

Monitoreo de macroinvertebrados en el río Guachicos, usándolos como bioindicadores para  
determinar la calidad del agua

Proyecto de Investigación para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Luz Adriana Moreno Samboní

Delber Johan Lasso Muñoz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Pitalito, agosto de 2019

Monitoreo de macroinvertebrados en el río Guachicos, usándolos como bioindicadores para  
determinar la calidad del agua

Proyecto de Investigación para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Luz Adriana Moreno Samboní

Delber Johan Lasso Muñoz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Pitalito, agosto de 2019

Página de Aceptación

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Jurado

Pitalito, septiembre de 2019

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por su infinita bondad y por cada de día que me das de vida y a mi madre Ana Celis Samboní por su tolerancia y apoyo constante en mis momentos más difíciles, por cada una de las palabras de ánimo y su motivación mil gracias. A todos mis familiares que siempre han estado pendientes de mí durante todo el proceso de formación porque me han fomentado el deseo de superación.

Luz Adriana Moreno Samboní

El pilar principal que me permitió llegar hasta donde estoy, y que aún es la base sobre la cual se sostienen mis sueños y metas es mi familia, y por ende a ellos y a mi novia y mi futuro hijo, que son mi mayor motivación para mejorar día a día dedico este trabajo construido con esfuerzo y dedicación

Delber Johan Lasso Muñoz

## **Agradecimientos**

A Dios por su constante compañía y brindarme la sabiduría e ideas para llevar a cabo este valioso proyecto de investigación.

A la escuela ECAPMA, por cada uno de los conocimientos brindados durante todo el proceso de formación académico. A la Ing. Myrian Sofia Guzman Oliveros, por estar atenta como directora del proyecto, al igual porque siempre tuvo tiempo y brindo su apoyo durante todo el proceso. A la Ing. Martha Cecilia Vinasco Guzman, por su apoyo y enriquecimiento en la calidad del trabajo, mil gracias.

Luz Adriana Moreno Samboní

A Dios por permitirme levantarme día tras día para continuar esforzando me por cumplir todas mis metas y sueños, por mantener a mi familia saludable y unida

A mi familia quienes me han formado con unos principios de respeto, honestidad, honradez y sobre todo tolerancia hacia los demás, que me han permitido seguir un camino integro hacia la búsqueda de mis metas.

A la ingeniera Miriam Sofia, quien ha estado desde el inicio del presente proyecto apoyándonos con el desarrollo de este, siempre con amabilidad, buena disposición y compromiso. A la ingeniera Martha Vinazco quien nos dio un gran apoyo con su amplio conocimiento sobre las temáticas planteadas en el presente proyecto, y con base a estos nos corrigió y guio para alcanzar los objetivos planteados.

Delber Johan Lasso Muñoz

## Tabla de contenido

Dedicatoria.....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de tablas .....	8
Ilustraciones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resumen.....	13
Abstrac .....	14
Planteamiento del problema.....	17
Pregunta de investigación.....	18
Justificación .....	19
Objetivos .....	21
General .....	21
Específicos .....	21
Marco de Referencia .....	22
Marco Contextual.....	22
Región de estudio .....	23
Características socio económicas de la región de estudio .....	24
Marco conceptual .....	24
Macroinvertebrados acuáticos .....	24
Familia.....	25
Especie.....	25
Índice de BMWP (biological monitoring working party) .....	26
Metodología .....	28
Fase 1. Identificación de puntos de monitoreo.....	28
Fase 2. Identificación de la calidad del agua del río Guachicos con macroinvertebrados	29
Trabajo de campo .....	29
Laboratorio .....	31
Metodología para la identificación del índice BMWP/Col Roldan 2016.....	32
Fase 3. Análisis comparativo entre investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio. ....	33
Resultados .....	34

Fase 1. Puntos de muestreo seleccionados .....	34
Fase 2. Identificación de la calidad del agua del río Guachicos con macroinvertebrados	43
Valoración del índice BMWP/Col por punto de muestreo .....	61
Punto Guachicos 1 Porvenir .....	62
Punto Guachicos 2 Bombonal .....	63
Punto Quebrada el cedro 3.....	63
Punto Guachicos 4 Bocatoma.....	64
Punto Guachicos 5 Desembocadura .....	64
Fase 3 Comparación de información de investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio que corresponde al Río Guachicos y principal afluente del Río, Quebrada El Cedro.....	66
Investigaciones con macroinvertebrados en el río Guachicos.....	66
Investigaciones con macroinvertebrados sobre la quebrada el Cedro .....	67
Análisis de resultados .....	70
Resumen análisis de resultados .....	76
Conclusiones .....	82
Recomendaciones .....	84
Bibliografía .....	86
Anexos .....	89
Anexo 1. Efectos del régimen Hidrológico sobre puntos de monitoreo en días de muestreo .....	89
Anexo 2. Presencia de residuos en los puntos de monitoreo .....	90
Anexo 3. Fase de campo -colecta de muestras de macroinvertebrados en la Quebrada el Cedro. ....	91
Anexo 4. Fase de laboratorio- caracterización de individuos colectados .....	92
Anexo 5. Distribución por fecha .....	93

## Índice de tablas

Tabla 1 Promedio anual de precipitación (mm) por periodos de referencia para el municipio de Pitalito.....	23
Tabla 2 Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col .....	26
Tabla 3 Calidad biológica del agua según índice BMWP/Col.....	27
Tabla 4 Distribución de los puntos de muestreo .....	29
Tabla 5 Materiales utilizados para la clasificación taxonómica.....	32
Tabla 6 Características principales de los puntos de muestreo .....	35
Tabla 7 Ubicación de los puntos de monitoreo según coordenadas geográficas .....	40
Tabla 8 Tabla Porcentaje de individuos por punto de muestreo .....	43
Tabla 9 Porcentaje de individuos por familia durante el monitoreo .....	45
Tabla 10 número de órdenes y porcentaje de individuos encontradas durante el monitoreo .....	47
Tabla 11 Número de individuos por fecha del punto uno Guachicos Porvenir .....	48
Tabla 12 Número de individuos por fecha del punto dos Guachicos Bombonal.....	49
Tabla 13 Número de individuos por fecha del punto tres Quebrada el Cedro parte baja.....	50
Tabla 14 Número de individuos por fecha del punto Cuatro Guachicos Bocatoma.....	51
Tabla 15 Número de individuos por fecha del punto cinco Guachico Desembocadura.....	52



Tabla 16 Cantidad de especies encontradas durante el monitoreo.....	53
Tabla 17 Distribución de órdenes y familias Punto Guachicos 1 porvenir.....	55
Tabla 18 Distribución de órdenes y familias punto Guachicos 2 Bombonal.....	56
Tabla 19 Distribución de órdenes y familias punto Quebrada el Cedro 3 .....	56
Tabla 20 Distribución de órdenes y familias Guachicos 4 Bocatoma .....	57
Tabla 21 Distribución de órdenes y familias punto Guachicos 5 Desembocadura...57	
Tabla 22 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo Guachicos punto 1 Porvenir.....	58
Tabla 23 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo Guachicos punto 2 Bombonal.....	59
Tabla 24 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 3 Quebrada el Cedro .....	59
Tabla 25 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 4 Bocatoma .....	60
Tabla 26 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 5 Desembocadura.....	61
Tabla 27 Distribución y puntaje de familias por fecha punto Guachicos 1 Porvenir .....	62
Tabla 28 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 2 Bombonal.....	63
Tabla 29 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 4 Bocatoma .....	64
Tabla 30 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 5 Desembocadura .....	65

Tabla 31 Resultados generales según el índice BMWP/ Col Roldan (2016) para el Río Guachicos y Quebrada el Cedro.....	65
Tabla 32 comparativa de datos del índice BMWP/ Roldan (2016), encontrados en el Río Guachicos y Quebrada el Cedro.....	68
Tabla 33 análisis de resultados.....	76
Tabla 34 Distribución de familias por fecha punto Porvenir .....	93
Tabla 35 Distribución de familias por fecha punto Bombonal .....	93
Tabla 36 Distribución de familias por fecha punto Quebrada el Cedro.....	94
Tabla 37 Distribución de familias por fecha punto Bocatoma.....	94
Tabla 38 Distribución de familias por fecha punto Guachicos Desembocadura .....	95

## Lista de figuras

Figura 1 Punto Guachicos 1. Porvenir parte alta .....	41
Figura 2 Punto Guachicos 2. Bombonal .....	41
Figura 3 Punto Quebrada el Cedro 3. parte baja .....	41
Figura 4 Punto Guachicos 4. Bocatoma parte media .....	41
Figura 5 Punto Guachicos 5. Criollo parte baja .....	41
Figura 6 Visión general puntos de monitoreo sobre el cause del Rio Guachicos y Quebrada el Cedro .....	42
Figura 7 Porcentaje de muestreo de macroinvertebrado por punto.....	44
Figura 8 Porcentaje de individuos por familia .....	46
Figura 9 Porcentaje de individuos por orden .....	48
Figura 10 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 1 Porvenir Parte Alta .....	49
Figura 11 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 2 Guachicos Bombonal .....	50
Figura 12 Cantidad de Individuos por fecha en Punto Quebrada el Cedro 3.....	51
Figura 13 Cantidad de Individuos por fecha en el Punto 4 Guachicos Bocatoma....	52
Figura 14 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 5 Guachicos Criollo.....	53
Figura 15 Punto 1. Guachicos Parte alta, vereda Porvenir.....	89
Figura 16 Punto 2. Quebrada el Cedro parte baja .....	89
Figura 17 Punto 5. Guachicos Parte baja corregimiento Criollo .....	90
Figura 18 Residuos orgánicos (pulpa y almendra de café) .....	90
Figura 19 Residuos inorgánicos (plástico y telas).....	90
Figura 20 Ubicación de la red en el punto .....	91
Figura 21 Remoción del sustrato.....	91

Figura 22 Recolección de la muestra .....	91
Figura 23 Colecta de individuos .....	91
Figura 24 Clasificación por especies en Laboratorio .....	92

## Resumen

La calidad de agua es un factor que incide directamente sobre la calidad de vida de las comunidades y la academia puede hacer aportes significativos a entidades y comunidades organizadas que manejan el recurso hídrico. Esta investigación da continuidad a un proceso de iniciado en el 2018, monitoreando la cuenca del río Guachicos, que abastece el acueducto del municipio de Pitalito. La calidad de agua se evaluó utilizando el método BMWP/Col de Roldán (2016), que a partir de la identificación de las familias de macroinvertebrados, asigna puntuaciones que sumadas dan una calificación que permite evaluar el nivel de contaminación.

Para la investigación se seleccionaron 4 puntos de muestreo, en las partes alta, media, antes de la bocatoma del acueducto y cerca de la desembocadura del río Guachicos y en la parte baja de la quebrada El Cedro, principal afluente; se hicieron 5 muestreos en los meses de mayo, junio, julio y dos en el mes de agosto del 2019.

El muestreo se hizo siguiendo las indicaciones de IDEAM (2006), en el documento Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica y conteo.

Se colectaron 1818 macroinvertebrados pertenecientes a 10 órdenes y 26 familias, siendo la familia más abundante la Hydropsychidae con un 37,62%, la Leptophlebiidae con el 15,51% y la Perlidae con el 14,03%.

Los valores promedio encontrados del índice BMWP/Col corresponden a 106 en el río Guachicos parte alta Porvenir, indicando buena calidad de agua; en la parte media en Bombonal su valor fue de 58 (aguas de clase III, calidad dudosa), indicando aguas moderadamente contaminadas. En la parte baja de la quebrada El Cedro y antes de la

bocatoma del acueducto sobre el río Guachicos, el valor fue de 36 y 37 respectivamente (aguas de clase III, calidad dudosa y en la parte baja, cerca de la desembocadura y luego de recorrer los centros urbanos de Bruselas y Pitalito presenta un valor de 23 - aguas de clase IV, calidad crítica), indicando aguas muy contaminadas.

Comparando los valores encontrados con investigaciones anteriores, como las de Sánchez Molano y García (2018) y Martínez & Quiroz (2019), en mediciones similares sobre el río Guachicos y la quebrada El Cedro, se encontraron disminuciones en los valores del índice BMWP/Col, que pueden indicar que la calidad de agua está en deterioro.

Palabras claves: Calidad del agua, bioindicadores, Río Guachicos, Bocatoma.

### **Abstrac**

Water quality is a factor that directly affects the quality of life of communities and the academy can make specific contributions to the entities and organized communities that manage the water resource. The investigation continues a process of initiation in 2018, monitoring water sources in the Guachicos river basin, which supplies the aqueduct of the municipality of Pitalito. Water quality was assessed using the BMWP / Col method of Roldán (2016), based on the identification of macroinvertebrate families, assignments that added together give a rating that allows the level of contamination to be assessed.

In the upper part of the basin there are forest redoubts, which disappear once human settlements are presented that pour their sewage directly to the sources, in addition to coffee crops, whose processing is also a cause of contamination.

For the investigation, 4 sampling points were selected, in the upper, middle parts, before the entrance to the aqueduct and near the mouth of the Guachicos river and in the

lower part of the El Cedro creek, the main tributary; 5 samples were made in the months of May, June, July and two in the month of August 2019.

Sampling was done following the indications of IDEAM (2006), in the document Macroinvertebrates aquatic, taxonomic determination and counting. Within the limitations of the study, there were episodes of heavy rains at the time of macroinvertebrate collection, which could affect the number of families found.

1818 macroinvertebrates belonging to 10 orders and 26 families were collected, the most abundant family being Hydropsychidae with 37.62%, Leptophlebiidae with 15.51% and Perlidae with 14.03%.

The average values found in the BMWP / Col index correspond to 106 in the Guachicos River high part of Porvenir, indicating good water quality; in the middle part in Bombonal its value was 58 (class III waters, doubtful quality), indicating moderately contaminated waters. In the lower part of the El Cedro gorge and before the entrance of the aqueduct on the Guachicos river, the value was 36 and 37 respectively (class III waters, dubious quality and in the lower part, near the mouth and after touring the urban centers of Brussels and Pitalito has a value of 23 (class IV waters, critical quality), indicating heavily polluted waters.

Comparing the values found with previous research, such as those of Sánchez Molano and García (2018) and Martínez & Quiroz (2019), in similar measurements on the Guachicos river and the El Cedro creek, decreases were found in the BMWP / Col index values , which may indicate that water quality is deteriorating, due to the lack of treatment of wastewater discharges from coffee processing and the poor disposal of household solid waste that is deposited on the banks.

The recognition of the communities and the public service company EMPITALITO stand out for these investigations, which document the quality of water consumed by the inhabitants of the municipality of Pitalito and will allow improving decision-making regarding the conservation of water sources.



## **Planteamiento del problema**

El crecimiento poblacional y la expansión agrícola aumentan de forma notoria el deterioro de muchos de los recursos ambientales del territorio no solamente de nuestro país, Colombia, sino del mundo entero.

El recurso hídrico no se libera de esta amenaza y las diferentes actividades antropogénicas generan vertimientos domésticos, industriales como aguas mieles, entre otros; que afectan la calidad de agua de forma evidente. El deterioro de la calidad del agua de los ríos genera una problemática directa sobre los seres humanos, en especial donde los ríos afectados sirven como fuente de abastecimiento, donde la alteración de las características fisicoquímicas y microbiológicas incide sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua, por el transporte de agentes contaminantes que son la principal causa de enfermedades al ser humano.

En el caso específico del Río Guachicos, se presenta lo expuesto en el párrafo anterior, ya que el centro poblado de Bruselas y zona aledaña vierte sus aguas residuales, sin ningún tipo de tratamiento de agua, antes de la bocatoma del Municipio de Pitalito Huila, lo que evidentemente está afectando la calidad del agua por las actividades antropogénicas de la región.

Por tal razón es necesario determinar si las condiciones del río Guachicos son las más adecuadas y por ello es de vital importancia dar continuidad a las investigaciones mediante el monitoreo con macroinvertebrados que existen sobre esta zona, los cuales

permiten la bioindicación que facilita compararlo con los resultados obtenidos en la presente investigación.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es el estado de la calidad del agua de la parte alta, media y baja del río Guachicos y de la parte baja de la quebrada el Cedro en el año 2019 utilizando macroinvertebrados como bioindicadores?

