

**Determinación de la Calidad del Agua de la Quebrada Majo mediante el uso de
Macroinvertebrados Acuáticos en el Municipio de Garzón Huila.**

Paola Andrea Collazos Delgado y Geraldine Rojas Penagos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
ECAPMA – Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
CCAV Pitalito – Huila
2021

**Determinación de la Calidad del Agua de la Quebrada Majo mediante el uso de
Macroinvertebrados Acuáticos en el Municipio de Garzón Huila.**

Paola Andrea Collazos Delgado y Geraldine Rojas Penagos

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieras
Ambientales

Director: Luis Famer Lamilla Carvajal

Ingeniero Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
ECAPMA – Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
CCAV Pitalito – Huila
2021

Nota de Aceptación

Firma del presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito 2021

Dedicatorias

Paola Collazos

Dedico esta tesis primeramente a Dios, a mis padres Fredy Collazos y Carmenza Delgado, a mi esposo Libardo Rojas, a mi hijo y a mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron día a día durante el transcurso de mi carrera universitaria.

Geraldine Rojas

Este proyecto de grado va dedicado primeramente a Dios, y especialmente a mis padres Jesús Rojas, Marta Penagos, y a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente para poder culminar mi carrera universitaria como Ingeniera Ambiental.

Agradecimientos

Paola Collazos

Primeramente, agradezco a Dios por haberme permitido concluir mi carrera, a mis padres, a mi esposo, a la Universidad, al Tutor Luis Famer Lamilla a mi compañera Geraldine Rojas, porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo para poder consolidarme como profesional, por sus consejos para ser de mí una mejor persona, y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Geraldine Rojas

Mi agradecimiento va especialmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento, a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que incluye este. A la Universidad, al Tutor Lui Famer Lamilla a mi compañera Paola Collazos, a mis hermanos y a mi familia por el apoyo que siempre me brindaron para el desarrollo de este proyecto.

Resumen

El siguiente trabajo investigativo presenta el análisis de la calidad de agua de la quebrada Majo en la zona alta, media y baja del municipio de Garzón Huila, mediante la recolección de macroinvertebrados, realizando el análisis mediante el método BMWP/Col de Roldán. En el caso de la quebrada Majo se realizan diferentes actividades antrópicas, las cuales afectan la calidad de agua de esta quebrada.

Durante los 15 muestreos realizados en los meses de abril a agosto de 2021, en la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila se recolectaron un total de 471 macroinvertebrados pertenecientes a 9 órdenes, 23 familias. La parte alta vereda Villa Rica presenta el 26% de especímenes, parte media vereda Claros el 28% de especímenes, y la parte baja vereda Majo con un 46 % de especímenes, siendo la zona de muestreo con mayor cantidad de macroinvertebrados recolectados.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el método BMWP/COL se logró identificar que las familias que más sobresalieron fueron *Corydalidae* – Moscas de dobson y peces – moscas con un porcentaje de 19%, *Baetidae* 19%, y *Empididae* 29%. El método BMWP/COL clasifica la quebrada Majo con un nivel de contaminación muy crítica, lo cual se presume en una problemática ambiental de relevancia.

Palabras clave: especímenes, contaminación del agua, indicadores biológicos, BMWP.

Abstract

The following research work presents the analysis of the water quality of the Majo stream in the upper, middle and lower zone of the Garzón Huila municipality, through the collection of macroinvertebrates, performing the analysis using the BMWP / Col de Roldán method. In the case of the Majo stream, different anthropic activities are carried out, which affect the water quality of this stream.

During the 15 samplings carried out from April to August 2021, a total of 471 macroinvertebrates belonging to 9 orders, 23 families, were collected in the Majo stream of the Municipality of Garzón Huila. The upper part of the Villa Rica village has 26% of specimens, the middle part of the Claros village has 28% of specimens, and the lower part of the Majo village with 46% of specimens, being the sampling area with the highest amount of macroinvertebrates collected.

According to the results obtained by the BMWP / COL method, it was possible to identify that the families that stood out the most were *Corydalidae - Dobson flies and fish - flies* with a percentage of 19%, *Baetidae* 19%, and *Empididae* 29%. The BMWP / COL method classifies the Majo stream with a very critical level of contamination, which is presumed to be a significant environmental problem.

Keywords: specimens, water pollution, biological indicators, BMWP.

Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Listado de tablas	13
Listado de figuras.....	14
Introducción	15
Planteamiento del problema.....	16
Pregunta de investigación	17
Justificación	18
Objetivos.....	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
Marco de Referencia.....	20
Marco Teórico.....	20
Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.	20
Índice BMWP	21
Bio-indicadores.....	23
Principales bio-indicadores del agua.	24
Cuenca Hidrográfica.....	25

Metodología	26
FASE 1	26
Área de estudio.....	26
Implementación red de muestreo	27
FASE 2	27
FASE 3	28
FASE 4	28
FASE 5	28
Resultados	29
Área de estudio.....	30
Punto de muestreo	31
Determinación Taxonómica	38
Análisis.....	40
Abundancia y composición	40
Cálculo del Índice BMWP	49
Cálculo del Índice de calidad de Agua.....	49
Fuente: La investigación.....	56
Análisis de Resultados	57
Conclusiones.....	61
Recomendaciones	62

Bibliografia 64

Anexos

<i>Anexo A. macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.....</i>	67
<i>Anexo B. macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.....</i>	69
<i>Anexo C. macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.....</i>	71
<i>Anexo D. macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	73
<i>Anexo E. macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.....</i>	74
<i>Anexo F. macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat</i>	76
<i>Anexo G. macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	78
<i>Anexo H. macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	81
<i>Anexo I. macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.....</i>	83
<i>Anexo J. macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat</i>	85

Anexo K. <i>macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	87
Anexo L. <i>macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	88
Anexo M. <i>macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	90
Anexo N. <i>macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	92
Anexo O. <i>macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda Majo el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.</i>	93
Anexo P. <i>Imágenes de las jornadas de Campo realizadas y caracterización de la zona.</i>	95

Listado de tablas

Tabla 1. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/COL.	21
Tabla 3. Análisis ecosistémicos.	29
Tabla 4. Coordenadas de los puntos de muestreo.	34
Tabla 5. Características de los puntos de muestreo.	35
Tabla 6. Características Climáticas puntos de muestreo de la quebrada Majo de la parte alta, media y baja.	37
Tabla 7. Porcentaje de macroinvertebrados por punto de muestreo	40
Tabla 8. Porcentajes de macroinvertebrados por cada familia.....	41
Tabla 9. Porcentajes de macroinvertebrados por orden	43
Tabla 10. Cantidad de macroinvertebrados por Género.	46
Tabla 11. Indicadores de macroinvertebrados para quebrada Majo 12 de abril 2021.	49
Tabla 12. Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 9 de mayo 2021.....	50
Tabla 13. Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 16 de junio de 2021	52
Tabla 14. Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 16 de julio de 2021	53
Tabla 15. Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 6 de agosto de 2021	54
Tabla 16. Comparación de familias en los 3 puntos de muestreo.....	55

Listado de figuras

Figura 1. Red de recolección de macroinvertebrados.....	27
Figura 2. Quebrada Majo - parte alta, vereda Villa Rica.....	31
Figura 3. Quebrada Majo - parte media, vereda Claros.....	32
Figura 4. Quebrada Majo - parte baja, vereda Majo.....	33
Figura 5 Mapa de los puntos de muestreo	34
Figura 6. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados	38
Figura 7. Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados.....	39
Figura 8. Porcentaje de macroinvertebrados por punto de muestreo.....	41
Figura 9. Porcentaje de macroinvertebrados por cada familia.....	43
Figura 10. Porcentaje de macroinvertebrados por cada Orden.....	44
Figura 11. Cantidad de macroinvertebrados por Fecha y Mes, Parte Alta – Vereda Villa Rica	45
Figura 12. Cantidad de macroinvertebrados por fecha y mes, parte media – vereda Claros	45
Figura 13. Cantidad de macroinvertebrados por fecha y mes, parte baja – vereda Majo	46
Figura 14 . Cantidad de macroinvertebrados por género.....	48

Introducción

El siguiente proyecto de investigación contiene el análisis de la calidad del agua de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, mediante la utilización de macroinvertebrados ya que son organismos que viven en los cuerpos de agua y se pueden observar a simple vista, estos organismos pueden ayudar a entender el nivel de contaminación que posee el afluente, cada familia de macroinvertebrados poseen un determinado nivel de tolerancia a la contaminación, por lo que facilita determinar la calidad de agua del cuerpo hídrico estudiado, esto ayuda a identificar si el cuerpo hídrico posee mayor o menor grado de contaminación ya que algunas familias de macroinvertebrados requieren de buena agua para sobrevivir, otros, en cambio, resisten, y abundan cuando se detecta contaminación (Pastrana, 2017).

Con esta investigación se busca dar respuesta a la pregunta inicialmente formulada durante el planteamiento del problema, determinar ¿cuál es la calidad de agua de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila?

