015. Pitalito Atlas Ambiental y de la Biodiversidad. Alcaldía Municipal de Pitalito, Colombia.

Anexo 1. Macroinvertebrados con familia, orden y características de hábitat

Tabla 15. Características macroinvertebrado

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS			
NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p><i>Baetodes sp.</i> (Identificado en los puntos 1,2,3)</p>	Baetidae	Ephemeroptera	<p>Debajo de troncos, hojas y adheridos a vegetación sumergida.</p> <p>Indicadores de aguas limpias, aunque pueden tolerar un poco de contaminación orgánica.</p>
 <p>Thraulodes (Identificado en los puntos 1,2,3)</p>	Thraulodes		<p>Debajo de piedras troncos y hojas.</p> <p>Indicador de aguas limpias o ligeramente contaminadas.</p>
			<p>Aguas rápidas debajo de piedras, troncos, hojas.</p> <p>Indicadores de aguas limpias.</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p><i>Lachlania</i> (Identificado en los puntos 1 y 2.)</p>			
 <p>Leptohyphes. (Identificado en los puntos 1,2,3)</p>	Tricorythidae		<p>Aguas lentas, en remansos; debajo de rocas hojas y vegetación.</p> <p>Indicadores de aguas ligeramente contaminados.</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Baetis (Identificado en los puntos 1 y 2)</p>	Baetidae		<p>Aguas rápidas, debajo de troncos rocas, hojas y adheridos a vegetación.</p> <p>Indicadores de aguas limpias.</p>
  <p>Psephenops (Identificado en el punto 1)</p>	Psephenidae	Coleoptera	<p>En ecosistemas loticos de corrientes moderada. Sobre rocas, gravas y arena.</p> <p>Son indicadores de aguas limpias y bien oxigenadas</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Macrelmis (Identificado en el puntos 1 Y 2)</p>	Elmidae		<p>La familia Elmidea es característica de aguas lóaticas, se adhieren a rocas, grava, troncos y vegetación sumergente y emergente.</p> <p>Vive en aguas corrientes con alto contenido de oxígeno, pero algunas se pueden encontrar en aguas estancadas.</p>
 <p>Cylloepus (Identificado en los puntos 1 Y 2)</p>			
 <p>Heterelmis (Identificado en los puntos 1 y 2)</p>			

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Limonicola (Identificado en los puntos 1 Y 2)</p>	<p><i>Blepharoceridae</i></p>	<p>Díptera</p>	<p>Aguas loticas, bien oxigenadas.</p> <p>Indicadores de aguas oligotróficas.</p>
 <p>Molophilus (Identificado en el punto 1)</p>	<p><i>Tipulidae</i></p>		<p>Agua loticas, en márgenes arenosas de arroyos.</p> <p>Indicadores aguas mesotróficas - eutroficas.</p>
 <p>Lymnaea (Identificado en el punto 3)</p>	<p><i>Limnacidæ</i></p>	<p>Gastropoda</p>	<p>Vive prácticamente en todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación.</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Corydalus (identificado en el punto 1,2, y 3)</p>	<p><i>Corydalidae</i></p>	<p>Megaloptera</p>	<p>Viven en corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida.</p> <p>Se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.</p>
 <p>Progomphus (Identificado en el punto 1 y 2)</p>	<p><i>Gomphidae</i></p>	<p>Odonata</p>	<p>Lechos arenosos de ríos y lagos. Indicadores de aguas oligomesotróficas.</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Brechmorhoga (Identificado en el punto 2)</p>	<p><i>Libellulidae</i></p>		<p>Remansos y aguas corrientes muy limpias.</p> <p>Indicadores de aguas oligotróficas.</p>
 <p>Anacroneuria (Identificado en el punto 1 y 2)</p>	<p><i>Perlidae</i></p>	<p>Plecoptera</p>	<p>Viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras reamas y hojas.</p> <p>Indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas.</p>
 <p>Smicridea (Identificado en el punto 1, 2 y 3)</p>	<p><i>Hydropsychidae</i></p>	<p>Trichoptera</p>	<p>Toleran aguas con un poco de contaminación.</p> <p>Indicadores de agua oligo a eutróficas.</p>

MACROINVERTEBRADOS DEL RIO GUACHICOS

NOMBRE	FAMILIA	ORDEN	CARACTERISTICAS DE HABITAT
 <p>Leptonema (Identificado en el punto 1, 2 y 3)</p>			
 <p>Cheumatopsyche (Identificado en los puntos 1 y 2)</p>			<p>Son indicadores de aguas oliotroficas.</p>
 <p>Atopsyche (Identificado en el punto 1 y 2)</p>	<p><i>Hydrobiosidae</i></p>		<p>Son indicadores de aguas oliotroficas.</p>

Anexo 2. Características puntos de muestreo.



*Porvenir Punto 1
Fuente. La Investigación.*



*Bombonal Punto 2
Fuente. La Investigación.*



*Desembocadura Punto 3.
Fuente. La Investigación*

Anexo 3 característica de la fuente en los días de colecta.