## **Justificación**

A manera de aclaración, el río Guachicos desemboca en el río Guarapas y este a su vez en el río Magdalena. El plan de ordenamiento y manejo de cuencas (POMCA) esta sobre el río Guarapas y la información que se presenta en esta microcuenca es similar a la del río Guachicos, pero no se contempla el manejo de macroinvertebrados como bioindicadores

Como en muchas de las regiones de Colombia, el municipio de Pitalito ubicado en el sur del departamento del Huila tiene la necesidad de conocer el estado de la calidad del agua de su principal fuente hídrica (Río Guachicos) con el fin de verificar que las actividades antrópicas existentes en la zona no pongan en riesgo la conservación de esta importante fuente

Con base a lo anterior se tiene la existencia de trabajos como el desarrollado por (Sánchez & García, 2018) en el cual busca responder el estado de la calidad del agua en el Río Guachicos, usando la evaluación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos usándolos como bioindicadores para determinar la calidad de agua, estas son metodologías validadas, dado que es un hecho, que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos, de igual forma, los estudios basados en esta metodología, permiten un conocimiento del estado ecológico de los ríos y lagos donde se implementa (Roldán Pérez, 2016, pág. 1)

Realizando una búsqueda de trabajos representativos acerca de la calidad de agua del río Guachicos, se tiene que existen muy pocos trabajos sobre esta temática. Algunos de los que abordan dicha temática son el desarrollado por Sánchez y García (2018) y el del Atlas Ambiental desarrollado por el SENA.

Puesto que hay muy pocos trabajos con información confiable, respecto del Río Guachicos, se crea la necesidad de realizar trabajos que corroboran o complementen los resultados obtenidos de Sánchez & García (2018) o el del Atlas Ambiental; por lo anterior, éste trabajo, tiene como fin, en principal medida dar una continuidad a los investigado por Sánchez & García (2018), aumentando la cantidad de los puntos de monitoreo, con el fin de profundizar y ampliar los resultados.

Se aclara que el presente documento permitirá añadir información verídica sobre el estado de la calidad de agua del río Guachicos.

## **Objetivos**

### **General**

Determinar la calidad de agua del río Guachicos en el municipio de Pitalito Huila por medio del monitoreo de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua.

### **Específicos**

Identificar los puntos de muestreo en zona alta, media y baja del río Guachicos y su principal afluente

Precisar la calidad del agua del río Guachicos a partir de la identificación de macroinvertebrados encontrados

Desarrollar un análisis comparativo entre investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio, con los datos encontrados en este proyecto de investigación

## **Marco de Referencia**

### **Marco Contextual**

Pitalito es un municipio que está ubicado al sur del Departamento del Huila a 1.318 mts sobre el nivel del mar. Es considerado la Estrella Vial del Surcolombiano por su localización estratégica, ya que permite la intercomunicación con los Departamentos del Cauca, Caquetá y Putumayo. (Alcaldía Municipal de Pitalito, 2017)

El Municipio de Pitalito o Valle de Laboyos, cuenta con una extensión de 625,55 Km2 y hace parte del Macizo Colombiano y del Cinturón Andino, según la UNESCO en 1972. Su ubicación le permite gozar de condiciones ambientales privilegiadas y por ello ha considerado predios adquiridos para la protección de microcuencas. (PITALITO D. P., 2016)

Este municipio fue uno de los primeros en constituir como estrategia de conservación, un Parque Natural Municipal, en donde se integra la reserva pública y privada para la preservación de los ecosistemas hídricos que garantizan el abastecimiento del acueducto municipal, identificando gran biodiversidad de flora y fauna, (varias incluidas en las listas de la UICN, en peligro y en vía de extinción). Una especie representativa es el Roble Negro, La Orquídea, La Guadua, El Oso Andino, La Danta de Páramo, El Atlapetes Oliváceo, El Pato Colorado, La Reinita Naranja entre otras (PITALITO D. P., 2016)

## Región de estudio

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

El área de estudio está ubicado en el Parque Natural Municipal que lo conforman las Veredas: Porvenir, Kennedy, Palmito, La Esperanza, Pensil, Monte Cristo y el Cedro, donde hay aproximadamente 5.000 hectáreas de bosques, que son protección del Río Guachicos.

De acuerdo a la información de la Alcaldía de Pitalito (2016) se “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)

**Tabla 1 Promedio anual de precipitación (mm) por periodos de referencia para el municipio de Pitalito.**

1976-2005	900 -1970
2011--2040	1070 - 2700
2041--2070	1060 - 2680
2071--2100	1080 -2720

(Pitalito, 2015)

## **Características socio económicas de la región de estudio**

Las actividades socioeconómicas de la región son un factor que influye de forma significativa sobre la calidad de agua, dado que en base a estas se puede determinar las posibles fuentes de vertimientos y las características de estos. Pitalito es un municipio que de acuerdo con (Pitalito, 2015) sus principales generadoras de ingresos son el sector Agropecuario, el Comercio informal y la Prestación de Servicios. Es el primer y mayor productor de café en el País, con 11.700 hectáreas sembradas; reconocidos a nivel Internacional por la Calidad y Posicionamiento de los llamados Cafés Especiales que se comercializan en los grandes mercados mundiales.

## **Marco conceptual**

### **Macroinvertebrados acuáticos**

Según Gabriel Pérez Roldan (2016) experto en el tema “Los macroinvertebrados acuáticos son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Se les denomina macroinvertebrados, porque su tamaño va de 0.5mm hasta alrededor de 5.0mm, por lo que se les puede observar a simple vista. La composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; por ello, los métodos de evaluación basados en dichos organismos han sido ampliamente utilizados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua”. (Roldán Pérez, Gabriel, 2016)

De acuerdo con los modos de vida de los macroinvertebrados acuáticos, de acuerdo a esta adaptación reciben el nombre. puesto que la mayoría de los macroinvertebrados deben tomar el oxígeno disuelto en el agua es fundamental que estos organismos presenten



adaptaciones estructurales y fisiológicas que les permitan llevar a cabo este proceso, esa así que la disminución de oxígeno a causa de la contaminación es letal para la mayoría de estos organismos (Roldán Pérez, Gabriel, 2016)

### **Orden**

Es una categoría taxonómica o unidad sistemática ubicada entre clase y familia. El orden está compuesto por familias que comparten características más fundamentales (Martínez, 2015), por ejemplo, el orden Trichoptera, Ephemeroptera y Plecoptera, son los órdenes de macroinvertebrados acuáticos que predominan en los ecosistemas dulceacuícolas de los países del cinturón neotropical.

### **Familia**

Es la categoría taxonómica que agrupa a los individuos próximos entre sí, y poseen atributos muy semejantes, cada familia puede dividirse en varios géneros. Por ejemplo, las familias de macroinvertebrados con mayor abundancia en Colombia son, Hydropsychidae, Perlidae, Corydalidae etc.

### **Especie**

Es una de las categorías taxonómicas más usadas, ya que se refiere a individuos con características muy semejantes y que son capaces de reproducirse entre si, creando una descendencia fértil, por tanto, proceden de antecesores comunes (Martínez, 2015)

## Índice de BMWP (biological monitoring working party)

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, La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. (Roldán Pérez, 2016, pág. 261)






**Tabla 2 Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col**

<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>
<i>Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	5
<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.</i>	4

<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

(Roldán Pérez, Gabriel, 2016)

**Tabla 3 Calidad biológica del agua según índice BMWP/Col**

<b>CLASE</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>BMWP/Col</b>	<b>SIGNIFICADO</b>	<b>COLOR</b>
I	BUENA	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias.	
II	ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.	
II	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas.	
IV	CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas.	
V	MUY CRÍTICA	<15	Aguas fuertemente Contaminadas	

(Roldán Pérez, 2003)

## **Metodología**

Para el desarrollo del trabajo, se van a tener en cuenta 3 fases donde se presenta la completitud de los objetivos planteados en este proyecto de investigación

### **Fase 1. Identificación de puntos de monitoreo**

Se identifican los puntos de muestreo en la zonas alta, media y baja del río Guachicos, así como un punto de muestreo adicional en la parte baja de la quebrada el cedro dado que es el principal afluente del río Guachicos y sus aguas desembocan antes de la bocatoma del acueducto del Municipio de Pitalito.

Aspectos relevantes que debe tener el punto para que sea escogido:

- ✓ Fácil acceso
- ✓ Zona tranquila y no muy correntosa
- ✓ Aguas no muy profundas
- ✓ Bocatoma: dada la importancia de esta zona es indispensable conocer el estado de la calidad de agua para este punto
- ✓ Tener a consideración los puntos de muestreos usados en anteriores trabajos de investigación en el área.

Se determinan 5 puntos en la zona de estudio distribuidos 1 en la parte alta, dos en la parte media, uno en parte baja del río Guachicos y otro en la parte baja del principal afluente del Guachicos, que es la Quebrada el Cedro; (este se ubica en la zona media de la región de estudio).

Tiempo: Se sugiere que se desarrolle 1 muestreo en cada uno de los 5 puntos de monitoreo, por mes.

## **Fase 2. Identificación de la calidad del agua del río Guachicos con macroinvertebrados**

### **Trabajo de campo**

Toma de muestras: La toma de muestras se lleva a cabo en los cinco puntos de monitoreo establecidos, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 4 Distribución de los puntos de muestreo**

<b>Puntos</b>	<b>Ubicación en zona de estudio</b>	<b>Fuente</b>
1. Guachicos 1 Porvenir	Parte alta	Rio Guachicos
2. Guachicos 2 Bombonal	Parte media	Rio Guachicos
3. Quebrada el Cedro 3	Parte media	Quebrada el cedro
4. Guachicos 4 Bocatoma	Parte media	Rio Guachicos
5. Guachicos 5 Desembocadura	Parte baja	Rio Guachicos

Fuente: la Investigación

### **Metodología de recolección de macroinvertebrados.**

De acuerdo con (IDEAM, 2006) el proceso para la recolección de macroinvertebrados es la siguiente:

Seleccione un tramo de 100 m que sea representativo de la corriente.

Tome las coordenadas con un GPS para latitud, longitud y altitud, determínelos tomando el punto más lejano aguas abajo del tramo muestreado.

Ubique en la estación el sustrato más estable del tramo a evaluar.

El número de submuestras tomadas debe ser registrado en el formato de campo.

El muestreo debe iniciarse de aguas abajo del área seleccionada hacia aguas arriba.

Un total de 10 colectas se realizan en la longitud del tramo a muestrear; tomando 4 submuestras a lo ancho del río, luego avanzar aguas arriba y tomar otras 3 submuestras, continuar aguas arriba.

Para la toma de la muestra, se coloca la malla surber bien asegurado sobre el fondo del curso de agua, paralelo a la corriente, con la parte de la red corriente abajo. Hay que tener cuidado de no agitar el sustrato corriente arriba del aparato. Tenga cuidado de no dejar huecos bajo los bordes del marco que permitan el paso de agua debajo de la red.

Llene la bolsa toma muestra, moviendo las piedras y grava a lo largo del borde externo. Una vez colocado en su sitio (puede ser necesario sujetarlo con una mano en las corrientes fuertes), vuélvase con cuidado y frote ligeramente todas las rocas y piedras grandes con las manos o un cepillo suave, para desalojar a los organismos adheridos a ellas, antes de desecharlas.

Raspe las algas, fundas de insecto, etc., de las piedras hacia la red del aparato.

Remueva la grava y arena restantes con las manos o una palita plástica, hasta una profundidad de 5 o 10 cm, dependiendo del sustrato, para desalojar a los organismos que viven en el fondo y que sean arrastrados y capturados en la red.

Transfiera la muestra de la red al recipiente invirtiendo la red dentro del recipiente y presérvela con suficiente etanol al 95% para cubrir la muestra.

Coloque una etiqueta indicando el código de identificación de la muestra o número de lote, fecha, nombre de la corriente, ubicación del muestreo y nombre del colector en el recipiente de la muestra.

Esta información debe ser registrada en el formato de captura de datos respectivo todas las submuestras se componen para obtener una muestra única homogénea.

Cada colecta o más frecuente si es necesario, se lave el material colectado a través de la red con agua corriente limpia, 2 o 3 veces. Si se colmata la red descargue el material. Remueva todo el detritus después de lavar e inspeccionar si hay organismos. Coloque los organismos encontrados en el vial correspondiente.

Registre el porcentaje de cada tipo de hábitat en el tramo muestreado. Anote el equipo muestreador usado, y las condiciones del muestreo, por ej., flujo alto, rocas peligrosas, dificultad de acceso al río, o alguna condición adversa del muestreo.

Transporte las muestras al laboratorio en neveras de icopor refrigeradas.

Almacene las muestras en el laboratorio, en el cuarto frío en la nevera de icopor, hasta que éstas sean procesadas” (IDEAM,2006)

## **Laboratorio**

**En la fase de laboratorio, se consideran las siguientes actividades.**

1. Limpieza de los macroinvertebrados según lo referenciado en ROLDAN (2016)
2. Caracterización de las familias y órdenes de los macroinvertebrados según lo referenciado en ROLDAN (2016)

3. Se hace tabulación de la identificación de los macroinvertebrados según lo referenciado en ROLDAN (2016)

### **Materiales fase laboratorio**

**Tabla 5 Materiales utilizados para la clasificación taxonómica**

Objeto	Tipo	Uso
Caja de Petri	Material	Disposición de la muestra de cada uno de los puntos de monitoreo, para su separación
pinzas de disección de punta fina	Material	Manipulación de los individuos
Guantes	Material	Protección de las manos
Tapabocas	Material	Prevención de posible inhalación de reactivos
Alcohol	Reactivo	Conservación de las muestras
Esteroscopio	Material	Observación de detalles específicos de los individuos, para su adecuada caracterización
Tubos de ensayo	Material	Conservación y almacenamiento de las muestras ya caracterizadas

### **Metodología para la identificación del índice BMWP/Col Roldan 2016**

Se usa la evaluación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos usándolos como bioindicadores para determinar la calidad de agua de los 5 puntos de monitoreos establecidos por medio del índice BMWP/col Roldan, 2016 donde se analiza 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, La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP/ col Roldán, 2016



**Fase 3. Análisis comparativo entre investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio.**

Buscar información secundaria de investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio que corresponde al Río Guachicos principales afluentes del Río

Presentar un análisis estadístico de la comparación de datos sobre el Río Guachicos según los datos de este estudio de investigación

Comparar datos del índice BMWP/ Roldan (2016), encontrados en el Río Guachicos con otras investigaciones realizadas en el área de estudio.

## **Resultados**

### **Fase 1. Puntos de muestreo seleccionados**

La motivación del presente proyecto de investigación es la determinación del estado de la calidad de agua del río Guachicos, por tanto, se decidió elegir puntos estratégicos que permitan determinar dicho estado en base a la metodología planteada

Con base a lo anterior se optó por elegir cinco puntos de monitoreo descritos a continuación:

Tabla 6 Características principales de los puntos de muestreo

Punto de monitoreo	Características	Razón de elección	Morfología del terreno	Usos del suelo y descripción
<b>Punto Guachicos 1 Porvenir</b>	Es un punto que se encuentra en la parte alta del cauce del Rio Guachicos, donde aún no se evidencian muchas actividades antrópicas.	Este punto se encuentra antes del centro poblado de Bruselas y puede representar el estado del agua antes de una intervención significativa de parte de las actividades antrópicas.  Dando seguimiento a la metodología planteada para el presente trabajo, para la elección se tuvo muy en cuenta que este punto es el mismo desarrollado por parte Sánchez y García (2018) para el monitoreo en la parte alta	Semi inclinado, con bosque natural (bosque muy húmedo montano bajo) terreno con arbustos, árboles y matorrales.  Lecho del río con roca y grava.	Bosque natural con leve intervención antrópica.  En la vía que comunica al porvenir a 45 km se encuentra un desvío a mano derecha con una distancia de 200 metros, 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 correntosa y transparente.