Se realizó la recolección de muestras en 3 tramos, parte alta (vereda Villa Rica), parte media (vereda Claros) y parte baja (vereda Majo), de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, para posterior a esto determinar la calidad del agua mediante los macroinvertebrados acuáticos, se utilizó el método BMWP/Col de Roldán.

Planteamiento del problema

Con el avanzado desarrollo de actividades antrópicas los recursos naturales son fuertemente impactados, y el recurso hídrico no es la excepción, el agua es un elemento fundamental para la vida de los seres vivos, todos somos conscientes de su importancia, ¿pero realmente se está haciendo algo para preservarla?, en los últimos años se ha podido apreciar el agotamiento de este recurso tan importante por la falta de conciencia ambiental de los seres humanos.

La quebrada Majo del municipio de Garzón Huila nace en el Cerro Páramo de Miraflores, en inmediaciones del flanco occidental de la cordillera oriental, cuenta con un área de drenaje de 10.242 hectáreas y recorre una distancia aproximada de 30.73 kilómetros (Cuellar, 2009, p.6).

Durante varios años ha presentado problemáticas ambientales específicas, tales como: deforestación sobre la cuenca, expansión de fronteras agrícolas, actividad piscícola en la parte alta de la cuenca, vertimiento de residuos sólidos, aguas residuales domésticas y agrícolas sobre el cauce de la quebrada.

La amenaza de los fenómenos climáticos sobre los sistemas de abastecimiento se agrava cada día más por el deterioro de las cuencas, la deforestación, urbanizaciones, contaminación por aguas residuales entre otras. Bernal, (2018)

Dicho lo anterior con esta investigación se pretende determinar la calidad de la quebrada Majo del municipio de Garzón en la parte, alta, media y baja, mediante el uso de macroinvertebrados utilizando el método BMWP/Col de Roldán.

Pregunta de investigación

¿Cuál podría ser el nivel de contaminación de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, utilizando como análisis el método BMWP/Col de Roldán de acuerdo a la recolección de macroinvertebrados?

Justificación

La contaminación del agua es un problema para la salud de todos los seres vivos que habitan en el planeta. Gran parte de nuestras actividades dependen del agua, por lo tanto, debemos considerarla un recurso estratégico, cuya conservación es indispensable para el futuro (Carrera y Fierro,2001, p. 8).

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible. Es decir, que "el agua es un bien de primera necesidad para los seres vivos y un elemento natural imprescindible en la configuración de los sistemas medioambientales"(Iagua,2018).

El planeta está sufriendo diferentes cambios a causa de la mano del hombre, por la falta de conciencia, los recursos naturales poco a poco se han ido agotando, y el agua un recurso vital para la vida del ser humano se está agotando rápidamente.

El municipio de Garzón Huila está en constante crecimiento industrial y poblacional, los fenómenos naturales, y las diferentes actividades antrópicas pueden entorpecer la calidad de agua de la quebrada Majo que es la segunda fuente hídrica de mayor importancia del municipio.

Como estudiantes de ingeniería ambiental con este estudio buscamos analizar la calidad de agua de la quebrada Majo en la parte alta, media y baja con el uso de macroinvertebrados, utilizando el método BMWP/Col de Roldán,teniendo en cuenta que en la quebrada Majo no se han hechos estudios de este tipo.

Objetivos

Objetivo General

Realizar la caracterización la calidad del agua de la quebrada Majo del municipio de Garzón (Huila) utilizando macro invertebrados acuáticos mediante el método BMWP/Col de Roldán.

Objetivos Especificos

1. Recolectar las especies de macro invertebrados indicadores en la zona de trabajo del proyecto de acuerdo a los puntos de muestreo establecidos en la cuenca alta, media y baja.
2. Caracterizar los especímenes de macro invertebrados recolectados para realizar el análisis de la metodología BMWP/Col propuesta por Roldan.
3. Determinar la calidad del agua de la quebrada Majo mediante el método BMWP/Col de Roldán.

Marco de Referencia

Marco Teórico

macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.

Es una herramienta de apoyo a las comunidades y organizaciones de base para tomar acciones en la conservación de sus ríos. Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Estos bichos, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas. (Carrera, y Fierro, 2001).

Los macroinvertebrados pueden ser muy abundantes cuando su ecosistema acuático presenta las condiciones necesarias para su desarrollo. Se alimentan de plantas acuáticas, pequeños restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo acuático, y de sangre de otros animales (Cardona y Manrique, 2017).

Índice BMWP

El Biological Monitoring Working Party (BMWP), se estableció en Inglaterra en el año 1970, como un método simple para analizar la calidad del agua en fuentes hídricas mediante el uso de macroinvertebrados, los datos de este método son cualitativos, es decir de presencia o ausencia, los puntajes asignados a cada familia de macroinvertebrados están establecidos desde el 1 al 10, de acuerdo al nivel de tolerancia que tenga cada familia a la contaminación. Siendo el 10 el más sensible y el 1 el más tolerante, (Roldán, 2003, p. 25).

Se asigna puntaje una vez por familia independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados, posterior a esto se suman los puntajes por familia encontrados en los diferentes puntos de muestreo, todo esto para calcular el índice y el nivel de calidad de agua de la fuente hídrica analizada.

Tabla 1.

Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/COL.

Familia	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6

Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae.	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán, 2016.

En la tabla 2 se identifica con un color los puntajes de las diferentes familias encontradas en cada uno de los puntos de muestreo, de acuerdo con este puntaje se clasifica en distintas clases de agua determinando de esta manera el índice de calidad del agua. El puntaje final clasifica la zona de estudio en 5 clases, con calidad de agua desde buena, aceptable, dudosa, critica hasta muy critica.(Roldán, 2003, p.47)

Tabla .

Calidad biológica del agua – Índice BMWP/COL.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	> 150 101 – 120	Aguas muy limpias	Azul
II	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas.	Verde
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas.	Amarillo

IV	Critica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente. (Roldán, 2003)

Bio-indicadores

Se consideran indicadores biológicos la composición y la abundancia tanto de la flora acuática, la fauna bentónica y la estructura por edades de la fauna ictiológica, en el caso de la flora hídrica se pueden clasificar en fitoplancton, micrófitos y Fito bentos, en la fauna bentónica de invertebrados se clasifican por tipos clases y por familias (Carrera, 2001). Es un indicador que consiste en una especie ya sea vegetal, hongo o animal cuya sensibilidad a los cambios o alteraciones en la zona de hábitat y desarrollo (variaciones en la calidad ambiental) es muy alta debido a la capacidad que poseen los seres vivos para obtener determinado comportamiento frente a las alteraciones producidas en su entorno, por ende su capacidad de adaptación conlleva a su presencia, ausencia o abundancia variable que se puede representar por medio de índices de diversidad de los cuales se obtiene información sobre algunas características ecológicas, es decir, características físico-químicas, micro climáticas, bacteriológicas, biológicas y funcionales, del medio ambiente, o de algunas alteraciones que sufre el medio debido las actividades humanas (Pastran,2017)

Los bioindicadores son empleados para la evaluación ambiental, como un método de seguimiento a las alteraciones del ambiente, dicho bioindicador debe contar con características tales como abundantes, sensibles al medio de vida, poca movilidad, fáciles de identificar y con índices de estudios en su ecología y ciclo biológico, para la facilidad de su estudio y análisis

(García et al., 2017, p. 23). Cada una de las especies o poblaciones poseen determinados límites para su adaptación, las cuales están determinadas por los factores ambientales, es decir que los organismos puedan sobrevivir en límites máximos, intermedios y estrechos, por lo que entre más estrecho sean los límites de tolerancia más alto es su nivel de utilidad como indicador ecológico. (García et al., 2017, p. 48). Para hacer uso de un bioindicador se hace necesario conocer el grado de tolerancia ecológica y las exigencias de dichas especies bentónicas, así como las condiciones que estos adquieren para poder sobrevivir ante la presencia de diferentes sustancias contaminantes. La evaluación de la contaminación acuática se realiza mediante especies indicadoras como: las algas, bacterias, protozoos, macro invertebrados y peces (Bioindicadores). Villarreal, (2019).

Principales bio-indicadores del agua.

Crustáceo: Se caracterizan por tener un exoesqueleto (conchas), un cuerpo con segmentaciones, extremidades articuladas. En el caso de los cretáceos poseen un cuerpo sin segmentación, algunos de ellos presentan alta movilidad con relación a otros grupos y por lo general prefieren aguas duras por su disponibilidad de CaCO_3 , según los estudios hasta el momento realizados se han encontrado diferentes órdenes que a su vez se divide en familias (Pastrana,2017).

Molusco: En este grupo se encuentran los caracolas, almejas, calamares, pulpos y babosas marinas, razón por la cual se encuentra más de 5000 especies de este grupo, se habla de especies de vida libre a unas especies llamadas parásitas o comensales las cuales poseen un tamaño variante entre unos 10 milímetros y los casi 20 cm que por lo general sólo alcanzan los calamares gigantes. La gran mayoría de estos grupos son acuáticos pero debido a sus capacidades de adaptación pueden habitar en ambientes terrestres y dulceacuícolas y al igual que

los otros grupos se divide en órdenes y a su vez en familias que en el marco científico se describen (Pastrana,2017).