Figura 4. Características de la fuente en el punto 3 el día 29 agosto



Figura 5. Características de la fuente en el punto 3 el día 19 septiembre



Figura 6. Captura de macroinvertebrados

Fuente: La investigación

Anexo 4. porcentaje total por familia

Tabla 16. Porcentaje de individuos por familia

Familia	Suma de Total	Porcentaje
<i>Hydropsychidae</i>	937	55,9%
<i>Perlidae</i>	215	12,8%
<i>Baetidae</i>	127	7,6%
<i>Leptophlebiidae</i>	113	6,7%
<i>Corydalidae</i>	83	5,0%
<i>Tricorythidae</i>	61	3,6%
<i>Gomphidae</i>	34	2,0%
<i>Elmidae</i>	27	1,6%
<i>Oligoneuriidae</i>	15	0,9%
<i>Hirudinea</i>	12	0,7%
<i>Hydrobiosidae</i>	11	0,7%
<i>Blepharoceridae</i>	10	0,6%
<i>Psephenidae</i>	6	0,4%
<i>Dryopidae</i>	5	0,3%
<i>Libellulidae</i>	4	0,2%
<i>Coenagrionidae</i>	3	0,2%
<i>Lutrochidae</i>	2	0,1%
<i>Megapodagrionidae</i>	2	0,1%
<i>Calopterygidae</i>	1	0,1%
<i>Enchytraeidae</i>	1	0,1%
<i>Leptoceridae</i>	1	0,1%
<i>Lymnaeidae</i>	1	0,1%
<i>Naucoridae</i>	1	0,1%
<i>Philopotamidae</i>	1	0,1%
<i>Staphylinidae</i>	1	0,1%
<i>Hydrophilidae</i>	1	0,1%
<i>Tipulidae</i>	1	0,1%
Grand Total	1676	100,0%

Fuente: La investigación

Anexo 5. Porcentaje total por familia

Tabla 17. Número de individuos por orden

Orden	Número de individuos por orden	% de individuo por orden
Trichoptera	950	57%
Ephemeroptera	316	19%
Plecoptera	215	13%
Megaloptera	83	5%
Odonata	44	3%
Coleoptera	42	3%
Hirudinea	12	1%
Diptera	11	1%
Gastropoda	1	0%
Hemiptera	1	0%
Oligochaeta	1	0%
	1676	100%

Fuente: La investigación

Anexo 6. Distribución de individuos por fecha

Tabla 18. Distribución de individuos por fecha

Puntos de muestreo	Fechas de recolección					Total general
	22-mar	12-jul	22-ago	29-ago	19-sep	
BOMBONAL	148	104	209	165	193	819
PUNTO 2						
<i>Baetidae</i>	28	8	12	14	37	99
<i>Blepharoceridae</i>			1	1	1	3
<i>Coenagrionidae</i>	3					3
<i>Corydalidae</i>	10	2	7	6	7	32
<i>Dryopidae</i>			1			1
<i>Elmidae</i>	2	1	3	4	4	14
<i>Gomphidae</i>	3	2	3	1	9	18
<i>Hirudinea</i>	5					5
<i>Hydrobiosidae</i>				1		1
<i>Hydropsychidae</i>		74	143	96	92	474
	69					
<i>Leptophlebiidae</i>	2	7	5	35	17	66
<i>Libellulidae</i>			1	1		2
<i>Lutrochidae</i>			2			2
<i>Oligoneuriidae</i>	1			3		4
<i>Perlidae</i>	25	10	20		4	59
<i>Tricorythidae</i>			11	3	22	36
PORVENIR	118	42	133	227	267	787
PUNTO 1						
<i>Baetidae</i>		1	2	15	7	25
<i>Blepharoceridae</i>	1	1	1	1	3	7
<i>Calopterygidae</i>			1			1
<i>Corydalidae</i>	4	5	13	16	12	50
<i>Dryopidae</i>	4					4
<i>Elmidae</i>	2		4	5	2	13
<i>Gomphidae</i>	8		2	1	5	16
<i>Hydrobiosidae</i>	9	1				10
<i>Hydropsychidae</i>	48	20	82	132	169	451
<i>Leptophlebiidae</i>	7	3	5	3	1	19
<i>Libellulidae</i>				1	1	2
<i>Naucoridae</i>	1					1

<i>Oligoneuriidae</i>			3	5	3	11
<i>Perlidae</i>	31	11	17	39	58	156
<i>Philopotamidae</i>			1			1
<i>Psephenidae</i>	3			1	2	6
<i>Staphylinidae</i>			1			1
<i>Tricorythidae</i>			1	8		9
<i>Hydrophilidae</i>					1	1
<i>Tipulidae</i>					1	1
					2	2
<i>Megapodagrionidae</i>						
DESEMBOCADURA	18			36	16	70
PUNTO 3						
<i>Baetidae</i>	3					3
<i>Corydalidae</i>	1					1
<i>Enchytraeidae</i>				1		1
<i>Hirudinea</i>	7					7
<i>Hydropsychidae</i>	6			6		12
<i>Leptoceridae</i>	1					1
<i>Leptophlebiidae</i>				28		28
<i>Lymnaeidae</i>				1		1
<i>Tricorythidae</i>					16	16
Total general	284	146	342	428	476	1676

Fuente: La Investigación.