<p><b>Punto Guachicos 2 Bombonal</b></p>	<p>Este punto se encuentra en la parte media del Rio Guachicos. Se encuentra con la presencia de algunas actividades antrópicas sobre este.</p>	<p>En este punto se encuentran evidencias de la intervención de actividades antrópicas sobre el cauce, especialmente el de un bañadero recreacional, esto puede mostrar las primeras evidencias de la afectación de las actividades antrópicas sobre el afluente</p> <p>Dando seguimiento a la metodología planteada para el presente trabajo, para la elección se tuvo muy en cuenta que este punto es el mismo desarrollado por parte Sánchez y García (2018) para el monitoreo en la parte media</p>	<p>Terreno poco inclinado, con actividad antropogénica, con cultivos agrícolas.</p> <p>Lecho del río con roca y grava.</p>	<p>A 7 km del corregimiento de Bruselas se ubica el punto 2 en Bombonal este sitio cuenta con poca vegetación solo algunos árboles a orillas del río ya que hay actividades antropogénicas a menos de 30 metros de la fuente, se evidencia un vertimiento directo de la vivienda, con cultivos de café y plátano muy cerca de su orilla a lado derecho.</p> <p>El flujo es muy correntoso y abundante ya que desembocan varias afluentes aguas arriba, se encuentran residuos domiciliarios. Al otro extremo de la ribera hay restos de leña y estufas de leña con restos de ceniza donde evidencia que realizan paseos de olla en este sector.</p>
--	---	---	--	---

<b>Punto Quebrada el cedro 3</b>	Este es el único punto de monitoreo que se hace sobre la quebrada el Cedro. El punto de monitoreo se encuentra en cercanías de la desembocadura de la quebrada el Cedro sobre las aguas del río Guachicos.	La razón de la elección de este punto hace referencia a que la quebrada el cedro es la principal fuente abastecedora del río Guachicos, por tanto, el conocer la calidad de agua que surte al río antes mencionado es esencial para determinar el estado general de la calidad de agua del río Guachicos  Dando seguimiento a la metodología planteada para el presente trabajo, para la elección se tuvo muy en cuenta que este punto es el mismo desarrollado por parte Martínez y Quiroz (2018) para el monitoreo en la parte baja de la quebrada el Cedro	Terreno plano,  Lecho del río con roca, grava y arena	Ganadería rudimentaria, silvopastoril, agricultura intensiva.  Es una de las quebradas más importantes que vierten a la subcuenta del río Guachicos. está ubicada en la vereda la Palma del corregimiento de Bruselas. posee cultivos de café sobre la fuente en una de las orillas y relictos de Guadua, por la otra ribera hay presencia de abundante vegetación en su mayoría de Herbácea, arbustos, árboles, matorrales. al igual se observa residuos sumergidos en el agua tanto orgánicos como inorgánicos. el agua presenta olor desagradable y turbio, con un cauce correntoso.
<b>Punto Guachicos 4 Bocatoma</b>	Este punto se encuentra sobre la parte media del cauce del río, está caracterizado por que se encuentra a escasos metros del punto exacto donde se extrae el agua que abastece el acueducto del municipio de Pitalito.	Este punto es uno de los puntos más importantes dado que refleja el estado de la calidad de agua que surte el acueducto del municipio de Pitalito	Terreno plano,  Lecho del río con roca, grava y arena	Aguas arriba antes de la bocatoma ubicada en zona rural, en la vereda Las Palmas, a 10 m de la bocatoma del Municipio de Pitalito y a 13.5 kms de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del municipio de Pitalito. En este sector hay intervención antropogénica, por ejemplo una vivienda muy cerca de la bocatoma. Se halla presencia de arbustos en uno de las orillas y en la otra relictos de guadua. El cauce es poco correntoso hay presencia de lodo, con olor

---

desagradable y presencia de residuo de cosecha de café.

---

<b>Punto Guachicos 5 Desemboca dura</b>	Este punto se encuentra en la parte baja del cauce del Rio Guachicos, cerca de la desembocadura del río Guachicos sobre el río Guarapas.	<p>La razón de elección de este punto es que este permite evaluar de forma general el estado de la calidad de agua del río Guachicos, empezando desde cercanías a su nacimiento en la vereda porvenir y finalizando en las cercanías a su desembocadura final en el río guarapas</p> <p>Dando seguimiento a la metodología planteada para el presente trabajo, para la elección se tuvo muy en cuenta que este punto es el mismo desarrollado por parte Sánchez y García (2018) para el monitoreo en la parte baja</p> <p>Con una pequeña variación de 200 metros caudal arriba, modificación realizada por cuestiones de permiso de acceso</p>	Terreno plano, Lecho del río con roca, grava y arena	Este punto se ubica antes de la desembocadura del rio Guachicos al Rio Guarapas, a 10 km del municipio de Pitalito, este sector es conocido por sus habitantes como “Guachicos”, del corregimiento de Criollo, para el acceso a este punto es necesario ingresar por un potero aproximadamente a 10 minutos de la vía secundaria. En el área hay presencia de ganado en la cuenca cercana donde beben agua del río, con poca presencia de vegetación en las dos orillas, el agua es correntosa y presenta turbiedad. En las cercanías del río se encuentran residuos orgánicos de origen animal. y sobre la misma residuos inorgánicos como frascos y bolsas plásticas.
---	--	---	--	---

**fuelle.** la investigación

**Tabla 7 Ubicación de los puntos de monitoreo según coordenadas geográficas**

<b>punto</b>	<b>Nombre del punto</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>		<b>Altura</b>
1	Rio Guachicos Punto 1. Porvenir parte alta	01° 44' 01.4" N	076° 13' 59.0" O.	1768m
2	Punto 2. El Bombonal parte media	01° 45' 57.8" N	076° 12' 19.2" O	1573m
3	Quebrada El Cedro punto 3 parte baja	01° 47' 16.1" N	076° 09' 27.1" O	1395m
4	Guachicos punto 4. Antes de la Bocatoma, parte media	01° 47' 23.2" N	076° 09' 17.0" O	1405m
5	Rio Guachicos Punto 5. Criollo, parte baja	01° 51' 53.0" N,	076° 07' 47.5" O	1232m

**fuentes.** la investigación



Evidencia de cada punto de monitoreo sobre el Rio Guachicos y Parte baja Quebrada el Cedro



**Figura 1 Punto Guachicos 1. Porvenir parte alta**



**Figura 2 Punto Guachicos 2. Bombonal**



**Figura 3 Punto Quebrada el Cedro 3. parte baja**



**Figura 4 Punto Guachicos 4. Bocatoma parte media**



**Figura 5 Punto Guachicos 5. Criollo parte baja**

---

Fuente: la investigación

## Visión general puntos de monitoreo sobre el cause del Rio Guachicos y Quebrada el Cedro

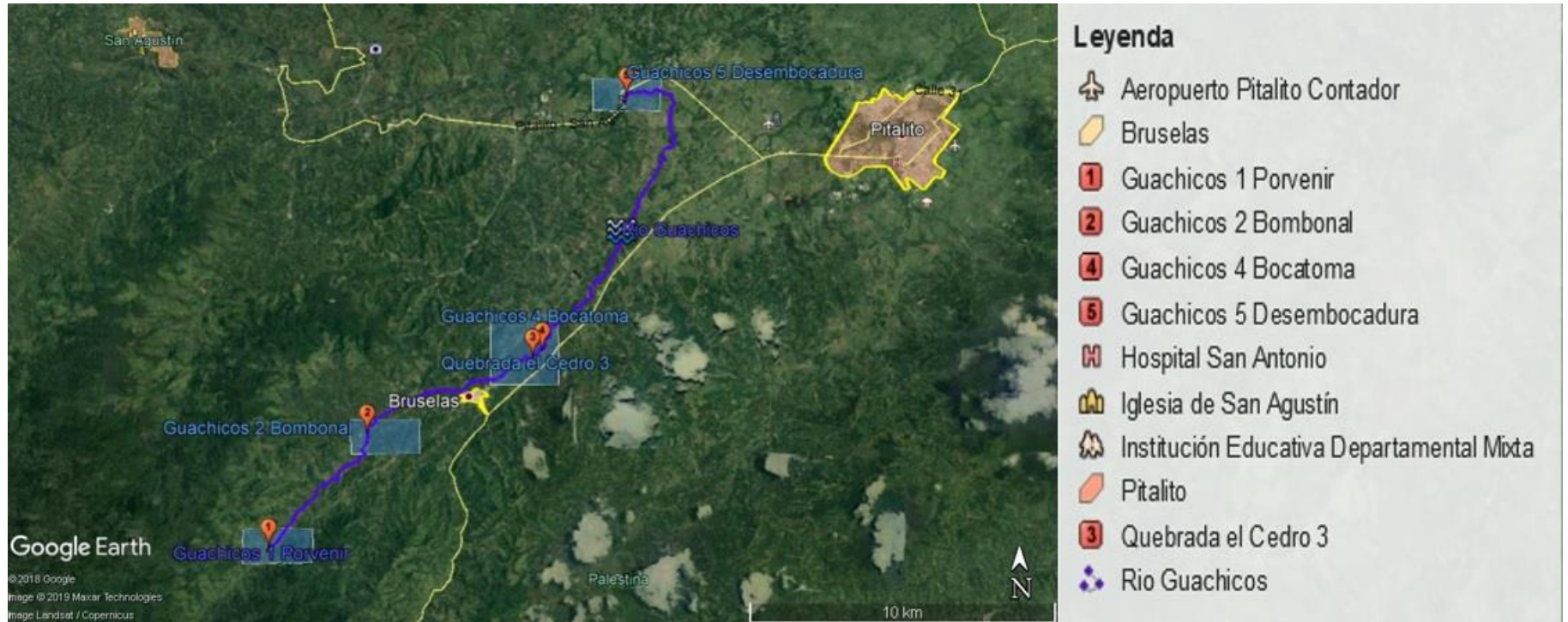


Figura 6 Visión general puntos de monitoreo sobre el cause del Rio Guachicos y Quebrada el Cedro

Fuente: la investigación

## Fase 2. Identificación de la calidad del agua del río Guachicos con macroinvertebrados

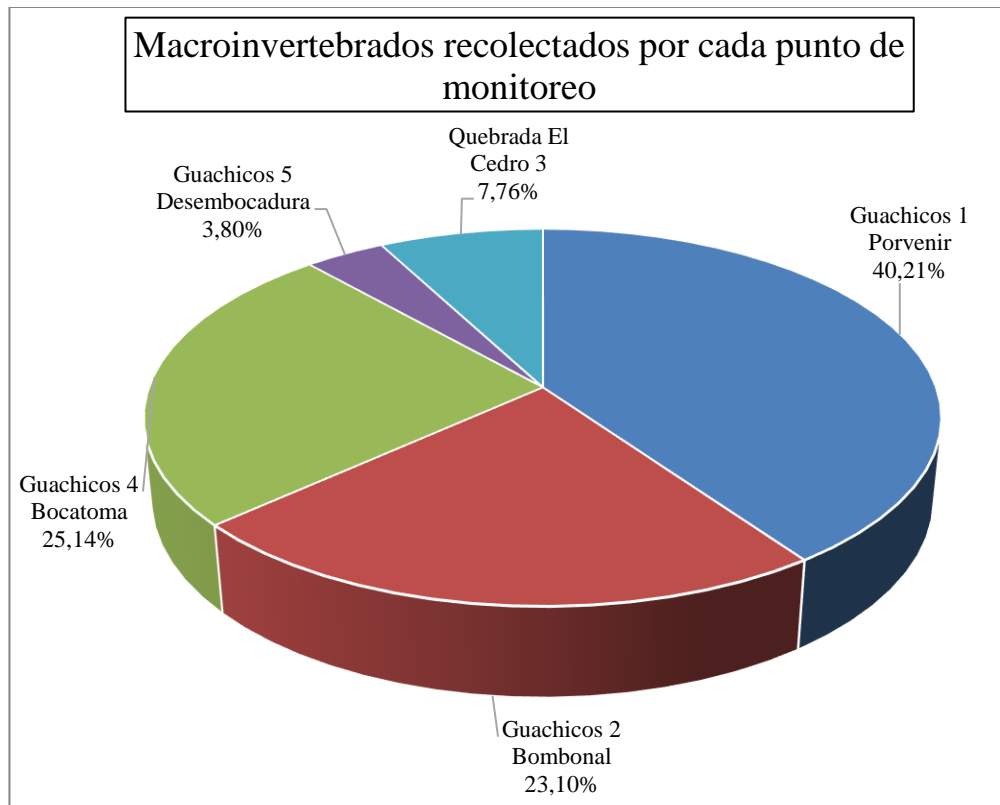
Considerando que se hace el paso a paso según la metodología propuesta para el BMWP/Col de roldan (2016), se puede determinar:

Durante los cinco muestreos realizados en los meses de mayo, junio, julio y dos en el mes de agosto del 2019, en la cuenca del río Guachicos y la quebrada el Cedro, se colectó un total de 1818 macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 26 familias, 10 órdenes, con un porcentaje del 40.21 % de individuos en el Porvenir punto 1, el 23.10% en el Bombonal punto 2, el 25,14% en la Bocatoma punto 4, 3,80% en la Desembocadura punto 5 correspondientes al Río Guachicos y un 7,76% en la Quebrada el Cedro punto 3 parte baja, encontrándose que en el punto 1 Porvenir es donde se realizó la mayor colecta de individuos. (tabla 8)

**Tabla 8** Tabla Porcentaje de individuos por punto de muestreo

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>SUMA TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE DE INDIVIDUOS</b>
Guachicos 1 Porvenir	731	40,21%
Guachicos 2 Bombonal	420	23,10%
Guachicos 4 Bocatoma	457	25,14%
Guachicos 5 Desembocadura	69	3,80%
Quebrada El Cedro 3	141	7,76%
<b>Total general</b>	<b>1818</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Autor



**Figura 7** Porcentaje de muestreo de macroinvertebrado por punto.

Fuente: La investigación

Se identificaron 26 familias, considerando que las más representativas son la familia *Hydropsychidae* siendo (*leptonema* sp) la única especie y la más abundante, con un 37,62% contando con 684 individuos, *Leptophlebiidae* de la cual hacen parte las especies (*Thraulodes* sp y *Traverella* sp.) constituyendo el 15,51% con 282 individuos, *Perlidae* de la que hace parte la especie (*Anacroneuria*), a la cual pertenece el 14,03% con 255 individuos, *Tricorythidae* de la que hacen parte las especies (*Leptohyphes* sp. *Tricorythodes* sp.) con 200 individuos que representa el 11,00 %, *Elmidae* de la que hacen parte las especies (*Cylloepus* sp y *Heterelmis* sp) representando el 6,55% con 119 individuos.

*Libellulidae* con la especie (*Brechmorhoga* sp.) unicamente representando el 3,85% con 70 individuos, *Gomphidae* y su especie (*Progomphus* sp) representando el 2,92% con 53 individuos, *Tubificidae* con la única especie (*Tubifex*) representado el 1,54% con 28 individuos. *Corydalidae* y la especie (*Corydalus* sp) representando el 1,05% y 19 individuos en total. *Baetidae* con la única especie (*Baetodes* sp) representando el 0,88% con 16 individuos, *Physidae* de la que hace parte la especie (*Physa*) representando el 0,83% y un total de 15 individuos, *Calopterygidae* (*Hetsetins* sp) *Tabanidae* (*Tabanus* sp) cada una con una especie representando el 0,77% con 14 individuos respectivamente. *Psephenidae* como única especie (*Psephenops* sp) representando el 0,66% y 12 individuos.