Insecto: Es un grupo de animales invertebrados artrópodos, que se caracterizan por su estructura la cual está compuesta por dos antenas, seis patas y algunos de ellos poseen dos pares de alas, este grupo es el que mayor variedad de especies comprende, es decir su diversidad de especie se encuentra próxima a un millón de especies de las cuales pueden encontrarse en todos los ambientes del planeta y solo una pequeña parte de la variedad de estas especies se han adaptado a la vida en los océanos, y además muchos de ellos son muy buenos como bioindicadores (California Academy of Sciences y National Geographic Society, 2011).

Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica es una zona de tierra que es drenada por un único sistema de drenaje natural, lo que significa que drena sus aguas al mar utilizando únicamente un río, o, que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por las líneas divisorias de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio mediante cuencas hidrográficas. La cuenca hidrográfica también se conoce con el nombre de hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca imbrífera. (Briceño y Perez, 2018).

Metodología

El siguiente proyecto investigativo se desarrolla mediante un enfoque mixto, dado que en la investigación de manera cualitativa se realizó el análisis de las características morfológicas y fenotípicas de los macroinvertebrados, asimismo de forma cuantitativa teniendo en cuenta que es necesario evaluar la cantidad de especies para determinar y analizar la calidad del agua que posee la quebrada Majo del municipio de Garzón (Huila).

El proyecto investigativo se desarrolló en 5 fases:

FASE 1: Área de estudio e implementación de la red de muestreo: En esta fase se realizó inicialmente la identificación del área de estudio, posterior a esto se determinaron los puntos de red de muestreo en la fuente, 3 puntos de muestreo Alto (Vereda Villa Rica), Medio (Vereda Claros), Bajo (Vereda Majo), de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila. Lo anterior con el fin de estimar en nivel de la calidad del cuerpo hídrico desde la parte alta hasta la baja, la información recolectada se plasmó en plantillas de recolección de datos. (**ver anexo 1**)

Área de estudio

La quebrada Majo del municipio de Garzón Huila nace en el Cerro Páramo de Miraflores, en inmediaciones del flanco occidental de la cordillera oriental, cuenta con un área de drenaje de 10.242 hectáreas y recorre una distancia aproximada de 30.73 kilómetros (CAM 2008), durante varios años ha presentado problemáticas ambientales específicas, tales como: deforestación sobre la cuenca, expansión de fronteras agrícolas, actividad piscícola en la parte alta de la cuenca, vertimiento de residuos sólidos, aguas residuales domésticas y agrícolas sobre el cauce de la quebrada.

Implementación red de muestreo

Se construyó una red de muestreo con una malla tipo poli sombra de milímetros, acompañada lateralmente con dos palos de madera tal como se evidencia en la imagen de la figura 1. Red de recolección de *macroinvertebrados*.

Figura 1.

Red de recolección de macroinvertebrados



Fuente. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/COL. (Roldán, 2003).

Al momento de llegar al sitio se realizó recolección de los macroinvertebrados con la malla, se realizó el procedimiento y se colocaron los macroinvertebrados recolectados en un frasco de vidrio con alcohol para conservar la muestra y posterior a esto facilitar su caracterización. (ver anexo 16)

FASE 2: Análisis puntos de muestreo: En esta fase se realizó un análisis ecológico a la quebrada Majo en donde se tuvieron en cuenta variables como vegetación aledaña, los vertimientos que se generan en la fuente, técnica de muestreo, color de agua, entre otras,(ver

tabla 3). esta información se obtuvo mediante la identificación del área de estudio y el análisis en los puntos de muestreo. Teniendo en cuenta que el proyecto de investigación se ejecutó en un periodo de 5 meses (abril, mayo, junio, julio y agosto 2021). el análisis ecosistémico se realizó mes a mes para identificar los cambios que se tengan en temporada de lluvia y de sequía.

FASE 3: Recolección de los macroinvertebrado: En esta fase se realizó la recolección de los macroinvertebrados mes a mes.

FASE 4: Almacenamiento y categorización de los macroinvertebrados encontrados: En esta fase se analizó la taxonomía de las especies encontradas. El documento de referencia fue el libro Roldán 2003, Roldán 2008 y guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico. (ver anexo 1-15)

FASE 5: Análisis de resultados: En esta fase se analizó la calidad del agua de la quebrada Majo mediante el método BMWP/Col de Roldán.

En cuanto a las técnicas de muestreo se empleó la red de mano ya que es más sencilla y tiene gran eficiencia para recolectar los macroinvertebrados, a modo de ejemplo este artefacto es utilizado por dos personas en donde una persona la toma por sus dos mangas fijándola al suelo acuático en contra de la corriente, mientras que la otra persona remueve el suelo acuático con los pies o las manos para que las especies de macroinvertebrados bénticos vayan quedando atrapadas en la red. (Sanchez y Garcia, 2018).

Resultados

Tabla 2.

Análisis ecosistémicos.

Análisis ecosistémicos de la quebrada Majo del Municipio de Garzón Huila.	
Caudal de la fuente hídrica	La quebrada Majo oscila entre los 7,000 – 7,200 m ³ /s.
Vegetación aledaña a la quebrada Majo	<p>Sobre la parte alta (vereda Villa Rica), se logra encontrar flora nativa como, árboles frutales, cultivos de café, etc., en la parte media (vereda Claros), se encuentra guadua, álamos, olmos, entre otros, en la parte baja (vereda Majo), se evidencia vegetación como herbaje, pastos ganaderos.</p> <p>El principal uso del recurso de la quebrada Majo, está dado por la agricultura y la piscicultura, siendo las áreas regadas un total de 1.320 hectáreas con predominancia de cultivos de arroz, maíz, tabaco, en un segundo lugar se encuentran los pastos de corte, seguidos de los cultivos de cacao y por último aparecen los cítricos, y otros cultivos como el maracuyá, uva y plátano. La actividad piscícola demanda cerca del 800/0 del caudal de reparto de la quebrada Majo, llegando a almacenar volúmenes cercanos a los 480.000 m³ y ocupando un área de espejo de agua de cerca de 43 hectáreas.</p>

Vertimientos que se generan en la fuente	Se evidencia contaminación de residuos sólidos como botellas de herbicidas, plaguicidas, etc., vertimiento de aguas residuales producto del beneficiado del café y del mucilago. También se evidencia vertimiento de aguas domésticas,
---	--

Técnica de muestreo	Malla de poli sombra.
----------------------------	-----------------------

Fuente: La investigación

Área de estudio

El área de estudio fue identificada en 3 puntos (Alta vereda Villa Rica, media vereda claros, baja vereda Majo), de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, se realizaron 3 recolecciones por mes teniendo cuenta las condiciones climáticas. (ver figura 2).

Punto de muestreo***Figura 2.***

Quebrada Majo - parte alta, vereda Villa Rica.



Fuente: La investigación

Figura 3.

Quebrada Majo - parte media, vereda Claros



Fuente: La investigación

Figura 4.

Quebrada Majo - parte baja, vereda Majo.



Fuente: La investigación

En este caso se realizaron 15 muestreos de abril a agosto en las fechas 12 de abril, 9 de mayo, 16 de junio, 17 de julio y 6 de agosto de 2021. Donde se tomaron las coordenadas de cada punto de muestreo (las muestras se tomaron en los mismos puntos durante la investigación) tal como se muestra a continuación:

Tabla 3.*Coordenadas de los puntos de muestreo.*

Punto	Punto de muestreo	Coordenadas
1	Vereda Villa Rica – Parte alta	Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O
2	Vereda Claros – Parte media	Latitud 2.210860°N – Longitud 75.565800°O
3	Vereda Majo – Parte baja	Latitud 2.235450°N – Longitud 75.617080°O

Fuente: La investigacion .**Figura 5.***Mapa de los puntos de muestreo***Fuente:** La investigación

En la siguiente tabla se presentan las principales características de cada punto de muestreo identificado en la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, se presentan características como uso de suelo y descripción de la zona.

Tabla 4.

Características de los puntos de muestreo.

Punto	Tipo de terreno, uso del suelo	Descripción
Punto 1. Quebrada Majo parte alta vereda Villa Rica	Terreno inclinado, se logra encontrar flora nativa como, árboles frutales, cultivos de café, aguacate, cítricos, maracuyá, lulo, plátano y piscicultura, la quebrada tienen gran cantidad de rocas y arboles por las constantes lluvias durante estos últimos meses.	El primer punto se encuentra en la vía que comunica Garzón- Zuluaga a unos 20 minutos en carro, (17 km) cuando se llega al puente de San Miguel nos desviamos a mano derecha por carretera destapada hasta llegar a la escuela Villa Rica, entramos por un broche a pie hasta llegar al punto de muestreo.
Punto 2. Quebrada Majo parte media vereda Claros	Terreno semi-inclinado se encuentra guadua, álamos, olmos,	Para el segundo punto de muestreo nos devolvemos nuevamente

pastos de corte, seguidos de hasta salir al puente de San los cultivos de cacao entre Miguel, desde el puente de otros. San Miguel nos devolvemos unos 3 km por la vía Garzón y de ahí nos desviamos a mano derecha por la destapada e ingresamos a la subestación eléctrica de Electro Huila de ahí bajamos unos 10 metros por una brecha a la quebrada.

Punto 3. Quebrada	Terreno	semi	-	El tercer punto nos
Majo parte baja vereda	inclinado	se	evidencia	dirigimos a la vereda Majo
Majo.	vegetación	como	herbaje,	vía Neiva, antes de llegar al
	tabaco,	pastos	ganaderos,	puente de Majo ingresamos
	cítricos,	cultivos	de maíz.	por un cerco y bajamos por
				un camino unos 20 metros
				hasta llegar al punto de
				muestreo.

Fuente: La investigación.

Las recolecciones de las muestras fueron tomadas en 5 meses (12 de abril, 9 de mayo, 16 de junio, 17 de julio y 6 de agosto de 2021), en la siguiente tabla se evidencian las características climáticas que se presenciaron durante las recolecciones.

Tabla 5.

Características Climáticas puntos de muestreo de la quebrada Majo de la parte alta, media y baja.

Fecha – muestreo	Características climáticas
12 de abril de 2021	Se presenciaron lluvias 3 días antes de recolectar las muestras, en la recolección de las muestras se presentó variación solar acompañada de llovizna, la quebrada presentó poco aumento de caudal.
9 de mayo de 2021	Se presentaron lluvias la noche anterior, a la mañana siguiente en la toma de las muestras se evidencio crecimiento en el caudal de la quebrada, se presenció día parcialmente nublado acompañado de lloviznas. En la parte alta de la quebrada no se lograron tomar las muestras ya que la precipitación de la lluvia estaba muy fuerte.
16 de junio de 2021	Se presenció la noche anterior al muestreo llovizna, al día siguiente en la recolección de las muestras hubo lluvia en los 3 puntos de muestreo, se evidencio bastante crecimiento del caudal de la quebrada
17 de julio de 2021	La noche anterior al muestreo se presenciaron fuertes lluvias, al día siguiente se presenció variación solar, la quebrada se encontraba caudalosa por lo que se dificulto un poco la recolección de las muestras.

6 de agosto de 2021

Se presentó día parcialmente nublado, hubo poco acompañamiento solar, la quebrada se encontraba caudaloso por lo que también se dificultó la recolección de los macroinvertebrados.

Quando se presenta lluvia en los puntos de muestreo se presencia menor cantidad de macroinvertebrados debido a que la corriente del caudal de la quebrada los desplaza.

Fuente: La investigación.

Determinación Taxonómica

Se utilizó la guía de macroinvertebrados de Roldan: y la guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico (Gutierrez et al.,2016,p.1). para determinar la taxonomía de los Macroinvertebrados encontrados en la quebrada Majo del Municipio de Garzón Huila.

La clasificación de macroinvertebrados fue realizada en nuestras casas de familia, en donde al momento de recolectar las muestras los ejemplares se vertían en un cuarto de alcohol, para posteriormente realizar la clasificación por orden, familia y género.

Figura 6.

Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados



Fuente: La investigación

Figura 7.

Clasificación taxonómica de los macroinvertebrados.



Fuente: La investigación.

Análisis

Se desarrolló el análisis mediante datos cualitativos, es decir, presencia y ausencia de macroinvertebrados en la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, también se tuvo en cuenta la clasificación taxonómica y puntuación del índice BMWP, con el fin de caracterizar la variación de familias encontradas y porcentaje aproximado de presencia y ausencia de cada uno de ellos para determinar la calidad de agua de la fuente hídrica estudiada.

Abundancia y composición

Durante los 15 muestreos realizados en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto de 2021, en la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila se recolectaron un total de 471 macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a 9 órdenes y 23 familias, La parte alta vereda Villa Rica presenta el 26%, parte media vereda claros el 28% y la parte baja vereda Majo con un 46 % siendo la zona de muestreo con mayor cantidad de macroinvertebrados recolectados.

En la siguiente tabla se presenta los porcentajes de macroinvertebrados encontrados en cada punto de muestreo.

Tabla 6.

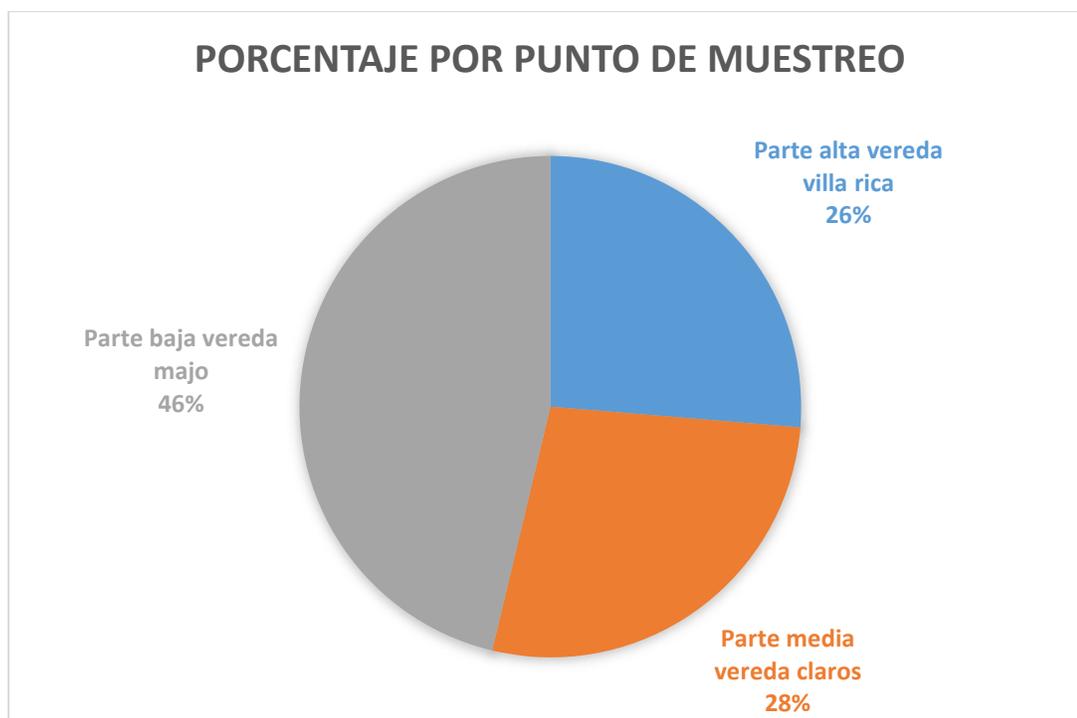
Porcentaje de macroinvertebrados por punto de muestreo

Punto de Muestreo	Suma total	Porcentaje individuos por punto de muestreo.
Vereda Villa Rica (parte alta).	124	26%
Vereda Claros (parte media).	129	28%
Vereda Majo (parte baja).	218	46%
Total general de macroinvertebrados	471	

Fuente: La investigacion.

Figura 8.

Porcentaje de macroinvertebrados por punto de muestreo



Fuente: La investigación

Se presentaron 23 familias de macroinvertebrados de los cuales se presencié más abundancia en las familias *Empididae* con un porcentaje de 29%, *Baetidae* con 19 % y *Corydalidae* – *Moscas de dobson* y *peces – moscas* con un 19%. En la siguiente tabla se relaciona el porcentaje de macroinvertebrados por cada familia.

Tabla 7.

Porcentajes de macroinvertebrados por cada familia

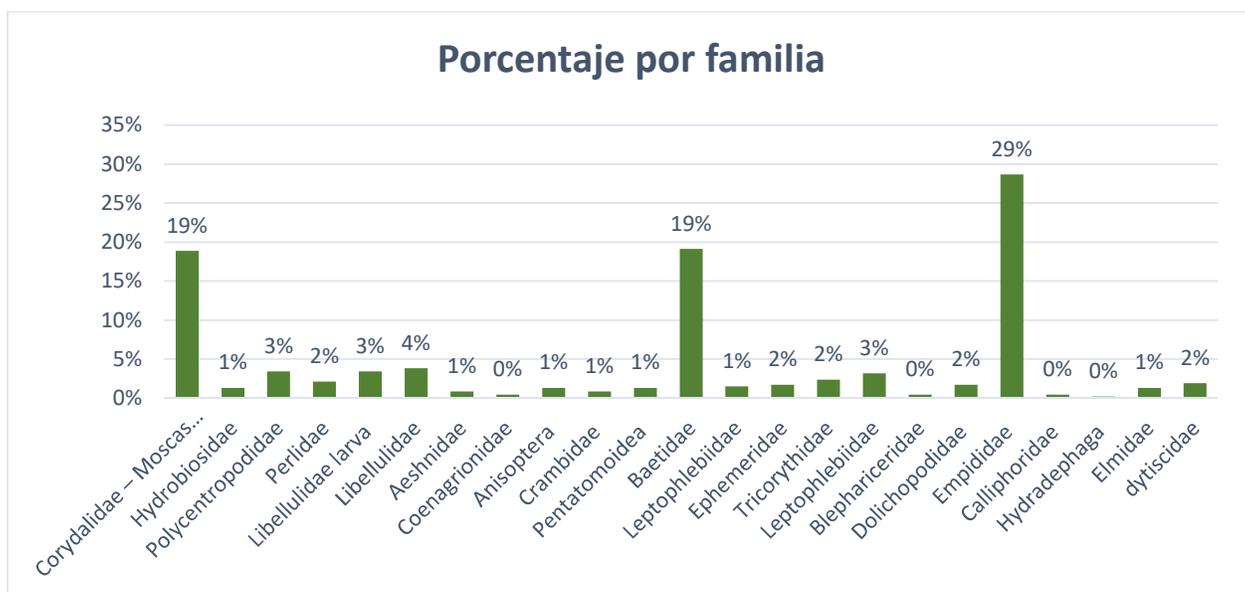
Ítem	Familia	Suma total de macroinvertebrados	Porcentaje (%)
1	<i>Empididae</i>	135	29%
2	<i>Baetidae</i>	90	19%