Las demás familias se encuentran en menor representatividad y pueden visualizarse en la siguiente tabla

Tabla 9 Porcentaje de individuos por familia durante el monitoreo

<b>Familia</b>	<b>suma de total</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Corixidae</i>	1	0,06%
<i>Psychodidae</i>	1	0,06%
<i>Hydrophilidae</i>	1	0,06%
<i>Polythoridae</i>	1	0,06%
<i>Blepharoceridae</i>	2	0,11%
<i>Naucoridae</i>	2	0,11%
<i>Hydrobiosidae</i>	3	0,17%
<i>Empididae</i>	3	0,17%
<i>Tipulidae</i>	3	0,17%
<i>Veliidae</i>	4	0,22%
<i>Ptilodactylidae</i>	5	0,28%
<i>Oligoneuriidae</i>	11	0,61%
<i>Psephenidae</i>	12	0,66%
<i>Tabanidae</i>	14	0,77%
<i>Calopterygidae</i>	14	0,77%
<i>Physidae</i>	15	0,83%

<i>Baetidae</i>	16	0,88%
<i>Corydalidae</i>	19	1,05%
<i>Tubificidae</i>	28	1,54%
<i>Gomphidae</i>	53	2,92%
<i>Libellulidae</i>	70	3,85%
<i>Elmidae</i>	119	6,55%
<i>Tricorythidae</i>	200	11,00%
<i>Perlidae</i>	255	14,03%
<i>Leptophlebiidae</i>	282	15,51%
<i>Hydropsychidae</i>	684	37,62%
<b>Total general</b>	<b>1818</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: La investigación

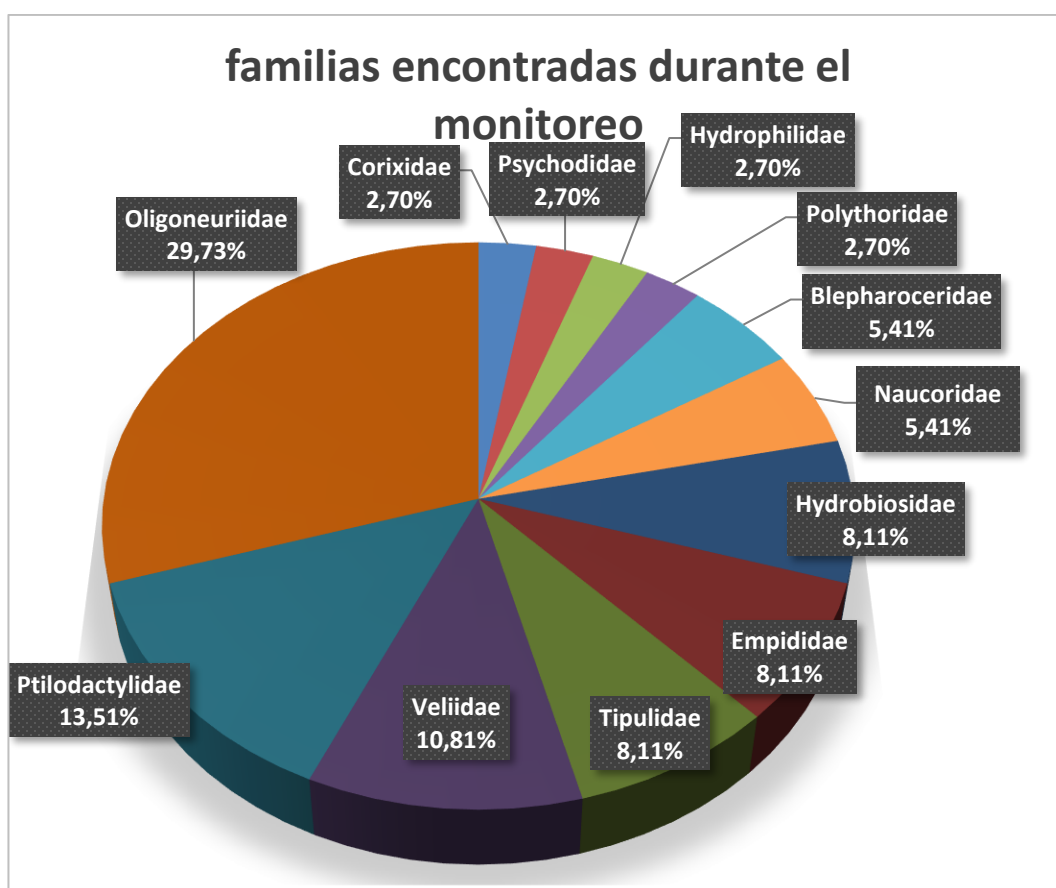


Figura 8 Porcentaje de individuos por familia

fuelle: la investigación

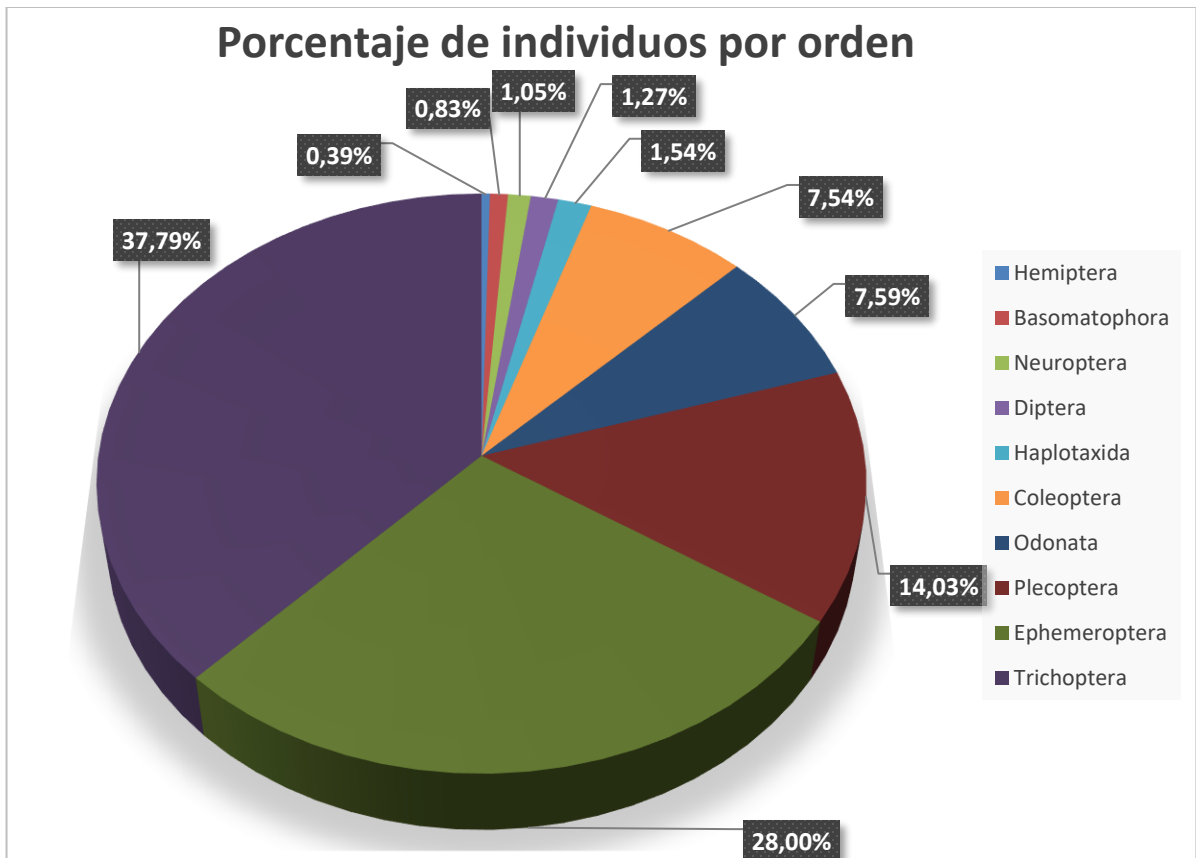
Se encontró un total de 10 órdenes en los cinco puntos de muestreo, observando que los más representativos son: el orden Trichoptera con un total de 37,79% correspondiente a 687 individuos, seguidamente Ephemeroptera con 28% equivalente a 509 individuos, orden Plecoptera con 255 individuos correspondiente al 14,03%, Odonata con 138 individuos significando el 7,59%.

Orden Coleoptera con 137 individuos equivalente al 7,54%, orden Haplotaquída con 28 individuos significando el 1,54%, orden Díptera con 23 individuos equivalente al 1,27%, Neuroptera correspondiente al 1,05% con 19 individuos, Basomatophora con 15 individuos perteneciente al 0,83% Como último se encontró el orden Hemiptera perteneciente al 0,39% equivalente a 7 individuos. Se puede visualizar en el siguiente gráfico.

**Tabla 10 número de órdenes y porcentaje de individuos encontradas durante el monitoreo**

<b>Orden</b>	<b>Suma de total</b>	<b>Porcentaje</b>
Hemiptera	7	0,39%
Basomatophora	15	0,83%
Neuroptera	19	1,05%
Diptera	23	1,27%
Haplotaquída	28	1,54%
Coleoptera	137	7,54%
Odonata	138	7,59%
Plecoptera	255	14,03%
Ephemeroptera	509	28,00%
Trichoptera	687	37,79%
<b>Total</b>	<b>1818</b>	<b>100,00%</b>

fuentes: la investigación



**Figura 9 Porcentaje de individuos por orden**

Fuente: la Investigación

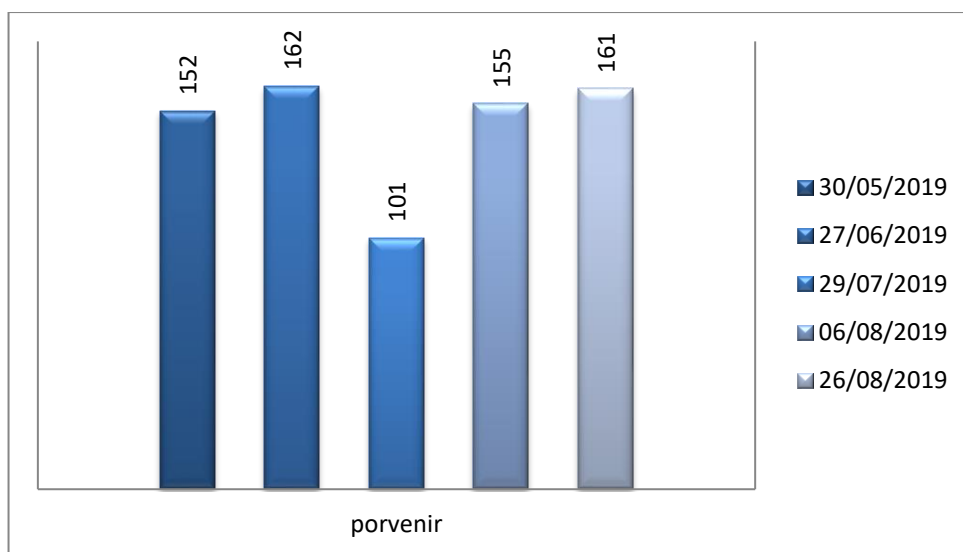
El punto del Rio Guachicos parte alta – Porvenir, punto uno, fue el primer punto de muestreo (P1), obteniendo una cantidad de 731 individuos, la fecha en la que se recolectaron más especímenes fue el día jueves 27 de junio del 2019, obteniendo 162 individuos equivalente al 22,16% el día que menos muestras se pudieron obtener fue el 29 de julio de 2019, con individuos perteneciente al 13.82%;

**Tabla 11 Número de individuos por fecha del punto uno Guachicos Porvenir**

Guachicos Punto 1 Porvenir	Total de individuos por Punto	porcentaje de individuos
<b>30-may</b>	152	20,79%
<b>27-jun</b>	162	22,16%
<b>29-jul</b>	101	13,82%
<b>06-ago</b>	155	21,20%



<b>26-ago</b>	161	22,02%
<b>Total general</b>	<b>731</b>	<b>100,00%</b>



**Figura 10 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 1 Porvenir Parte Alta**

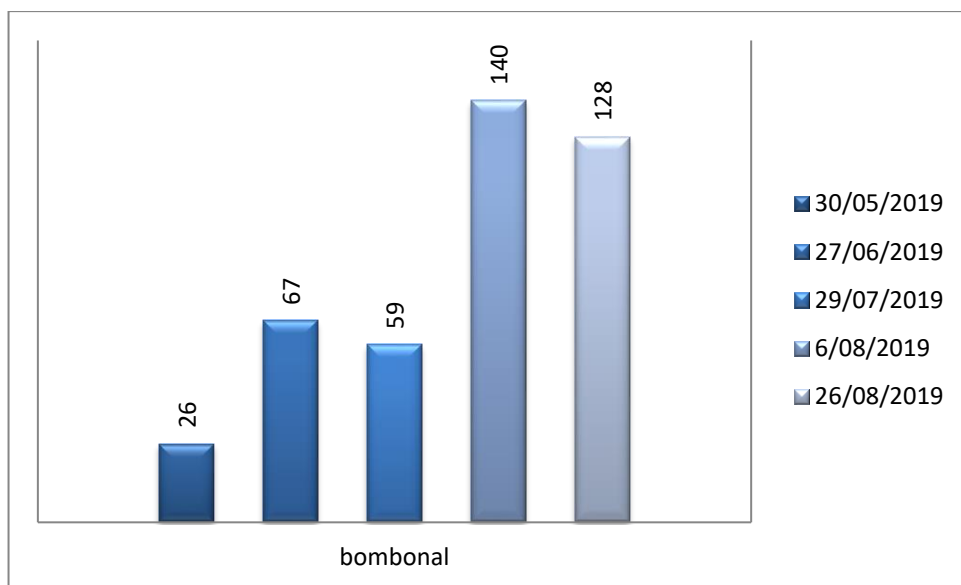
Fuente: la Investigación

El segundo punto de muestreo localizado en la vereda la Bombonal, permitió encontrar 420 individuos en total, siendo el martes 06 de agosto de 2019, el día que se recolectaron más muestras 140, equivalente al 33%, en contraposición al 30 de mayo del 2019, día que se recogieron 26 individuos perteneciente al 6,19% del total de individuos en este punto.

**Tabla 12 Número de individuos por fecha del punto dos Guachicos Bombonal**

Guachicos Punto 2 Bombonal	Total de individuos por Punto	porcentaje de individuos
<b>30-may</b>	26	6,19%
<b>27-jun</b>	67	15,95%
<b>29-jul</b>	59	14,05%

<b>06-ago</b>	140	33,33%
<b>26-ago</b>	128	30,48%
<b>Total general</b>	<b>420</b>	<b>100,00%</b>



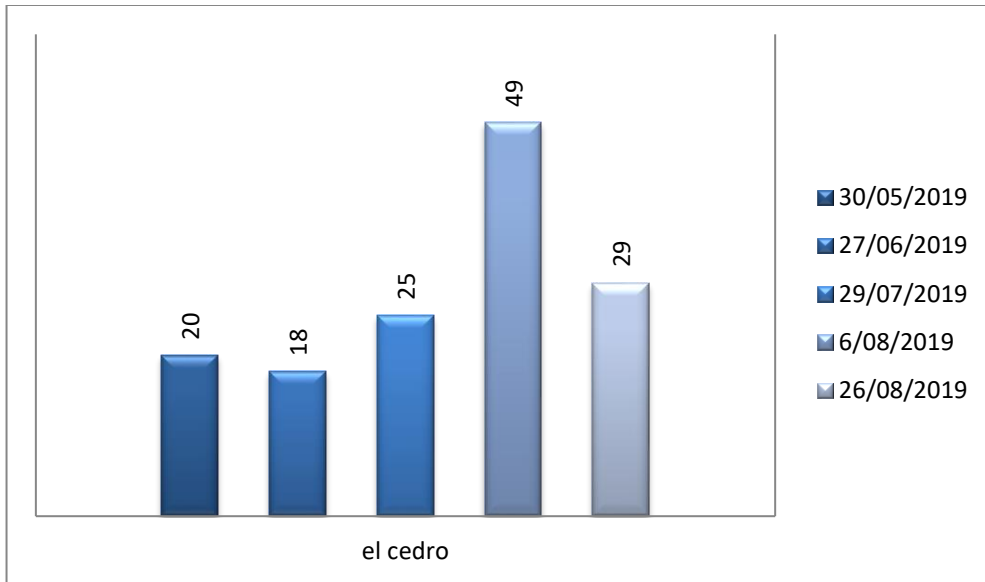
**Figura 11 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 2 Guachicos Bombonal**

Fuente: la Investigación

En el punto Quebrada el Cedro 3, se hallaron 141 individuos, siendo el 06 de agosto de 2019, la fecha en la que se encontró una mayor cantidad de individuos, 49 en total, significando un 34,75%, al contrario del día 27 de junio de 2019, en el que se encontraron 18 individuos, equivalente al 12,77%.