3	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	89	19%
4	Libellulidae	18	4%
5	Polycentropodidae	16	3%
6	Libellulidae larva	16	3%
7	Leptophlebiidae	15	3%
8	Tricorythidae	11	2%
9	Perlidae	10	2%
10	Dytiscidae	9	2%
11	Ephemeridae	8	2%
12	Dolichopodidae	8	2%
13	Leptophlebiidae	7	1%
14	Hydrobiosidae	6	1%
15	Anisoptera	6	1%
16	Pentatomoidea	6	1%
17	Elmidae	6	1%
18	Aeshnidae	4	1%
19	Crambidae	4	1%
20	Coenagrionidae	2	0%
21	Blephariceridae	2	0%
22	Calliphoridae	2	0%
23	Hydradephaga	1	0%
Total		471	

Fuente: La investigación

Figura 9.

Porcentaje de macroinvertebrados por cada familia



Fuente: La investigación

Se reconocieron 9 órdenes en total en los tres puntos de muestreo, donde se encontraron con mayor presencia los Odonata con un 22%, *Ephemeroptera* con un 22 %, *Diptera* con 17% y *Coleóptera* con el 13%. Los *Odonata* y los *Ephemeroptera* predominan en la clasificación, los demás se evidencian en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Porcentajes de macroinvertebrados por orden

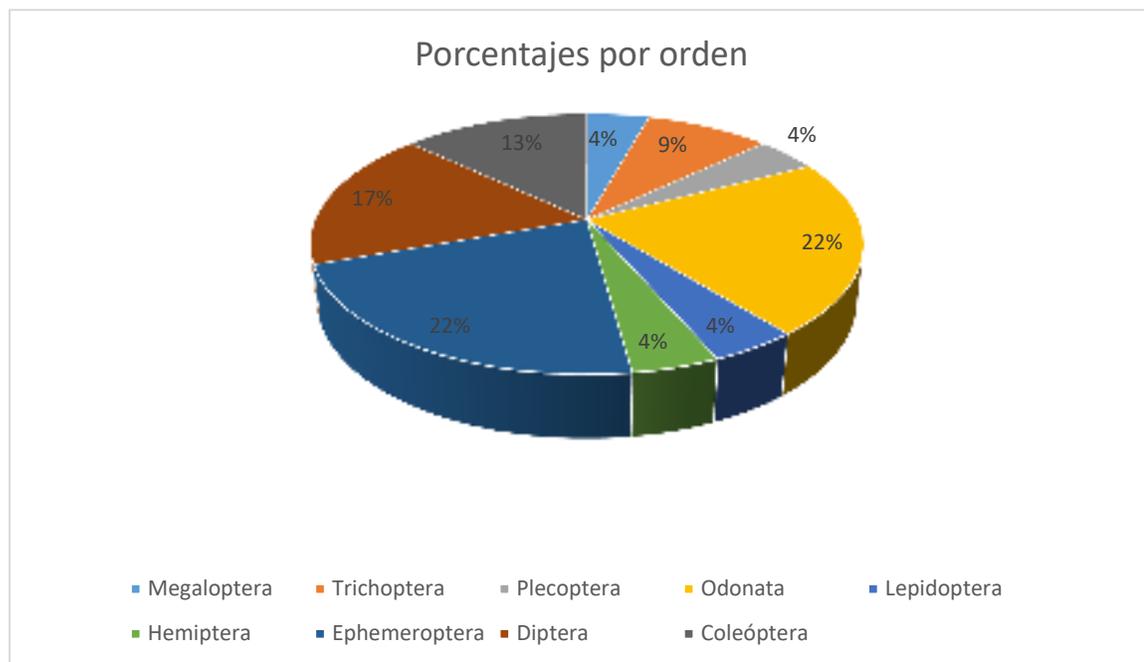
Ítem	Orden	Suma total de macroinvertebrados	Porcentaje (%)
1	Megaloptera	1	4%
2	Trichoptera	2	9%

3	Plecoptera	1	4%
4	Odonata	5	22%
5	Lepidoptera	1	4%
6	Hemiptera	1	4%
7	Ephemeroptera	5	22%
8	Diptera	4	17%
9	Coleóptera	3	13%
Total		23	

Fuente: La investigación

Figura 10.

Porcentaje de macroinvertebrados por cada Orden



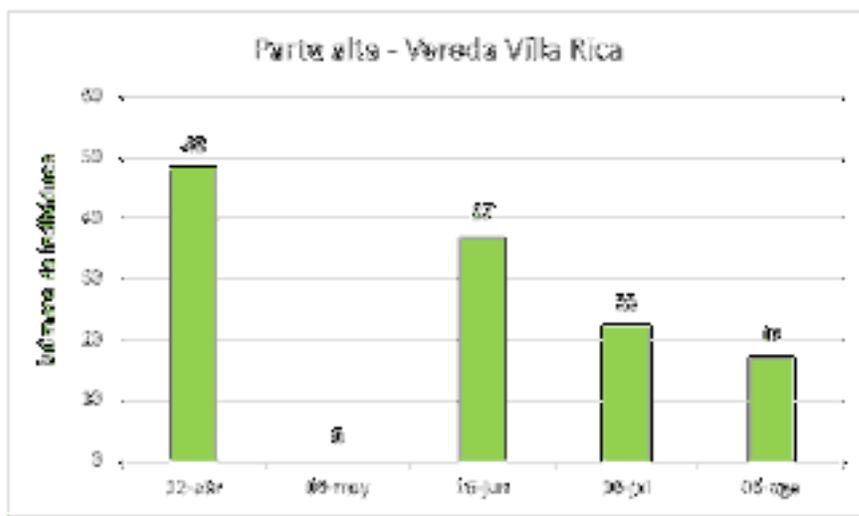
Fuente: La investigación

Esta grafica 10 representa la información contenida en la tabla 9 en donde la parte baja vereda Majo presento gran abundancia de recolección de ejemplares macroinvertebrados con un

total de 218 macroinvertebrados, en especial el día 9 de mayo de 2021 donde se recolectaron 65 ejemplares de macroinvertebrados, en la siguiente figura se evidencia el total de Macroinvertebrados recolectados por mes en cada punto de muestreo.

Figura 11.

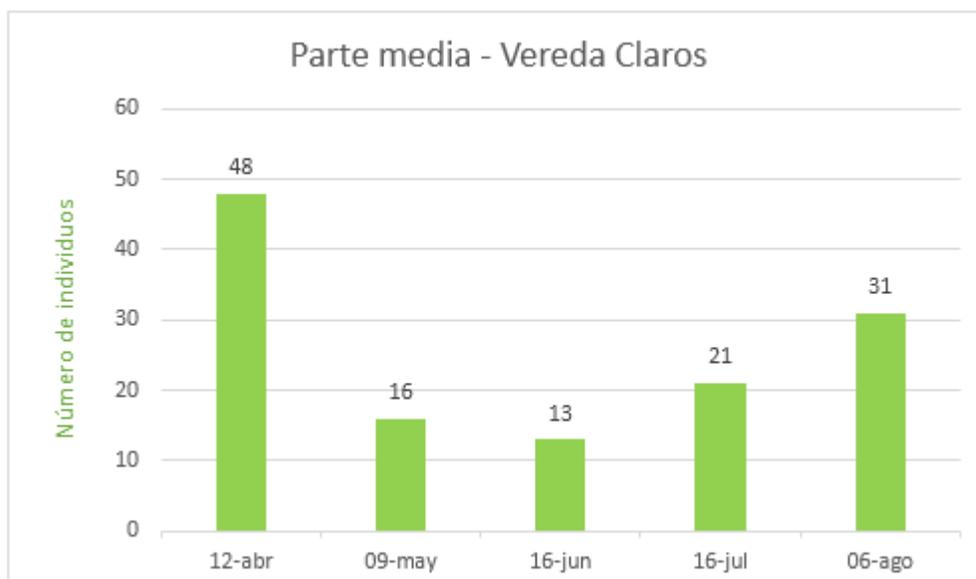
Cantidad de macroinvertebrados por Fecha y Mes, Parte Alta – Vereda Villa Rica



Fuente: La investigación

Figura 12.