**Tabla 13 Número de individuos por fecha del punto tres Quebrada el Cedro parte baja**

Quebrada el Cedro. Punto 3	Total de individuos por Punto	porcentaje de individuos
<b>30-may</b>	20	14,18%
<b>27-jun</b>	18	12,77%
<b>29-jul</b>	25	17,73%
<b>06-ago</b>	49	34,75%
<b>26-ago</b>	29	20,57%
<b>Total general</b>	<b>141</b>	<b>100,00%</b>



**Figura 12 Cantidad de Individuos por fecha en Punto Quebrada el Cedro 3**

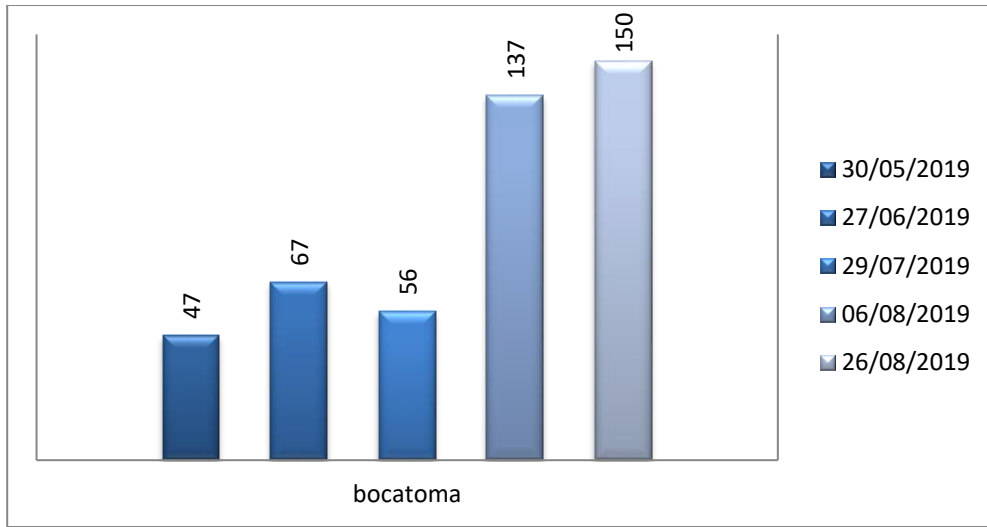
Fuente: la Investigación

Antes de la bocatoma se estableció el punto 4, se hallaron 457 individuos, siendo martes, 26 de agosto de 2019, la fecha en la que se encontró una mayor cantidad de individuos 150 en total, significando un 32,82%, al contrario del jueves 30 de mayo de 2019, en el que se encontraron 47 individuos, equivalente al 10,28%;

**Tabla 14 Número de individuos por fecha del punto Cuatro Guachicos Bocatoma**

Guachicos Bocatoma punto 4	Total de individuos por Punto	porcentaje de individuos
<b>30-may</b>	47	10,28%
<b>27-jun</b>	67	14,66%
<b>29-jul</b>	56	12,25%
<b>06-ago</b>	137	29,98%
<b>26-ago</b>	150	32,82%
Total general	<b>457</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: la Investigación



**Figura 13 Cantidad de Individuos por fecha en el Punto 4 Guachicos Bocatoma**

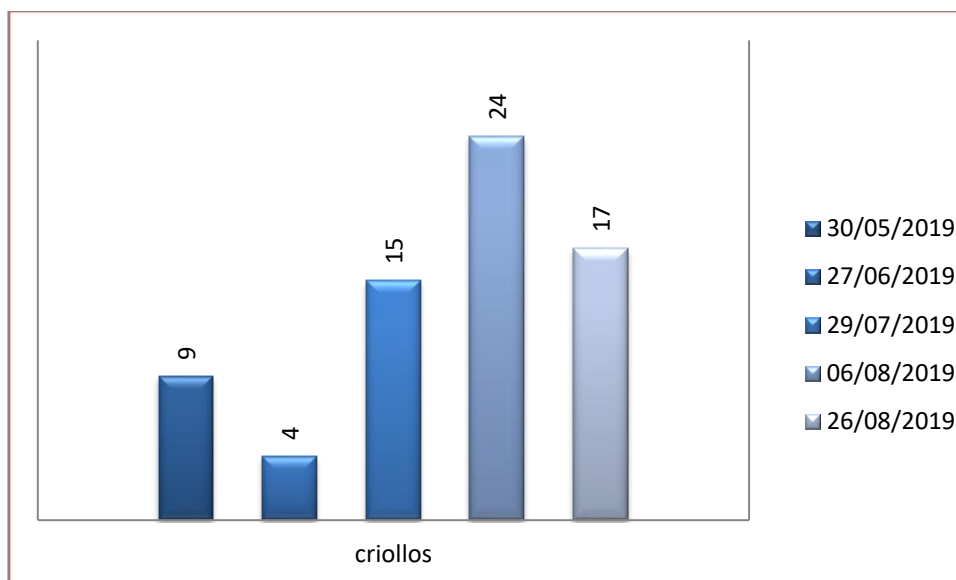
Fuente: la Investigación

El quinto y último punto de muestreo localizado en el sector Guachicos del corregimiento de criollo, permitió encontrar 69 individuos en total, el 06 de agosto de 2019 fue el día que se recolectaron más muestras 24, equivalente al 34,78%, en contraposición al 27 de Junio del 2019, día que se recogieron 4 individuos perteneciente al 5,80%;

**Tabla 15 Número de individuos por fecha del punto cinco Guachicos Desembocadura**

Guachico 5 Desembocadura	Total de individuos por Punto	porcentaje de individuos
<b>30-may</b>	9	13,04%
<b>27-jun</b>	4	5,80%
<b>29-jul</b>	15	21,74%
<b>06-ago</b>	24	34,78%
<b>26-ago</b>	17	24,64%
Total general	<b>69</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: la Investigación



**Figura 14 Cantidad de Individuos por fecha en Punto 5 Guachicos Criollo**

Fuente: la Investigación

Se reconocieron 1818 individuos a nivel general, encontrando en mayor cantidad los siguientes especímenes: Leptonema con 684, Anacroneuria con 255, Leptohyphes sp. 192 Thraulodes con 169, Traverella sp. y heterelmis sp. con 113 individuos.

**Tabla 16 Cantidad de especies encontradas durante el monitoreo**

Especies	Total de individuos	porcentaje de individuos
Leptonema sp	684	37,62%
Anacroneuria sp	255	14,03%
Leptohyphes sp.	192	10,56%
Thraulodes sp.	169	9,30%
Traverella sp	113	6,22%
Heterelmis sp	113	6,22%
Brechmorhoga sp.	70	3,85%
Progomphus sp	53	2,92%
Tubifex	28	1,54%
Corydalis sp	19	1,05%
Baetodes sp	16	0,88%

Physa	15	0,83%
Hetaerina sp	14	0,77%
Tabanus sp	14	0,77%
Psephenops sp	12	0,66%
Lachlania sp	11	0,61%
Tricorythodes sp.	8	0,44%
Cylloepus sp	6	0,33%
Anchitarsus sp	5	0,28%
Hexatoma	3	0,17%
Chelifera sp	3	0,17%
Stridulivelia	3	0,17%
Atopsyche	3	0,17%
Paltostoma sp	2	0,11%
Limnocoris	2	0,11%
Tropisternus sp	1	0,06%
Microvelia sp	1	0,06%
Polythore	1	0,06%
Centrocorisa	1	0,06%
Maruina sp	1	0,06%
<b>Total general</b>	<b>1818</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente.** La investigación.

En el primer punto de monitoreo Guachicos 1 porvenir. Se identificaron 8 órdenes, siendo los más destacables el orden *Trichoptera* con las familias (*Hydropsychidae*, *Hydrobiosidae*) y un número de individuos totales en todos los muestreos totales de 292, significando el 39,95% de todos los individuos recolectados en este punto, seguidamente el orden *Coleoptera* con la familia (*Perlidae*) y un número de individuos de 156, significando el 21,34%, el orden *Ephemeroptera* familias (*Leptophlebiidae*, *Oligoneuriidae*, *Tricorythidae*, *Baetidae*) con 112 individuos, equivalente al 15,32%, el orden *Coleoptera* familias (*Psephenidae*, *Elmidae*, *ptilodactylidae*) con 92 individuos corresponde al 12,59% *Odonata* con las familias (*Calopterygidae*, *Gomphidae*, *Libellulidae*, *Polythoridae*) corresponde al 5,88%

Tabla 17 Distribución de órdenes y familias Punto Guachicos 1 porvenir

Orden									
GUACHICOS 1 PORVENIR									
Familia	Coleoptera	Diptera	Ephemeroptera	Haplotoxida	Neuroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Total general
Baetidae			3						3
Blepharoceridae		1							1
Calopterygidae						3			3
Corydalidae					16				16
Elmidae	75								75
Empididae		3							3
Gomphidae						32			32
Hydrobiosidae							2		2
Hydropsychidae							290		290
Leptophlebiidae			34						34
Libellulidae						7			7
Oligoneuriidae			11						11
Perlidae						156			156
Polythoridae						1			1
Psephenidae	12								12
Psychodidae		1							1
Ptilodactylidae	5								5
Tabanidae		13							13
Tipulidae		1							1
Tricorythidae			64						64
Tubificidae					1				1
<b>Total general</b>	<b>92</b>	<b>19</b>	<b>112</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>43</b>	<b>156</b>	<b>292</b>	<b>731</b>

Fuente: la Investigación

En segundo punto de monitoreo Guachicos 2 Bombonal, se clasificaron 10 órdenes con sus respectivas familias, siendo el más representativo, el orden Ephemeroptera familias (*Baetidae*, *Tricorythidae*, *Leptophlebiidae*) con 142 individuos representando el 33,81% *Trichoptera* familias (*hydropsychidae*), con 120 individuos, que pertenece al 28,57%, el orden *Plecoptera* familia (*Perlidae*), con 57 individuos, equivalente al 13,57%. *Odonata* familias (*Gomphidae*, *Calopterygidae*, *Libellulidae*) con 50 individuos representado el 11,90%, *Coleoptera* familia (*Elmidae*) con 41 individuos correspondiente al 9,76%

**Tabla 18 Distribución de órdenes y familias punto Guachicos 2 Bombonal**

ORDEN											
Guachicos 2. Bombonal											
Familias	Basomatophora	Coleoptera	Diptera	Ephemeroptera	Haplaxida	Hemiptera	Neuroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Total general
Baetidae				7							7
Blepharoceridae			1								1
Calopterygidae								10			10
Corydalidae							2				2
Elmidae	41										41
Gomphidae								10			10
Hydropsychidae										120	120
Leptophlebiidae				95							95
Libellulidae								30			30
Perlidae									57		57
Physidae	1										1
Tabanidae			1								1
Tricorythidae				40							40
Tubificidae						4					4
Veliidae							1				1
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>142</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>57</b>	<b>120</b>	<b>420</b>

Fuente: la Investigación

En el tercer punto, Quebrada el Cedro 3, se clasificaron 7 órdenes con sus respectivas familias, siendo el más representativo, el orden *Ephemeroptera* familias (*Leptophlebiidae*, *Tricorythidae*,) con 58 individuos representando el 38,30% *Trichoptera* familias (*Hydropsychidae*), con 43 individuos, que pertenece al 30,50%, el orden *Odonata* familias (*Calopterygidae*, *Gomphidae*, *Libellulidae*) con 22 individuos representado el 15,60%, *Plecoptera* familia (*Perlidae*) con 14 individuos correspondiente al 9,93%

**Tabla 19 Distribución de órdenes y familias punto Quebrada el Cedro 3**

ORDEN								
Quebrada el Cedro 3								
Familias	Basomatophora	Coleoptera	Ephemeroptera	Hemiptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Total general
Calopterygidae					1			1
Elmidae		2						2
Gomphidae					10			10
Hydrophilidae		1						1
Hydropsychidae							43	43
Leptophlebiidae			26					26
Libellulidae					11			11
Naucoridae				1				1
Perlidae						14		14
Physidae	3							3
Tricorythidae			28					28
Veliidae				1				1
<b>Total general</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>43</b>	<b>141</b>

Fuente: la Investigación



En el punto Guachicos 4 Bocatoma, se clasificaron, 9 órdenes junto con sus familias, siendo el más representativo, el orden *Trichoptera familia (Hydropsychidae)*, con 216 individuos, equivalente al 47,26 %, seguido del Orden *Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Tricorythidae)*, con 161 individuos, significando el 35,23%.

**Tabla 20 Distribución de órdenes y familias Guachicos 4 Bocatoma**

ORDEN										
Guachicos 4 Bocatoma										
Familias	Basomatophora	Coleoptera	Ephemeroptera	Haplotoxida	Hemiptera	Neuroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Total general
Corixidae						1				1
Corydalidae							1			1
Elmidae		1								1
Gomphidae								1		1
Hydropsychidae									216	216
Leptophlebiidae			108							108
Libellulidae							21			21
Naucoridae					1					1
Perlidae								27		27
Physidae		11								11
Tricorythidae			53							53
Tubificidae				16						16
<b>Total general</b>		<b>11</b>	<b>1</b>	<b>161</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>457</b>

Fuente: la Investigación

En el punto Guachicos 5 Desembocadura, se clasificaron, 7 órdenes junto con sus familias, siendo el más representativo, el orden *Ephemeroptera familia (Tricorythidae)* con 46 individuos, equivalente al 57,97 %, seguido del Orden *Trichoptera familias (Hydrobiosidae, Hydropsychidae)*, con 37 individuos, significando el 23,19%.

**Tabla 21 Distribución de órdenes y familias punto Guachicos 5 Desembocadura**

Guachicos 5								
Desembocadura								
orden								
familias	Diptera	Ephemeroptera	Haplotoxida	Hemiptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Total general
Baetidae		6						6
Hydrobiosidae							1	1
Hydropsychidae							15	15
Leptophlebiidae		19						19
Libellulidae					1			1
Perlidae						1		1
Tipulidae	2							2
Tricorythidae		15						15
Tubificidae			7					7
Veliidae				2				2
<b>Total general</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>69</b>

Fuente: la Investigación

En el punto 1 Porvenir se registraron 2 tipos de especímenes con mayor abundancia, de igual manera se identificaron 2 familias, las cuales contienen un mayor número de especímenes, la familia *Hydropsychidae* es en la que más se encuentran especímenes con un total de 290, seguida por la familia *Perlidae* con un total de 156 especímenes (Tabla 22).

**Tabla 22 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo Guachicos punto 1 Porvenir.**

Punto de muestreo	Leptop																	Total general					
Guachicos Porvenir punto 1	Baetidae	Blepharoceridae	Calopterygidae	Corydalidae	Elmidae	Empididae	Gomphidae	Hydrobiidae	Hydropsychidae	Hlebiidae	Libellulidae	Oligoneuridae	Perlidae	Polythoridae	Psephenidae	Psychodidae	Ptilodactylidae	Tabanidae	Tipulidae	Tricorythidae	Tubificidae	Total general	
Anacroneuria sp													156										156
Anchitarsus sp																	5						5
Atopsyche								2															2
Baetodes sp	3																						3
Brechmorhoga sp.											7												7
Chelifera sp						3																	3
Corydalus sp				16																			16
Cylloepus sp					3																		3
Hetaerina sp			3																				3
Heterelmis sp					72																		72
Hexatoma																			1				1
Lachlania sp											11										1		11
Leptohyphes sp.																					64		64
Leptonema sp								290															290
Marulina sp																1							1
Paltostoma sp		1																					1
Polythore														1									1
Progomphus sp							32																32
Psephenops sp																12							12
Tabanus sp																		13					13
Thraulodes sp.										28													28
Traverella sp										6													6
Tubifex																					1		1
<b>Total general</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>75</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>290</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>156</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>64</b>	<b>1</b>	<b>731</b>	

Fuente: la Investigación

En el punto Guachicos 2 Bombonal, se registraron 1 tipo de espécimen con mayor proporcionalidad, las familias con más especímenes es la *Hydropsychidae* con 120 especímenes., seguida por la familia *Leptophlebiidae* con 95 especímenes. (Tabla ---)

**Tabla 23 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo Guachicos punto 2 Bombonal.**

Punto de muestreo Guachicos 2 Bombonal	Leptop															Total genera l
	Baetidae	Blepharoceridae	Calopterygidae	Corydalidae	Elmidae	Gomphidae	Hydropsychidae	hlebiiidae	Libellulidae	Perliidae	Physidae	Tabanidae	Tricorythidae	Tubificidae	Veliidae	
Anacroneuria sp										57						57
Baetodes sp	7															7
Brechmorhoga sp.									30							30
Corydalus sp				2												2
Cylloepus sp					3											3
Hetaerina sp			10													10
Heterelmis sp					38											38
Leptohyphes sp.												36				36
Leptonema sp								120								120
Microvelia sp															1	1
Paltostoma sp		1														1
Physa										1						1
Progomphus sp						10										10
Tabanus sp												1				1
Thraulodes sp.									64							64
Traverella sp									31							31
Tricorythodes sp.													4			4
Tubifex													4			4
<b>Total general</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>120</b>	<b>95</b>	<b>30</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>420</b>

Fuente: la Investigación

En el punto Quebrada el Cedro 3, las familias con más especímenes es la *Hydropsychidae*, con 43 especímenes seguida por la familia *Tricorythidae* con 28 especímenes (Tabla 24)

**Tabla 24 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 3 Quebrada el Cedro**

Punto de muestreo Quebrada el Cedro Punto 3	Leptop											Total general	
	Calopterygidae	Elmidae	Gomphidae	Hydrophilidae	Hydropsychidae	Leptophlebiidae	Libellulidae	Naucoridae	Perliidae	Physidae	Tricorythidae		Veliidae
Anacroneuria sp									14				14
Brechmorhoga sp.								11					11
Hetaerina sp	1												1
Heterelmis sp		2											2
Leptohyphes sp.											24		24
Leptonema sp					43								43
Limnocoris								1					1
Physa									3				3
Progomphus sp			10										10
Stridulivelia												1	1
Thraulodes sp.							16						16
Traverella sp							10						10
Tricorythodes sp.											4		4
Tropisternus sp				1									1
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>141</b>

Fuente: la Investigación

En el punto Guachicos 4 Bocatoma, se registraron 1 tipo de espécimen con mayor proporcionalidad, las familias con más especímenes es la *Hydropsychidae* con 216 especímenes., seguida por la familia *Leptophlebiidae* con 108 especímenes.

**Tabla 25 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 4 Bocatoma**

Punto de muestreo													
Guachicos 4	Corydali		Gomph		Hydrops	Leptophle	Libelluli	Naucori	Perlid	Physid	Tricoryt	Tubifici	Total
Bocatoma	Corixidae	dae	Elmidae	idae	ychidae	biidae	dae	dae	ae	ae	hidae	dae	general
Anacroneuria sp.									27				27
Brechmorhoga sp.							21						21
Centrocorisa	1												1
Corydalus sp.		1											1
Heterelmis sp.			1										1
Leptohyphes sp.											53		53
Leptonema sp.					216								216
Limnocoris								1					1
Physa										11			11
Progomphus sp.				1									1
Thraulodes sp.						42							42
Traverella sp.						66							66
Tubifex												16	16
<b>Total general</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>53</b>	<b>16</b>	<b>457</b>

Fuente: la Investigación

En el punto Guachicos 5 Desembocadura, las familias con más especímenes es la, *Leptophlebiidae* con 19 especímenes seguida por la familia *Hydropsychidae* y *Tricorythidae* con 15 especímenes (Tabla ---)

**Tabla 26 Distribución de especímenes y familia por punto de muestreo punto 5 Desembocadura**

Punto de muestreo	Leptop										Total general
	Guachicos 5	Hydrobi	Hydropsyc	hlebiid	Libelluli	Tipulida	Tricoryt	Tubific	Velliida		
Desembocadura	Baetidae	osidae	hidae	ae	dae	Perlidae	e	hidae	idae	e	
Anacroneuria sp						1					1
Atopsyche		1									1
Baetodes sp	6										6
Brechmorhoga sp.					1						1
Hexatoma							2				2
Leptohyphes sp.								15			15
Leptonema sp			15								15
Stridulivelia									2		2
Thraulodes sp.				19							19
Tubifex									7		7
<b>Total general</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>69</b>

Fuente: la Investigación

### Valoración del índice BMWP/Col por punto de muestreo

Para la obtención del índice BMWP, y determinar la calidad de agua del río Guachicos a partir de macroinvertebrados. se usó este índice adaptado para Colombia (Roldán-Pérez, 2016) El método sólo requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, por ejemplo, Tubificidae, reciben una puntuación de 1.0. La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP.

La sensibilidad promedio de las familias de los organismos presentes se conoce como la puntuación media por Taxon (ASPT) y puede ser determinada dividiendo la puntuación BMWP por el número de taxones presente. Una puntuación alta ASPT se considera indicativo de un sitio limpio que contiene un gran número de taxones de alta puntuación El

índice ASPT (Average Score Per Taxon= Puntaje promedio por Taxon= 1-10). (zeybek & Kalyoncu, 2014)

### **Punto Guachicos 1 Porvenir**

En el Porvenir punto 1, se caracterizaron 21 familias, En este sentido, 7 de ellas con un puntaje de 10 y, 1 con un puntaje de 1, siendo este el más bajo; se calcula el índice BMWP por fecha, sumando el puntaje de las familias clasificadas, luego sacando el promedio de los índices identificados en cada fecha de muestreo, obteniendo que para el P1, el índice BMWP es de 88 perteneciente a aguas de clase II Aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 27 Distribución y puntaje de familias por fecha punto Guachicos 1 Porvenir

<i>Punto 1 Guachicos Porvenir</i>	fechas de monitoreo					
<b>Familias</b>	30-may	27-jun	29-jul	06-ago	26-ago	
<b>Baetidae</b>				7	7	
<b>Blepharoceridae</b>				10		
<b>Calopterygidae</b>		7		7		
<b>Corydalidae</b>	6	6	6	6	6	
<b>Elmidae</b>	6	6	6	6	6	
<b>Empididae</b>				4		
<b>Gomphidae</b>	10	10	10	10	10	
<b>Hydrobiosidae</b>				9		
<b>Hydropsychidae</b>	7	7	7	7	7	
<b>Leptophlebiidae</b>				9	9	
<b>Libellulidae</b>	6				6	
<b>Oligoneuriidae</b>	10	10		10	10	
<b>Perlidae</b>	10	10	10	10	10	
<b>Polythoridae</b>		10				
<b>Psephenidae</b>		10	10	10	10	
<b>Psychodidae</b>				7		
<b>Ptilodactylidae</b>				10	10	
<b>Tabanidae</b>	5		5		5	
<b>Tipulidae</b>					3	
<b>Tricorythidae</b>		7	7	7	7	
<b>Tubificidae</b>					1	
Indice BMWP	<b>*60</b>	<b>83</b>	<b>*61</b>	<b>129</b>	<b>107</b>	<b>TOTAL 106</b>

**Fuente:** la investigación

### Punto Guachicos 2 Bombonal

En el punto 2 ubicado en la vereda Bombonal, se caracterizaron 15 familias, En este sentido, 3 de ellas con un puntaje de 10 y, 1 con un puntaje de 1, siendo este el más bajo, el índice BMWP es de 58,4 perteneciente a aguas de clase III, calidad dudosa, Aguas moderadamente contaminadas,

Tabla 28 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 2 Bombonal

Punto 2 Guachicos Bombonal <i>familias</i>	fechas de monitoreo					TOTAL
	30-may	27-jun	29-jul	06-ago	26-ago	
<i>Baetidae</i>						7
<i>Blepharoceridae</i>						10
<i>Calopterygidae</i>	7	7	7			
<i>Corydalidae</i>			6			6
<i>Elmidae</i>	6	6	6	6	6	
<i>Gomphidae</i>		10	10	10	10	
<i>Hydropsychidae</i>	7	7	7	7	7	
<i>Leptophlebiidae</i>				9	9	
<i>Libellulidae</i>	6	6	6	6	6	
<i>Perlidae</i>	10	10	10	10	10	
<i>Physidae</i>						3
<i>Tabanidae</i>		5				
<i>Tricorythidae</i>		7	7	7		
<i>Tubificidae</i>			1	1		
<i>Veliidae</i>	8					
Índice BMWP	44	58	60	56	74	58,4

Fuente: la Investigación

### Punto Quebrada el cedro 3

Se clasificaron 12 familias, 2 con puntaje 10, y 2 familias y con puntaje de 3, obteniendo un índice BMWP de 35,8 perteneciendo estas características a aguas de clase IV, Calidad crítica, Aguas muy contaminadas representadas por el color naranja.

#### **Punto Guachicos 4 Bocatoma**

En el cuarto punto antes de la bocatoma, se caracterizaron 12 familias, En este sentido, 2 de ellas con un puntaje de 10 y, 1 con un puntaje de 1, siendo este el más bajo; obteniendo que para el P1, el índice BMWP es de 37,4 perteneciente a aguas de clase III, calidad dudosa, lo que significa Aguas Moderadamente contaminadas,

**Tabla 29 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 4 Bocatoma**

Punto 4. Guachicos Bocatoma	fechas de monitoreo						
<i>Familias</i>	<b>30-may</b>	<b>27-jun</b>	<b>29-jul</b>	<b>06-ago</b>	<b>26-ago</b>		
<i>Corixidae</i>		7					
<i>Corydalidae</i>				6			
<i>Elmidae</i>				6			
<i>Gomphidae</i>		10					
<i>Hydropsychidae</i>	7	7	7	7	7		
<i>Leptophlebiidae</i>				9	9		
<i>Libellulidae</i>	6	6	6		6		
<i>Naucoridae</i>		7					
<i>Perlidae</i>	10	10		10	10		
<i>Physidae</i>					3		
<i>Tricorythidae</i>		7	7	7	7		
<i>Tubificidae</i>	1	1		1			
Indice BMWP	<b>24</b>	<b>55</b>	<b>20</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>TOTAL</b>	<b>37,4</b>

Fuente: la Investigación

#### **Punto Guachicos 5 Desembocadura**

En el último punto de monitoreo, se caracterizaron 10 familias, de esta manera, 1 de ellas con un puntaje de 10 y, 1 con un puntaje de 1, siendo este el más bajo; obteniendo que para el P1, el índice BMWP es de 23,4 perteneciente a aguas de clase IV, calidad crítica, lo que significa Aguas muy contaminadas.



Tabla 30 Distribución y puntaje de familias por fecha, Guachicos 5 Desembocadura

Guachicos 5 Desembocadura	fechas de monitoreo				
	30-may	27-jun	29-jul	06-ago	26-ago
<i>Baetidae</i>	7				
<i>Hydrobiosidae</i>	9				
<i>Hydropsychidae</i>		7	7	7	7
<i>Leptophlebiidae</i>				9	9
<i>Libellulidae</i>					6
<i>Perlidae</i>	10				
<i>Tipulidae</i>			3	3	
<i>Tricorythidae</i>			7	7	7
<i>Tubificidae</i>	1	1	1	1	
<i>Veliidae</i>		8			
					<b>TOTAL</b>
Indice BMWP	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>29</b>
					<b>23,4</b>

Fuente: la Investigación

### Resultados Generales.

Tabla 31 Resultados generales según el índice BMWP/ Col Roldan (2016) para el Rio Guachicos y Quebrada el Cedro

PUNTO	Índice BMWP	CLASE	CALIDAD	SIGNIFICADO
<b>Guachicos</b>				
<b>Punto 1 Porvenir parte alta</b>	106	I	BUENA	Aguas no contaminadas
Guachicos 2 Bombonal parte media	58.4	III	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas
Quebrada el Cedro. Punto 3	36	III	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas

Guachicos 4. Bocatoma parte media	37,4	III	DUDOSA	Aguas Moderadamente contaminadas
Guachicos 5. Desembocadura	23,4	IV	CRITICA	Aguas muy contaminadas

Fuente: la investigación

### **Fase 3 Comparación de información de investigaciones con macroinvertebrados en la zona de estudio que corresponde al Río Guachicos y principal afluente del Río, Quebrada El Cedro.**

Después de realizar la búsqueda de información primaria y secundaria de proyectos de investigaciones con macroinvertebrados, se encuentra que existen muy pocas fuentes de información verídicas y confiables sobre investigaciones con macroinvertebrados en la región de estudio, las encontradas son mostradas a continuación

#### **Investigaciones con macroinvertebrados en el río Guachicos**

Sobre este afluente se encontró una fuente confiable de investigaciones con macroinvertebrados, la cual hace referencia al desarrollado por (Sánchez & García, 2018) en esta investigación se expone que

“se establece el uso de macroinvertebrados 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” (Sánchez & García, 2018)

De acuerdo con los resultados obtenidos por Sánchez y García (2018) Se tiene que para el punto 1 parte alta vereda Porvenir el índice BMWP/Col Roldan 2016 es de 111 lo que corresponde a aguas limpias, para el punto 2 parte media ubicado en la vereda Bombonal el índice BMWP/Col Roldan 2016 es de 86, lo que corresponde a aguas ligeramente contaminadas y por último en el punto 3 el índice BMWP/Col Roldan 2016 es de 58 que corresponde a aguas moderadamente contaminadas Sánchez & García, 2018)

### **Investigaciones con macroinvertebrados sobre la quebrada el Cedro**

Sobre este afluente se encontró una fuente confiable de investigaciones con macroinvertebrados, la cual hace referencia al desarrollado por Martínez Losada & Quiroz Chavarro (2019) en la descripción del trabajo se expone que

“Se desarrolló un estudio investigativo en el cuerpo de agua quebrada el cedro, ubicada en la zona sur del municipio de Pitalito, corregimiento de Bruselas, para determinar la calidad del recurso hídrico y su posible afectación biológica por actividades antrópicas de la región, con un monitoreo de macroinvertebrados acuáticos en distintos puntos de muestreo de la parte alta, ubicada en la vereda el Pencil, parte media ubicada en la vereda la Cristalina y parte baja ubicada en la vereda la Palma. En este orden de ideas, se desarrollaron ocho muestreos, empezando en el mes de mayo hasta agosto de 2018, siguiendo la metodología propuesta por Gabriel Roldan, mediante las técnicas de recolección de red sùber y muestreo manual. La asignación de puntajes según la tolerancia a la contaminación de las familias de macroinvertebrados encontradas y evaluación de los índices se hizo en base al método

BMWP/Col, el cual permitió conocer de manera aproximada la calidad del agua en los puntos del monitoreo” (Martínez Losada & Quiroz Chavarro, 2019)

Los resultados del trabajo expuesto anteriormente fueron los siguientes: En la parte alta con un índice BMWP/Col Roldan, 2016 de 135 lo que indica aguas no contaminadas, un índice BMWP/Col Roldan, 2016 de 92,75 lo que indica aguas ligeramente contaminadas y en la parte baja un índice BMWP/Col Roldan, 2016 de 46,88 lo que indica aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 32 comparativa de datos del índice BMWP/ Roldan (2016), encontrados en el Río Guachicos y Quebrada el Cedro**

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Resultados de BMWP/ Roldan (2016) en el trabajo de (Sánchez &amp; García, 2018)</b>	<b>Resultados de BMWP/ Roldan (2016) en el trabajo de (Lasso y Moreno,2019)</b>
<b>Punto. Porvenir parte alta río Guachicos</b>	111	106
<b>Punto. Bombonal parte media río Guachicos</b>	86	58
<b>Punto. criollo parte baja río Guachicos</b>	20	23

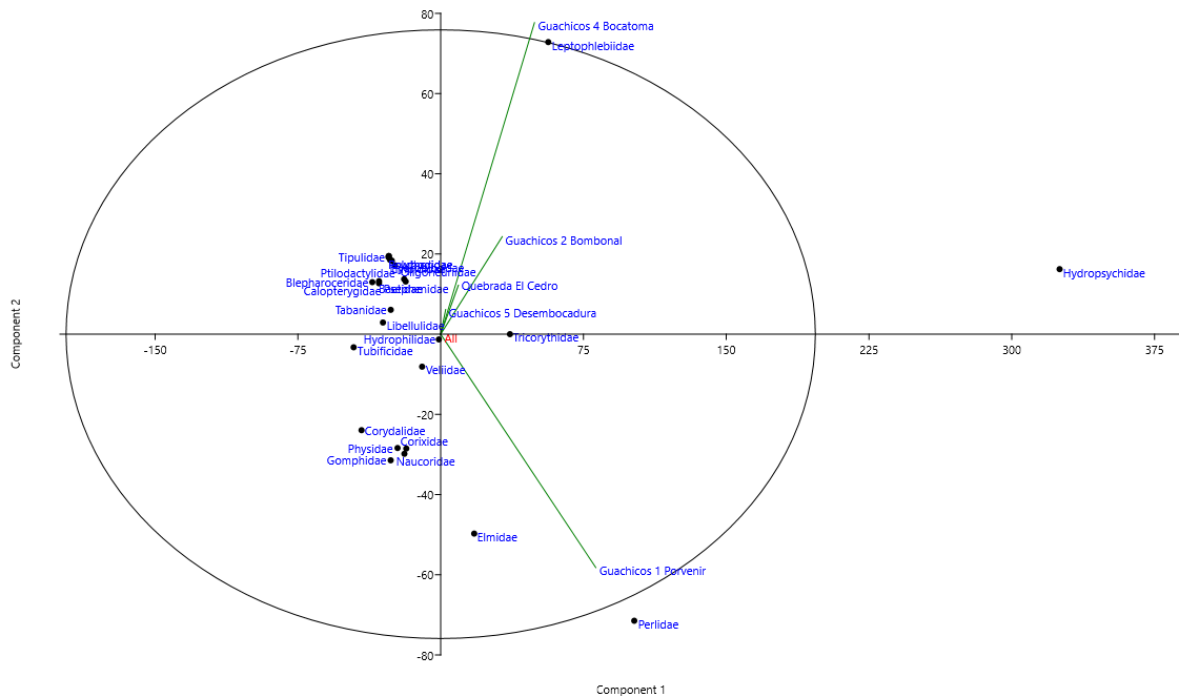
**Quebrada el cedro**

<b>Puntos de monitoreo</b>	<b>Resultados de BMWP/ Roldan (2016) en el trabajo de (Martínez Losada &amp; Quiroz Chavarro, 2019)</b>	<b>Resultados de BMWP/ Roldan (2016) en el trabajo de (Lasso y Moreno,2019)</b>
<b>Punto. El cedro parte baja</b>	<b>46</b>	<b>36</b>

**Fuente:** la investigación

## Análisis de resultados

### Análisis de componentes principales



Al hacer el análisis de la relación existente entre los puntos de muestreo, respecto al par de componentes principales, se puede clasificar la abundancia de familias en cuatro grupos:

El primer grupo corresponde a las familias encontradas en la quebrada El Cedro y los puntos Porvenir y Bombonal que presenta las familias menos abundantes, el otro conformado por el punto 4 Bocatoma con la familia *Leptophlebiidae* que obtuvo una abundancia importante y en el tercer y cuarto grupo estarían las familias *Hydropsychidae* y *Perlidae*, las más abundantes en todos los puntos.