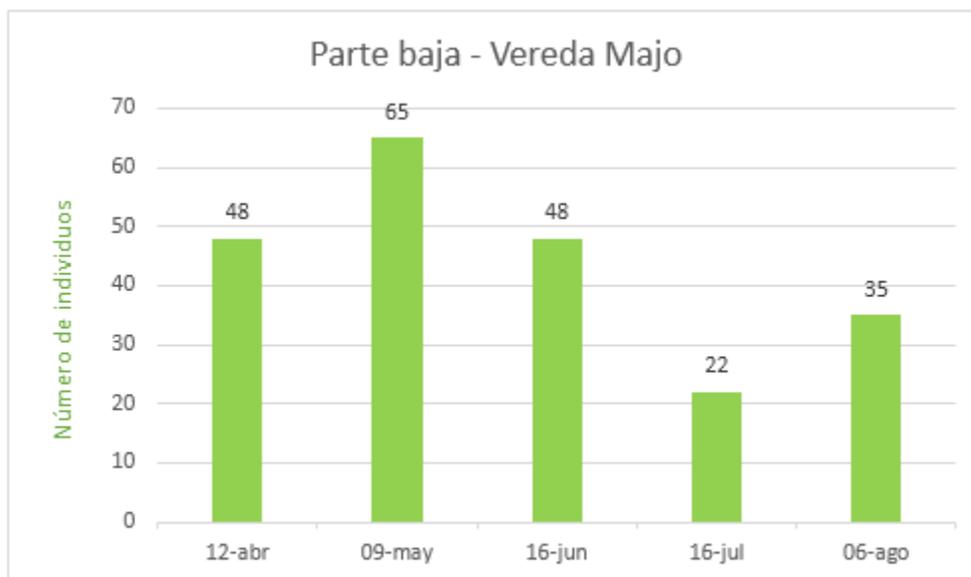
Cantidad de macroinvertebrados por fecha y mes, parte media – vereda Claros



Fuente: La investigación

Figura 13.

Cantidad de macroinvertebrados por fecha y mes, parte baja – vereda Majo



Fuente: La investigación

En la investigación se recolectaron 471 macroinvertebrados en total, entre ellos se identificaron 23 géneros, los *Hemerodromia* predominan con un total de 135 ejemplares recolectados, *Baetode* con 90 y los *Corydalus* con 89, se evidencian en la siguiente tabla cantidad de macroinvertebrados por género.

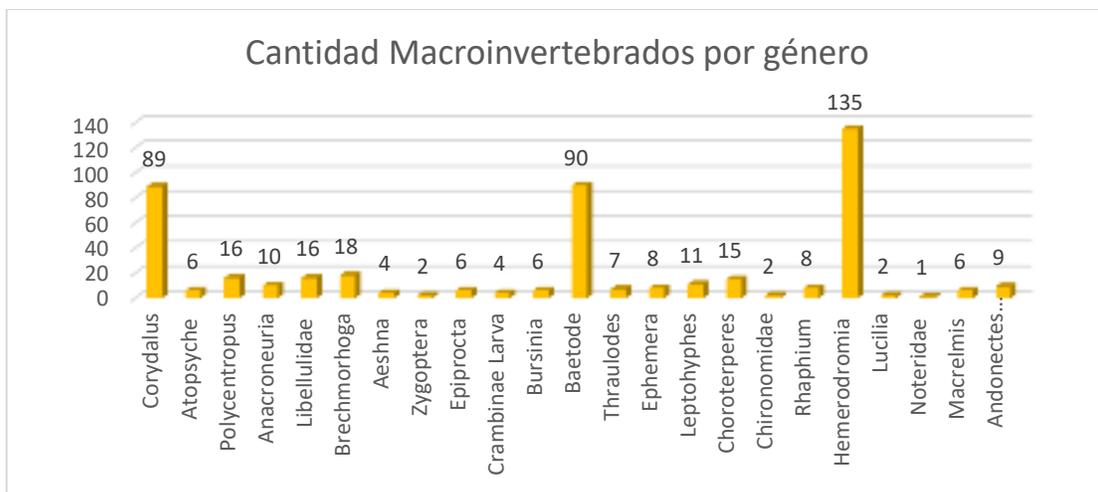
Tabla 9.

Cantidad de macroinvertebrados por Género.

Ítem	Género	Cantidad
1	Corydalus	89
2	Atopsyche	6
3	Polycentropus	16
4	Anacroneuria	10

5	Libellulidae	16
6	Brechmorhoga	18
7	Aeshna	4
8	Zygoptera	2
9	Epiprocta	6
10	Crambinae Larva	4
11	Bursinia	6
12	Baetode	90
13	Thraulodes	7
14	Ephemera	8
15	Leptohyphes	11
16	Choroterperes	15
17	Chironomidae	2
18	Rhaphium	8
19	Hemerodromia	135
20	Lucilia	2
21	Noteridae	1
22	Macrelmis	6
23	Andonectes	9
	Gueorguiev	
	Total	471

Fuente: La investigación

Figura 14 .*Cantidad de macroinvertebrados por género.***Fuente:** La investigación

Cálculo del Índice BMWP

Cálculo del Índice de calidad de Agua

Para la determinación de la calidad de agua de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila mediante el uso de macroinvertebrados en la vereda Villa Rica (parte alta), vereda Claros (parte media) y vereda Majo (parte baja) se considera El Biological Monitoring Working Party (BMWP) el cual es un método simple y rápido de evaluar, analizando el nivel de cada familia, con datos cuantitativos de presencia y ausencia de familias sensibles o tolerantes a la contaminación del agua; para calcularlo se suman los puntos asignados a cada familia según su tolerancia; las puntuaciones altas significan alta sensibilidad a perturbaciones en la calidad del agua, las puntuaciones bajas, lo contrario. (Arango et al.,2008).

El primer muestreo se realizó el **12 de abril de 2021** para la quebrada Majo, se evidencia lo siguiente:

Tabla 10.

Indicadores de macroinvertebrados para quebrada Majo 12 de abril 2021.

Indicadores de macroinvertebrados para Quebrada Majo- Parte Alta- Vereda					
Villa -Rica 12 de abril de 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Corydalidae	6		Dudosa	Amarillo	
Ephemeraidae	9				
Tricorythidae	7	III			Se puede establecer que la
Hydrobiosidae	7				
Baetidae	7				
Perlidae	10				

Total	46				quebrada Majo en la
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo - Parte Media – Vereda Claros - 12 de abril de 2021					parte alta (vereda
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Villa Rica) parte
Corydalidae	6	III	Dudosa	Amarillo	media (vereda
Libellulidae	6				claros) sus aguas
Polycentropodidae	9				están
Elmidae	6				moderadamente
Leptophlebiidae	9				contaminadas y la
Crambidae	5				parte baja (vereda
Total	41				Majo) sus aguas se
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Baja – Vereda Majo-12 de abril de 2021					encuentran muy
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	contaminadas.
Empididae	4	IV	Critica	Naranja	
Dolichopodidae	4				
Calliphoridae	5				
Dytiscidae	9				
Total	22				

Fuente: La investigación

Tabla 11.

Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 9 de mayo 2021

Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- parte media- vereda claros- 9 de mayo 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Leptophlebiidae	9			Naranja	
Blephariceridae	10				

Polycentropodidae	9	IV	Critica		Parte Alta:
Total			28		Se realiza
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo Parte Baja - Vereda Majo-9 de mayo 2021					desplazamiento al
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	punto de muestreo
Empididae	9				donde no se logra
Anisoptera	6				obtener la
Leptophlebiidae	9	IV	Critica	Naranja	recolección de los
Libellulidae	5				macroinvertebrados,
Pentatomoidea	6				esto debido a las
Total			35		variaciones
					climáticas, ya que
					en la parte alta de la
					quebrada la
					precipitación de la
					lluvia estaba muy
					fuerte. La quebrada
					Majo del municipio
					de Garzón Huila sus
					aguas se encuentran
					muy contaminadas.

Fuente: La investigación

Tabla 12.

Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 16 de junio de 2021

Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Alta- Vereda					
Villa Rica- 16 de junio de 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Corydalidae	6				
Baetidae	7				
Perlidae	10	IV	Critica	Naranja	El
Elmidae	6				
Aeshnidae	6				
Total			35		tercer
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Media -Vereda Claros-16 de junio de 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Baetidae	7	V	Muy	Rojo	muestreo
Anisoptera	6		critica		desarrollado el
Total			13		16 de junio de
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo - Parte Baja - Vereda Majo-16 de junio de 2021.					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Empididae	4				2021 presento
Elmidae	6	IV	Critica	Naranja	para la parte
Baetidae	7				
Hydradephaga	7				
Total			24		alta (vereda
					Villa Rica) y
					baja (vereda
					Majo) aguas
					muy
					contaminadas
					y para la parte
					media (vereda

claros) aguas
fuertemente
contaminadas,
situación
crítica.