Igualmente se puede inferir que los puntos Guachicos en la parte alta del Porvenir, en la parte media de Bombonal, en la parte baja de la Desembocadura y la quebrada El Cedro, comparten familias que nos indican un grupo y el segundo estaría conformado por la desembocadura del río Guachicos, que presenta una menor abundancia de especímenes.

En el Punto Guachicos 1 Porvenir, se encuentra ubicado en la parte alta del cauce del río Guachicos, está por ser el punto con menos intervención antrópica, esto se refleja de forma evidente en diferentes aspectos en especial el de un ambiente natural muy completo, con amplia variedad biológica, esto permitió obtener una cantidad de 731 individuos, siendo este el punto con más individuos recolectados representado un 40,21% del total de individuos recolectados, la fecha en la que se recolectaron más especímenes fue el día jueves 27 de junio del 2019, obteniendo 162 individuos equivalente al 26%, el día que menos muestras se pudieron obtener fue el 29 de Julio del 2019, con 101 individuos perteneciente al 11%; la variación de los individuos recolectados en las diferentes fechas de monitoreo está dada en principal medida dado por las condiciones climáticas, siendo la recolección más eficiente en días soleados y de forma más ineficiente en días lluviosas donde el caudal aumentaba considerablemente.

Se clasificaron 26 familias, dentro de las cuales la más representativa es la *Hydropsychidae* individuos pertenecientes únicamente a las especies (Leptonema, Smicridea), con 290 individuos, seguida por la Familia *Perlidae* individuos pertenecientes únicamente a la especie ( Anacroneuria ) con 156 individuos. De acuerdo con el índice BMWP/Col Roldan, 2016 la calificación para este punto de monitoreo es de 106, siendo este el mejor puntaje de todos los puntos de monitoreos, la calidad determinada del agua para este

punto es de un tipo de agua no contaminada, estos resultados coinciden con los obtenidos por parte de (Sánchez & Garcia, 2018) donde obtuvieron una puntuación del índice BMWP/Col Roldan, 2016 para el punto Guachicos 1 Porvenir es de 106, a su vez en los resultados reflejados por (Sánchez & Garcia, 2018) coincide que las familias *Hydropsychidae*, *Perlidae* y fueron las familias con más abundancia de especímenes, en los muestreos que se realizaron en este punto.

En el punto Guachicos 2 Bombonal se encuentra en la parte media del cauce del río Guachicos, ubicado en la vereda Bombonal, este punto a pesar de encontrarse antes de llegar al centro poblado de Bruselas, razón por la cual no se ve afectado por los vertimientos provenientes de dicho centro poblado, en este punto se hace evidente la presencia de actividad antrópica en la zona, especialmente por la presencia de un bañadero así como los vertimientos proveniente de lavados de motos y viviendas cercanas. Lo anterior refleja un claro deterioro en el ambiente natural del punto lo que dificulta a recolección de individuos, teniendo un total de 420 individuos recolectados en este punto, número que representa el 23,10% de los individuos totales del presente proyecto de investigación. siendo el martes 06 de agosto de 2019, el día que se recolectaron más muestras 140, equivalente al 21,37%, en contraposición al 30 de mayo del 2019, día que se recogieron 26 individuos perteneciente al 7% en este punto se identificaron 15 familias, siendo las más representativa la familia *Hydropsychidae* individuos pertenecientes únicamente a las especies (*Leptonema*, *Smicridea*), con 120 individuos, seguida de la familia *Leptophlebiidae* con 368 individuos, pertenecientes únicamente a las especies (*Leptophlebiidae*) (*Thraulodes*).



Tal como se refleja en la puntuación del índice BMWP/Col Roldan, 2016 el cual es de 58 se comienza a dar un deterioro de la calidad del agua, la calidad de agua determinada para este punto es de agua aceptable dudosa.

Estos resultados coinciden de forma parcial con los obtenidos por parte de (Sánchez & Garcia, 2018) donde obtuvieron una puntuación del índice BMWP/Col Roldan, 2016 para el punto Guachicos 2 Bombonal de 86, aunque existe una diferencia en los puntaje obtenidos en ambas investigaciones, estos se encuentran en rangos muy cercanos. De igual forma en los resultados reflejados por (Sánchez & Garcia, 2018) coincide que la familia *Hydropsychidae* fue las familia con más abundancia de especímenes, en los muestreos que se realizaron en este punto.

En el Punto Quebrada el Cedro 3 el cual se encuentra ubicado en la vereda la Palma sobre la Quebrada el Cedro. La razón para monitorear este punto radicó en que es el principal afluente que abastece al río Guachicos, antes de la bocatoma y por tanto es relevante determinar el estado de la calidad del agua. Se aclara que en esta zona se evidencian cultivos de café, y áreas destinadas a la ganadería, la presencia de estas y demás actividades antrópicas repercuten de forma negativa sobre el ambiente natural y afecta claramente la biodiversidad de este punto de monitoreo, evidenciando que sobre este punto se logró recolectar solamente 141 individuos lo que representa el 7,76% de los individuos totales recolectados, siendo el 06 de agosto de 2019, la fecha en la que se encontró una mayor cantidad de individuos, 49 en total, significando un 35%, al contrario del día 27 de junio de 2019, en el que se encontraron 18 individuos, equivalente al 13%; en este punto se clasificaron 12 familias, siendo la de mayor número de individuos la *Hydropsychidae* individuos pertenecientes

únicamente a las especies (*Leptonema*, *Smicridea*), con 43 individuos, seguida de la *Tricorythidae*, con 34 individuos y *Leptophlebiidae* con 20 individuos.

En la puntuación del índice BMWP/Col Roldan, 2016 el cual es de 36 es muy similar a la calificación del índice BMWP/Col Roldan,2016 presentada por parte de (Martinez & chavarro, 2019) para la parte baja de la quebrada el cedro (46,88), si bien existe un margen de error entre ambos proyectos, que pueden estar dado por factores como la localización exacta del punto de extracción, condiciones climáticas, entre otro; refleja que la calidad de agua que desemboca sobre el rio Guachicos proveniente de la quebrado el cedro no de buena calidad.

En el punto Guachicos 4 Bocatoma, el cual se encuentra ubicado en la parte media del cauce del rio Guachicos, justo antes de la bocatoma encargada de abastecer la planta de tratamiento de agua Guaitipan, que se encarga de distribuir el agua potable al casco urbano del municipio de Pitalito, esta zona se encuentra afectada por parte de actividades antrópicas en cercanías del cauce como por ejemplo la existencia de un galpón de pollos, en este punto se pudieron recolectar 457 individuos que representan el 25,14% de los individuos totales recolectados, siendo el martes, 26 de agosto de 2019, la fecha en la que se encontró una mayor cantidad de individuos 150 en total, significando un 33%, al contrario del día jueves 30 de mayo de 2019, en el que se encontraron 47 individuos, equivalente al 10%; en este punto se clasificaron 12 familias, siendo la más representativa la *Hydropsychidae* individuos pertenecientes únicamente a las especies (*Leptonema*, *Smicridea*), con 216 individuos, seguida de *Leptophlebiidae*, con 108 individuos y *Tricorythidae* con 53 individuos.

El índice BMWP/Col Roldan, 2016 para este punto es de 37 lo cual refleja un claro deterioro en la calidad de agua a medida que esta desciende sobre su cauce y las actividades

antrópicas van afectando en mayor medida sus aguas. La calidad de agua determinada para este punto es de dudosa aceptable

En el punto Guachicos 5, el cual se encuentra ubicado en el corregimiento de criollo, en la parte baja del cauce, en este tramo se recolectaron 69 individuos que representan el 3,80% de los individuos totales recolectados siendo este el punto donde menos individuos pudieron recolectarse, dado el evidente deterioro del ambiente natural, de la zona. El 06 de agosto de 2019, el día que se recolectaron más muestras 24 individuos, equivalente al 34,78%, en contraposición al 27 de Junio del 2019, día que se recogieron 4 individuos perteneciente al 5,80%; en este punto se identificaron 10 familias, siendo las más representativa la familia *Leptophlebiidae* individuos pertenecientes únicamente a la especie (Thraulodes) con 19 individuos seguidamente Hydropsychidae individuos pertenecientes únicamente a las especies (Leptonema, Smicridea) y *Tricorythidae* individuos pertenecientes únicamente a la especie (Leptohyphes sp) con 15 individuos. El índice BMWP/Col Roldan, 2016 para esta zona es el de 23 indicando la calidad del agua para este punto es crítica dudosa.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por parte de (Sánchez & Garcia, 2018) donde obtuvieron una puntuación del índice BMWP/Col Roldan, 2016 para el punto Guachicos 1 Porvenir es de 20, a su vez en los resultados reflejados por (Sánchez & Garcia, 2018) coincide que las familias *Leptophlebiidae* y *Tricorythidae* fueron las familias con más abundancia de especímenes, en los muestreos que se realizaron en este punto.

## Resumen análisis de resultados

Tabla 33 análisis de resultados

---

Guachicos punto 1 porvenir	<p>En cuanto a la ubicación de este primer punto denominado Porvenir, en la parte alta del Rio Guachicos, es igual al monitoreado por (Sánchez &amp; García, 2018)</p> <p>En cuanto a las familias se encontró 21 familias en este punto existe una diferencia de 3 familias con respecto a la investigación realizada el año 2018; siendo <i>Hydropshidae</i> la más abundante y representativa en los dos caso al igual que <i>Perlidae</i>, pero con una diferencia en cuanto a individuos; en su caso hubo una colecta mayor (290) individuos de tal manera que existe una diferencia de 161 siendo esta vez menor la cantidad de especímenes correspondientes a la familia <i>Hydropshidae</i>. Pero si existe una similitud con la familia <i>Perlidae</i>, por esta razón se indica que la calidad de agua en esta parte se continúa conservando ya que los puntajes de estas familias hacen parte de los más alto y como es evidente una de las familias se mantiene en este punto y precisamente la de la mayor puntaje según Roldán Pérez, G. (2016). Ya que es muy sensible a la contaminación orgánica y está presente en todos los tiempos de monitoreo. Las estaciones más propicias para el desarrollo de estos organismos probablemente porque presentaron ecosistemas con una mayor cantidad de caídas que aumentan el nivel de oxígeno en el agua, respectos a lo que se observa en el presente estudio también le favorece su hábitat por las condiciones de altura (1768 m.s.n.m) ya que vive en aguas muy frías.</p>
----------------------------------	---

---

---

En cuanto a la abundancia fue el punto donde más individuos se colectaron ya que existe una diferencia general muy mínima en comparación con el año 2018.

El índice BMWP aunque para la investigación de (Sánchez & García, 2018) obtuvieron un puntaje de 111 y para esta investigación se halló un puntaje de 106 según el método de Roldan (2016), existe una diferencia de 5 puntos, lo que indica que en el año 2018 el Rio Guachicos presentaba una calidad de aguas no contaminadas para este año la calidad es la misma según Roldan (2003).

---

Guachicos	Este segundo punto está ubicado en las mismas coordenadas de la
Punto 2	investigación realizada por (Sánchez & García, 2018) pero en este caso se
Bombonal	registraron 15 familias y en la investigación del 2018 se encontró 16 familias lo que indica que en los últimos días crece el deterioro en la calidad del agua, en su caso existen 5 familias con puntaje de 10 en esta investigación solo 3 familias con este puntaje y solo una de ellas se colecto durante todos los meses de monitoreo, la familia que se mantiene con respecto a la investigación anterior es la <i>Perlidae</i> , al igual en este caso ya no existe la familia <i>Oligoneuriidae</i> , que también tiene este mismo puntaje.

Y contrario de esto en este punto se empieza a encontrar la familia *Tubificidae*, esta lombriz acuática vive en el lodo que presenta alto contenido de materia orgánica o sedimentos y en las horilla del rio incluso se alimenta

---

de bacterias o restos orgánicos más escasas. Presenta pigmentos respiratorios, de tal manera que tienen la capacidad de vivir en condiciones con falta de oxígeno. Existe una diferencia enorme en cuanto a la abundancia de individuos siendo en este caso 420 para esta investigación y para (Sánchez & García, 2018) existió una abundancia de 819 individuos; esto es debido a las condiciones climáticas presentes en los meses y para ser exactos en los días de monitoreo, como fue la presencia de lluvia y por ende existió un aumento en el nivel de las aguas del Río Guachicos lo que dificultó la colecta de macroinvertebrados.

La intervención antropogénica y la presencia de cultivo de café a la orilla del Río Guachicos. Teniendo en cuenta estos dos factores entre otras actividades tales como lavadero de motos sobre el cauce del río y al mismo tiempo ser un balneario estos factores han alterado drásticamente la calidad del agua en este punto de monitoreo.

El índice BMWP, para este punto de la parte media punto 2 Bombonal es totalmente diferente al encontrado por (Sánchez & García, 2018) ya que ellas obtuvieron un puntaje de 86, para este año 2019 se obtuvo un puntaje de 58,4 lo que indica que la calidad del agua ha disminuido de manera notoria; pasó de clase II Aguas ligeramente contaminadas a clase III calidad dudosa, Aguas moderadamente contaminadas.

---

---

Quebrada el Cedro punto 3 parte baja	<p>El punto de monitoreo Punto 3 quebrada el Cedro es el mismo; ubicado en la parte baja de la Quebrada el Cedro, en cuanto a las familias caracterizadas según la investigación realizada por (Martínez Losada &amp; Quiroz Chavarro, 2019), obtuvieron 15 familias, y para la actual investigación 12, lo que indica que han disminuido las familias en este año según los monitoreos realizados. Al igual las familias con puntajes más altos en este caso 10 ellos obtuvieron 4 familias y para este año 2019 se encontró 2 familias con este puntaje, también se encontró 2 familias de puntaje 2 y es común solo la <i>Physidae</i> y se encontró una vez dentro de los 5 monitoreos y en el año 2018 fue encontrada 3 veces en los últimos meses de la actividad, en nuestro caso no se presentó la familia <i>Tubificidae</i>; por la presencia de lluvias en los días de monitoreo y por el sustrato ya que está formado por rocas y grava es posible que no haya sido colectada.</p> <p>De tal manera que el Índice BMWP de Calidad de agua ha disminuido en año 2019 según (Martínez Losada &amp; Quiroz Chavarro, 2019) se obtuvo un puntaje de 46,88 correspondiente a clase III, Calidad dudosa y aguas moderadamente Contaminadas; y en esta investigación se consiguió un puntaje de 36 lo que según Roldan (2003) corresponde a la misma calidad de agua, aun así hubo presencia de precipitaciones como fue el día 30 de mayo y el 06 de agosto del 2019, y por ende aumento el caudal y no fue posible la colecta de más muestras, ya que incluso fue necesario hacer colecta de forma manual, al igual se percibe olor desagradable del agua, como se también se</p>
--------------------------------------	--

---

---

	evidencia pulpa, almendra de Café y residuos inorgánicos como plástico. (ver anexo 1)
Guachicos punto 4 Bocatoma	<p>Con este punto Guachicos 3 Bocatoma no existe comparación con otros datos e investigaciones anteriores; sin embargo, la colecta es más abundante en este caso 457 individuos con respecto a los otros puntos de monitoreo, aun así hay se encontró la familia <i>Tubificidae</i>, (puntaje 1) esta habita desde la parte media.</p> <p>Hay presencia de una vivienda máximo 20 metros de la rivera del Rio Guachicos por consiguiente de la Bocatoma, se evidencia un criadero de pollos.</p> <p>El agua presenta olor desagradable y se observa presencia de lodos en residuos de cosecha como pulpa de café. (ver anexo 3) se considera que aguas arriba de este punto caen vertimientos de las viviendas de esta misma comunidad (vereda la palma).</p>
Guachicos 5 Desembocadura	<p>Este punto para esta investigación es denominado punto Guachicos Punto 5 Criollo es diferente al monitoreado por (Sánchez &amp; García, 2018) pero si está ubicado en la parte baja del rio Guachicos.</p> <p>En cuanto a las familias encontradas para la investigación del año 2018 es de 7 familias en este año 2019 aumentaron las familias a 10; pero no son constantes en el tiempo. La especie más abundante <i>Leptophlebiidae</i> siendo la de mayor puntaje (9) para el año 2018; en el presente año se caracterizó una familia <i>Perlidae</i> como única dentro de todos los monitoreos, y en 4 de los 5</p>

---



---

monitoreos realizados este año 2019 se presentó la familia *Tubificidae* ya que es la única con el puntaje más bajo.

El índice BMBP, para este punto comparado con la investigación de (Sánchez & García, 2018) aunque la cantidad e individuos es similar, y teniendo en cuenta que quien determina el puntaje son las familias por tal razón; para la investigación del 2018 el puntaje BMWP fue de 20, para la actual investigación el índice BMWP es de 23 puntos. Lo que significa que existe una diferencia muy mínima de puntuación, pero se encuentran en el mismo rango de acuerdo con el BMW/Col, por lo tanto, en este año 2019, la clase IV, calidad Crítica, significando aguas muy contaminadas se mantiene.

Uno de los factores que conllevan a esta situación es la actividad ganadera, la cual ocasiona impactos negativos a los cuerpos de agua, al igual por estar en la parte más baja del Río, es natural que aumentan los vertimientos domésticos e industriales ya que en sector de Criollo hay presencia de fuentes fijas (ladrilleras). Aun así, es de considerar la pequeña diferencia del puntaje se debe al cambio de ubicación del punto, donde existe menos intervención y presencia de cultivo al igual no se evidencia el uso excesivo de agroquímicos.

---

Fuente: la Investigación

## Conclusiones

Existe una relación proporcional entre el deterioro de la calidad de agua del río Guachicos con relación al descenso de los puntos de monitoreo, encontrando aguas de mejor calidad en la zona alta y una gradual disminución de dicha calidad a medida que se desciende, encontrando los índices de calidad más deteriorados en la parte baja del río Guachicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación se logra concluir que la Quebrada el Cedro abastece el Río Guachicos con aguas contaminadas, de acuerdo con lo establecido en el índice BMWP/Col Roldan (2016) clasifica a estas aguas como aguas muy contaminadas, lo cual se convierte en una problemática preocupante, si tenemos en cuenta que, la quebrada el Cedro es la fuente que desemboca con el mayor caudal de agua.

En base a los resultados obtenidos en el índice BMWP/Col roldan (2016) del presente proyecto de investigación y realizada la comparación con base en el resultado del mismo índice por parte de Sánchez y García (2018) se logró concluir que el estado de la calidad de agua en los puntos de monitoreo Guachicos 1 Porvenir, ubicado en la parte alta del río Guachicos, en el punto Guachicos 2 Bombonal, ubicado en la parte media del río Guachicos, y en el punto Guachicos 5 Desembocadura, ubicado en la parte baja del río Guachicos se encuentran en los mismos rangos en ambas investigaciones, por lo que se puede decir que el estado de la calidad de agua del río Guachicos en el año 2018 se mantiene con los mismos índices de calidad en el año 2019 .

La determinación de la calidad de agua por medio del método BMWP/Col tiene muchas ventajas sobre otros métodos, si tenemos en cuenta aspectos como; dificultad de alteración de los resultados por terceros, bajo costo en equipos e insumos

Algunos de los requerimientos básicos necesarios para dar resultados verídicos y confiables de la calidad de agua del recurso hídrico estudiado, cuando se hace uso del método BMWP/col son; disponibilidad de tiempo suficiente, contar con recurso humano capacitado que permita llevar a cabo el proceso de forma fiable y eficiente, contar con los equipos y reactivos necesarios para

## Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente proyecto, donde se determinó que en la zona media y baja del río Guachicos existe un claro deterioro en la calidad de agua causado por el incremento de las actividades antrópicas tales como cultivos de café, ganadería, vertimientos, granjas avícolas, entre otras. Se recomienda la atención especial en esta zona, por parte de autoridades ambientales, con el fin de verificar que las actividades mencionadas estén debidamente reglamentadas y dentro de los parámetros permisibles

Se recomienda dar ampliación a este proyecto de investigación, con el fin de dar un seguimiento regular del estado general de la calidad del río Guachicos y prevenir un incremento en el deterioro que se refleja en los resultados obtenidos

Se recomienda incluir en los próximos proyectos de investigación, que se lleven a cabo sobre este importante río, métodos en los que se permita ampliar de forma más detallada el estado de la calidad del agua, por medio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, sobre todo en la zona media y baja del río donde se encontraron los índices de calidad más deteriorados. Lo anterior permitirá, además de ampliar la información en referencia a las características de los posibles contaminantes y por ende descubrir con más facilidad sus posibles fuentes, permitir que la información obtenida en dichas investigaciones pueda ser incluida en el plan de ordenamiento y manejo de cuencas (POMCA)

Se recomienda dar continuidad a trabajos de investigación sobre la quebrada el cedro, dentro de lo posible trabajos más completos y enfocados únicamente en este afluente con el fin de dar una visión más general del estado de esta importante fuente hídrica.

Se pondrá a disposición la información presentada en el presente documento a las empresas publicas y a la Corporación regional alto del magdalena (CAM) con el fin de que haga uso de la misma para la toma de decisiones y medidas de control, que dichas entidades consideren necesarias, para la protección y conservación del Rio Guachicos y su principal afluente

## Bibliografía

Alcaldía de Pitalito , H. (2017). *ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD CON EL MODELO DE LOS DETERMINANTES SOCIALES DE SALUD MUNICIPIO DE PITALITO HUILA 2017*. Obtenido de ASIS%20PITALITO%202017.pdf

Carrera, R., & Fierro. (2011). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6261804.pdf2>

curso.ihmc.us. (1 de septiembre de 2019). *Pitalito-Huila*. Obtenido de [https://curso.ihmc.us/rid=1339195567218\\_1470812608\\_38934/Pitalito%20\(Huila\).pdf](https://curso.ihmc.us/rid=1339195567218_1470812608_38934/Pitalito%20(Huila).pdf)

Empitalito. (1 de setiembre de 2019). *Fuente de Captación*. Obtenido de <http://www.empitalito.gov.co/component/content/article/2-uncategorised/20-fuentede-captacion>

IDEAM. (2006). *Macroinvertebrados acuáticos, determinación taxonómica y conteo*. Recuperado de <https://goo.gl/oRXPSj>

Martinez Losada, J. A., & Quiroz Chavarro, Y. A. (23 de Abril de 2019). *Caracterización de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la quebrada el Cedro del municipio de Pitalito*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25259>

Molano.M.S., & García.D.P. (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*. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/21168/1/36281677.pdf>

Pitalito, A. d. (25 de mayo de 2015). *www.alcaldiapitalito.gov.co*. Obtenido de <http://www.alcaldiapitalito.gov.co/web1/index.php/pitalito/informacion-general/item/1301-economia>

PITALITO. (2015). *RUTA DE CAMBIO DE PITALITO 2030 CONSCIENTE Y COMPROMETIDO CON EL CAMBIO CLIMATICO*.

PITALITO, ATLAS AMBIENTAL DE LA BIODIVERSIDAD. (2015). Obtenido de [https://issuu.com/atlasambientalpitalito/docs/atlas\\_amb\\_y\\_de\\_la\\_bdv\\_pitalito](https://issuu.com/atlasambientalpitalito/docs/atlas_amb_y_de_la_bdv_pitalito)

PITALITO, D. P. (2016). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPIO DE PITALITO 2016 - 2019*. Obtenido de [http://www.alcaldiapitalito.gov.co/normatividadvigente/Acuerdo\\_022-2016.pdf](http://www.alcaldiapitalito.gov.co/normatividadvigente/Acuerdo_022-2016.pdf)

Roldán Pérez, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia : propuesta para el uso del método BMWP Col*. Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://goo.gl/5UMB9u>

Roldán Pérez, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>

Roldán Pérez, Gabriel. ( 6 de abril de 2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>

Sánchez Molano, M.; García, D. P. (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. En: 3er Encuentro Internacional Virtual y Académico de Ciencias Ambientales. Disponible en <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/3031/3090>

Segura Triana, J. e. (2011). *Estudio de antecedente de contaminación hídrica en Colombia*. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>



## Anexos

### Anexo 1. Efectos del régimen Hidrológico sobre puntos de monitoreo en días de muestreo.



Figura 15 Punto 1. Guachicos Parte alta, vereda Porvenir



Figura 16 Punto 2. Quebrada el Cedro parte baja



**Figura 17 Punto 5. Guachicos Parte baja corregimiento Criollo**

## **Anexo 2. Presencia de residuos en los puntos de monitoreo**



**Figura 18 Residuos orgánicos (pulpa y almendra de café)**



**Figura 19 Residuos inorgánicos (plástico y telas)**

**Anexo 3. Fase de campo -colecta de muestras de macroinvertebrados en la Quebrada el Cedro.**



**Figura 20 Ubicación de la red en el punto**



**Figura 21 Remoción del sustrato**



**Figura 22 Recolección de la muestra**



**Figura 23 Colecta de individuos**

**Anexo 4. Fase de laboratorio- caracterización de individuos colectados**



Figura 24 Clasificación por especies en Laboratorio



Figura 25 Identificación taxonómica en laboratorio

*Fuente: La investigación*

## Anexo 5. Distribución por fecha

Tabla 34 Distribución de familias por fecha punto Porvenir

punto Guachicos 1 porvenir familias	fecha de muestreo					
	30 de mayo	27 de junio	29 de julio	06 de agosto	26 de agosto	Total general
Porvenir	152	162	101	155	161	731
<i>Baetidae</i>				1	2	3
<i>Blepharoceridae</i>				1		1
<i>Calopterygidae</i>		1		2		3
<i>Corydalidae</i>	6	1	3	1	5	16
<i>elmidae</i>	2	17	14	24	18	75
<i>empididae</i>				3		3
<i>Gomphidae</i>	7	12	1	8	4	32
<i>Hydrobiosidae</i>				2		2
<i>hydropsychidae</i>	101	71	30	38	50	290
<i>Leptophlebiidae</i>				20	14	34
<i>Libellulidae</i>	6				1	7
<i>oligoneuriidae</i>	3	1		4	3	11
<i>Perlidae</i>	24	41	23	36	32	156
<i>Polythoridae</i>		1				1
<i>Psephenidae</i>		5	1	5	1	12
<i>psychodidae</i>				1		1
<i>ptilodactylidae</i>				2	3	5
<i>tabanidae</i>	3		7		3	13
<i>Tipulidae</i>					1	1
<i>Tricorythidae</i>		12	22	7	23	64
<i>Tubificidae</i>					1	1
<b>Total general</b>	<b>152</b>	<b>162</b>	<b>101</b>	<b>155</b>	<b>161</b>	<b>731</b>

Tabla 35 Distribución de familias por fecha punto Bombonal

Punto Guachicos 2 Bombonal familias	fecha de muestreo					
	30 de mayo	27 de junio	29 de julio	06 de agosto	26 de agosto	Total general
Bombonal	26	67	59	140	128	420
<i>Baetidae</i>					7	7
<i>Blepharoceridae</i>					1	1
<i>Calopterygidae</i>	1	6	3			10
<i>Corydalidae</i>			1		1	2
<i>Elmidae</i>	3	3	4	14	17	41
<i>Gomphidae</i>		3	3	3	1	10
<i>Hydropsychidae</i>	14	24	14	32	36	120
<i>Leptophlebiidae</i>				45	50	95

<i>Libellulidae</i>	4	11	5	7	3	30
<i>Perlidae</i>	3	17	14	12	11	57
<i>Physidae</i>					1	1
<i>Tabanidae</i>		1				1
<i>Tricorythidae</i>		2	12	26		40
<i>Tubificidae</i>			3	1		4
<i>Veliidae</i>	1					1
<b>Total general</b>	<b>26</b>	<b>67</b>	<b>59</b>	<b>140</b>	<b>128</b>	<b>420</b>

Tabla 36 Distribución de familias por fecha punto Quebrada el Cedro

Punto Quebrada el Cedro 3	fechas de monitoreo					Total general
	30 de mayo	27 de junio	29 de julio	06 de agosto	26 de agosto	
<b>familias</b>						
El Cedro	20	18	25	49	29	141
<i>Calopterygidae</i>		1				1
<i>Elmidae</i>					2	2
<i>Gomphidae</i>		7		1	2	10
<i>Hydrophilidae</i>				1		1
<i>Hydropsychidae</i>	9		12	17	5	43
<i>Leptophlebiidae</i>				14	6	20
<i>Libellulidae</i>	4	5		2		11
<i>Naucoridae</i>	1					1
<i>Perlidae</i>	6	4	4			14
<i>Physidae</i>					3	3
<i>Tricorythidae</i>			9	14	11	34
<i>Veliidae</i>		1				1
<b>Total general</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	<b>29</b>	<b>141</b>

Tabla 37 Distribución de familias por fecha punto Bocatoma

Punto Guachicos 4 Bocatoma	fechas de muestreo					Total general
	30 de mayo	27 de junio	29 de julio	06 de agosto	26 de agosto	
<b>Familias</b>						
<b>bocatoma</b>						
<i>corixidae</i>		1				1
<i>Corydalidae</i>				1		1
<i>elmidae</i>				1		1

<i>Gomphidae</i>		1				1
<i>hydropsychidae</i>	35	32	34	60	55	216
<i>Leptophlebiidae</i>				49	59	108
<i>Libellulidae</i>	6	11	1		3	21
<i>naucoridae</i>		1				1
<i>Perlidae</i>	2	11		4	10	27
<i>physidae</i>					11	11
<i>Tricorythidae</i>		3	21	17	12	53
<i>Tubificidae</i>	4	7		5		16
<b>Total general</b>		<b>67</b>	<b>56</b>	<b>137</b>	<b>150</b>	<b>457</b>

Tabla 38 Distribución de familias por fecha punto Guachicos Desembocadura

Punto Guachicos						
5 Criollo						
fechas de muestreo						
familias	30 de mayo	27 de junio	29 de julio	06 de agosto	26 de agosto	Total general
<i>criollos</i>						
<i>Baetidae</i>	6					6
<i>Hydrobiosidae</i>	1					1
<i>hydropsychidae</i>		1	6	2	6	15
<i>Leptophlebiidae</i>				10	9	19
<i>Libellulidae</i>					1	1
<i>Perlidae</i>	1					1
<i>Tipulidae</i>			1	1		2
<i>Tricorythidae</i>			6	8	1	15
<i>Tubificidae</i>	1	1	2	3		7
<b>veliidae</b>		2				2
<b>Total general</b>	9	4	15	24	17	69

Fuente: la Investigación