Fuente: La investigación .

Tabla 13 .

Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 16 de julio de 2021

Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Alta- Vereda Villa Rica- 16 de Julio de 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Corydalidae	4				
Baetidae	7	IV	Critica	Naranja	
Elmidae	6				
Total			17		
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Media- Vereda Claros- 16 de Julio de 2021					El cuarto
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	muestreo
Corydalidae	6				desarrollado 16 de
Perlidae	10	IV	Critica	Naranja	julio 2021 presento
Libellulidae	5				para la parte alta
Total			21		(vereda Villa Rica),
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Baja- Vereda Majo- 16 de Julio de 2021					parte media (vereda
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	

Empididae	4				claros) y parte baja
Elmidae	6				(vereda majo) aguas
Coenagrionidae	7				
Libellulidae	5	IV	Critica	Naranja	muy contaminadas.
Total				22	

Fuente: La investigación

Tabla 14 .

Indicadores de macroinvertebrados quebrada Majo 6 de agosto de 2021

Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Alta- Vereda Villa Rica- 06 de agosto de 2021.					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Corydalidae	6				
Baetidae	7	IV	Critica	Naranja	El quinto
Aeshnidae	6				muestreo
Total			19		
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Media- Vereda Claros - 06 de agosto de 2021.					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Baetidae	6	V	Muy	Rojo	presento para la
Corydalidae	6		critica		parte alta (vereda
Total			21		Villa Rica) y baja
Indicadores de macroinvertebrados Quebrada Majo- Parte Baja- Vereda Majo- 06 de agosto de 2021					
Familia	Indicador	Clase	Calidad	Color	Observación
Empididae	4				(vereda Majo) aguas
Libellulidae	6	IV	Critica	Naranja	muy contaminadas y
Baetidae	6				para la parte media
					(vereda Claros)

Total	16	aguas fuertemente contaminadas, situación crítica.
--------------	-----------	--

Fuente: La investigación

En la siguiente tabla se presenta la comparación de cada familia en los 3 puntos de muestreo.

Tabla 15.

Comparación de familias en los 3 puntos de muestreo.

Familia	Indicador BMWP/COL	Parte alta vereda Villa Rica	Parte media vereda Claros	Parte baja vereda Majo
Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	6	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	
Hydrobiosidae	7	Hydrobiosidae		
Polycentropodidae			Polycentropodidae	
Perlidae	10	Perlidae	Perlidae	
Libellulidae larva	6		Libellulidae larva	
Libellulidae	6		Libellulidae	Libellulidae
Aeshnidae	6	Aeshnidae		
Coenagrionidae	7			Coenagrionidae
Anisoptera	6		Anisoptera	Anisoptera

Crambidae	5		Crambidae	
Pentatomoidea	6			Pentatomoidea
Baetidae	7	Baetidae	Baetidae	Baetidae
Leptophlebiidae	9		Leptophlebiidae	Leptophlebiidae
Ephemeridae	9	Ephemeridae		
Tricorythidae	7	Tricorythidae		
Leptophlebida	9		Leptophlebida	Leptophlebida
Blephariceridae	10		Blephariceridae	
Dolichopodidae	4			Dolichopodidae
Empididae	4			Empididae
<u>Calliphoridae</u>	5			<u>Calliphoridae</u>
Hydradephaga	7			Hydradephaga
Elmidae	6	Elmidae	Elmidae	Elmidae
Dytiscidae	9			Dytiscidae

Fuente: La investigación

Análisis de Resultados

Para el análisis de los resultados se empleó el método BMWP/COL para determinar la calidad del agua de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, teniendo en cuenta que este método evalúa el nivel de aceptación de los macroinvertebrados frente a la calidad del agua. (Moreno y Lasso, 2019).

El índice de BMWP ha sido adaptado para Colombia, por tal razón los datos obtenidos nos permiten comprobar si las aguas son muy limpias, limpias, hasta fuertemente contaminadas, de acuerdo a la investigación realizada se determinó la calidad de agua en los tres puntos de muestreo (parte alta vereda Villa Rica, parte media vereda Claros, parte baja vereda Majo).

Se desarrolló la recolección de muestras en los 3 puntos (Alto, medio, bajo), obteniendo como resultado 3 frascos de macroinvertebrados recolectados por visita a los 3 puntos de muestreo. Al momento de llegar al sitio se realizó recolección de los macroinvertebrados con la malla, se realizó el procedimiento y se colocaron los macroinvertebrados recolectados en un frasco de vidrio con alcohol para conservar la muestra y posterior a esto facilitar su caracterización.

En la tabla 11 evidencia como resultado del primer muestreo que se desarrolló el 12 de abril de 2021 en la parte alta vereda Villa Rica la quebrada presenta calidad de agua tipo dudosa clase III, parte media vereda Claros del 12 de abril de 2021 presenta calidad de agua clase III (dudosa), parte baja vereda Majo del 12 de abril 2021 presenta calidad de agua clase IV (critica), Se puede establecer que la quebrada Majo en la parte alta (vereda Villa Rica) parte media (vereda Claros) sus aguas están moderadamente contaminadas y la parte baja (vereda Majo) sus aguas se encuentran muy contaminadas. Según el Índice de Roldán (2003).

Para el segundo muestreo desarrollado el 9 de mayo de 2021 quebrada Majo, en la parte alta vereda Villa Rica no se obtuvo recolección de macroinvertebrados esto debido a la variación climática ya que se presentó demasiada lluvia, en la parte media vereda Claros y baja vereda Majo del 9 de mayo de 2021 se presenció calidad de agua clase IV (critica).

Para el tercer muestreo desarrollado el 16 de junio de 2021 se evidencio en la parte alta vereda Villa Rica, parte baja vereda Majo calidad de agua clase IV (crítica) y en la parte media vereda Claros se evidencio tipo de agua clase V (muy crítica). En el cuarto muestreo realizado el 16 de julio de 2021 se evidencio tipo de agua clase IV (critica) en los tres puntos de muestreo, parte alta vereda Villa Rica, parte media vereda Claros y parte baja vereda Majo, esto esta relacionado a las fuertes lluvias que se presentaron durante el mes.

Para el quinto muestreo desarrollado el 6 de agosto de 2021 se evidencio en la parte alta vereda Villa Rica, parte baja vereda Majo tipo de agua clase IV (crítico) y en la parte media vereda Claros clase de agua V (muy crítico).

De acuerdo a lo anterior específicamente se evidencio que en las fechas 16 de junio de 2021 en la parte media se presenció recolección de macroinvertebrados con nivel crítico, de igual manera el 6 de agosto se presenció en el mismo punto de muestreo el mismo nivel crítico.

Las familias más representativas de macroinvertebrados que predominaron en la clasificación como índice de sensibilidad ante la contaminación fueron los: *Corydalidae* – Moscas de dobson y peces – moscas con un porcentaje de 19% teniendo un puntaje de seis asignado por Roldan, estas viven en corrientes de agua limpias, las *Baetidae* 19% teniendo un puntaje de 7, según Roldán estas familias toleran aguas con poca contaminación además de adaptarse a

diferentes habitats, y *Empididae* con 29% teniendo un puntaje de 4 lo que significa que son mas tolerantes a aguas contaminadas .

Se encontró mayor presencia de macroinvertebrados en la parte baja (vereda Majo) y de menor presencia en la parte alta (vereda Villa Rica).

La quebrada Majo del municipio de Garzón Huila presenta un nivel de contaminación crítica según los resultados obtenidos mediante el método BMWP/COL, generada principalmente por residuos del beneficiado del café, por aguas residuales provenientes de estanques psicolas, aguas residuales domésticas y además por el mal uso de agroquímicos (generan alteraciones de las propiedades del agua). Se pudo evidenciar zonas de deforestación sobre el cauce de la quebrada, por la tala indiscriminada y contaminación por residuos sólidos.

Según estudios realizados en la quebrada Garzón para el plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas en el año 2008 por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y la comunidad en general, donde se obtienen los resultados de las fases de aprestamiento y diagnóstico, mediante el índice de calidad del agua BMWP/COL se determinó que la calidad del agua de la quebrada Garzon se ubicó dentro de las clases Clases IV - V, para una calidad crítica, correspondiendo a aguas muy contaminadas. Teniendo en cuenta que el BMWP alcanzó un valor de 21, 8 y 14. Esta situación significa que, dentro de la comunidad bentónica reportada en estos cuerpos de agua, se pueden encontrar organismos que presentan tolerancia a condiciones de contaminación por materia orgánica y reafirma las condiciones de eutrofia de las mismas. (C. A. M. (2008). Al comparar los resultados obtenidos en los estudios realizados de la quebrada Majo con la quebrada Garzón se observa que ambas quebradas se encuentran en el mismo nivel de contaminación, teniendo en cuenta que la quebrada Garzón y la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila, tienen características similares, ya que ambas fuentes hídricas nacen

en el cerro Páramo de Miraflores, las condiciones de estas cuencas tanto en la parte alta como baja son semejantes ya que las dos quebradas tienen zonas cafeteras, piscícola, cultivan el lulo la granadilla, entre otras, ambas se ven influenciadas por la comunidad aledaña, lo que varía es su población y altura viéndose afectada por el mal manejo de residuos sólidos y vertimiento directos de aguas residuales domésticas,

Conclusiones

El método BMWP/COL resultó ser un método muy sencillo para determinar la calidad del agua, ya que tiene una metodología simple de fácil manejo de la información y genera resultados efectivos para tomar medidas necesarias e iniciar con los distintos procesos de recuperación del afluente hídrico investigado

El trabajo de investigación permitió la recolección y caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Majo de la parte alta, media y baja, encontrando como principales familias sobresalientes los *Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas* con un porcentaje de 19%, *Baetidae* 19%, y *Empididae* 29%.

Las familias de macroinvertebrados encontradas en los puntos de muestreo investigados de la quebrada Majo del municipio de Garzón Huila mediante el método BMWP/COL clasifica la quebrada Majo con un nivel de contaminación crítica, lo cual se presume en una problemática ambiental de relevancia.

Se logró determinar que la parte baja (vereda Majo) es la más contaminada, justificando altos niveles de contaminación en la quebrada por factores como vertimientos de aguas residuales domésticas, mal manejo de la actividad agropecuaria, vertimientos de residuos sólidos, entre otros factores ya que se está generando la mayor afectación del sistema hídrico debido a las grandes cargas de elementos contaminantes trayendo consigo grandes consecuencias debido a que esto recude el tiempo de vida de la fauna acuática, así como el de la existencia de los recursos naturales aledaños a la quebrada Majo.

Recomendaciones

Emplear los macroinvertebrados como una herramienta para diagnosticar la calidad del agua, teniendo en cuenta que el método BMWP/COL es sencillo, económico y rápido. Se recomienda al municipio de Garzón Huila, a la Corporación Autónoma Regional del alto Magdalena (CAM), universidades, colegios, diferentes entidades y comunidad en general, implementar un programa de educación y gestión ambiental en cuanto al adecuado manejo de residuos sólidos y protección de las fuentes hídricas.

Se recomienda a la comunidad aledaña a la quebrada Majo realizar un proceso de tratamiento de aguas residuales con el fin de minimizar el nivel de contaminación de la quebrada Majo.

Se recomienda promover el seguimiento permanente de las fuentes de contaminación a la quebrada Majo del Municipio de Garzón Huila, con el fin de preservar esta fuente de abastecimiento de agua.

Para futuras investigaciones de este tipo se recomienda realizar las muestras en tiempo de verano ya que en temporada de lluvia los macroinvertebrados se desplazan por la corriente y se hace más complicada su recolección, esto hace que el número de recolección de macroinvertebrados sea mínima. En caso tal que se presenten lluvias constantes se puede esperar a que el nivel del caudal baje un poco para posterior a esto iniciar con la recolección de los macroinvertebrados en puntos de muestreo poco profundos.

Es importante tener en cuenta, que en la quebrada Majo se reportaron bajos números de familias de macroinvertebrados y que el cálculo de este índice depende en gran medida de la

cantidad de familias reportadas, por tal razón es importante profundizar respecto a los datos para su clasificación y su calidad.

Bibliografía

- Arango, M. Alvares. Arango, G. Torres, O. Monsalve, O (2008). *Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia*. Revista EIA. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n9/n9a10.pdf>
- Bernal, A (2018, 6 de noviembre) *Ley de cambio climático, una oportunidad para Colombia*. Diario semana. Recuperado de: <https://www.semana.com/opinion/articulo/ley-de-cambio-climatico-una-oportunidad-para-colombia/42028/>
- Briceño, V. Perez,G (2018). *Cuenca hidrográfica*. Recuperado el 19 septiembre, 2021, de Euston96: <https://www.euston96.com/cuenca-hidrografica/>
- California Academy of Sciences y National Geographic Society, (2011).Insectos (clase insecta).[informativo].Naturalista.(<http://conabio.inaturalist.org/taxa/47158-Insecta>.)[agosto 2021]
- Cardona, M. y Manrique, K (2017). *determinación biológica de la calidad del agua para consumo en un afluente (vereda Charcorico) del río Coello*.Universidad Nacional Abieta y a Distancia <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13532/1110491503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>
- Corporación autónoma regional del Alto Magdalena (2008). *Plan de ordenamiento de la cuenca hidrográfica de la quebrada Garzón*. CAM. https://cam.gov.co/images/documents/phocadownload/Normatividad/2008/Resoluciones/Res_3105-2008_ReglamQ.Majo.pdf

- Cuellar, C. (2009) .Resolucion por la cual se reglamenta los usos y aprovechamiento de las agua de la quebrada Majo.Garzón Huila.CAM Resolucion 3105 Corporacion autonoma regional del alto magdalena (CAM).
https://cam.gov.co/images/documents/phocadownload/Normatividad/2008/Resoluciones/Res_3105-2008_ReglamQ.Majo.pdf
- García, J.M., Sarmiento, L.F., Salvador, M., Porras, L.S. (2017) Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña. Revisión corta. UGCiencia, 23, 47-62. <file:///D:/Propietario/Downloads/659-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2746-2-10-20180124.pdf>
- Gutierrez,P, Rodriguez, A,Ramirez,A. (2016). *Guía fotográfica de familias de macroinvertebrados acuáticos de Puerto Rico*. researchgate.
https://www.researchgate.net/publication/295854904_Guia_fotografica_de_familias_de_macroinvertebrados_acuaticos_de_Puerto_Rico
- La importancia del agua en el planeta y como cuidarla (2018, 4 de noviembre). Iagua
<https://www.iagua.es/noticias/imta/importancia-agua-planeta-y-como-cuidar>
- Moreno, L. A, Lasso, D. (2019). *Monitoreo de macroinvertebrados en el rio Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua*. UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28041/%20%09lmdelber.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pastran, S. (2017) *Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macro invertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el río suárez (chiquinquirá – boyacá)*. Universidad Libre.
<https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/11180/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20MEDIANTE%20LA%20UTILIZACI%C3%93N%20DE%20MACRO%20INVERTEBRADOS%20BENT%C3%93NICOS%2C%20COMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez , A. D (2019). *Informe sobre la evaluación de la calidad del agua de la quebrada Zapatero del municipio de La Plata Huila, mediante la aplicación de los métodos BMWP/COL y*

ASPT correlacionados con parámetros fisicoquímicos. Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28229>

Roldan, G (2003). *Bioindicacion de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del metodo BMWP/col.* Editorial Universidad de Antioquia.

Roldán, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamerica.* SCIELO.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0370-39082016000200007&script=sci_abstract&tlng=es

Sanchez, M. y Garcia, D.(2018). *Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del rio Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito.*Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21168/36281677.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villarreal, D. (2019). *Determinación de la Calidad de Agua Mediante la Comunidad de Macroinvertebrados como Bioindicadores de 3 Afluentes Principales en el Rio Guachicos Municipio de Pitalito Huila.* Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28090/dsvillarrealg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexo A. *macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:		Quebrada Majo, Parte alta Vereda Villa Rica			
Coordenadas:		Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O			
Fecha toma de muestra:		12 de abril de 2021			
Fotografía Macroinvertebrados	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalis	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	13
	Ephemeroptera	Ephemeridae	Ephemera	Se encuentran en rio lento, aguas quietas.	8

	Ephemeroptera	Tricorythidae	Leptohyphe s	Son de aguas corrientes, limpias y oxigenadas.	11
	Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche	Se encuentran en aguas frías muy oxigenadas.	6
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	7
	Plecoptera	Perlidae	Anacroneur ia	Se encuentran en aguas rápidas y corrientosas, habitan debajo de las piedras y hojas.	3

Fuente: La investigacion.

Anexo B. *macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte media Vereda Claros		
Coordenadas:			Latitud. 2.210860°N – Longitud 75.565800°O		
Fecha toma de muestra:			12 de abril de 2021		
Fotografía Macroinvertebrados	Orden	Familia	Genero	Características del punto de muestreo	Cantida d
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalis	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	9
	Odonata	Libellulidae larva	Libellulidae	Habitan en cualquier cuerpo de agua o arroyo.	16

	Trichoptera	Polycentropodi dae	Polycentrop us	Se encuentran en cuerpos de agua poco corrientosas, viven debajo de las rocas	11
	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Se encuentran en todo tipo de aguas, principalmente sobre vegetación acuática	1
	Ephemeroptera	Leptophlebiida e	Thraulodes	Se encuentran en aguas corrientes y oxigenadas.	7
	Lepidoptera	Crambidae	Crambinae Larva	Se encuentra en todo tipo de agua y se alimentan de materia vegetal.	4

Fuente: La investigación.

Anexo C. *macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 12 de abril del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte baja Vereda Majo		
Coordenadas:			Latitud. 2.235450°N – Longitud 75.617080°O		
Fecha toma de muestra:			12 de abril de 2021		
Fotografía Macroinvertebrados	Orden	Familia	Genero	Características del punto de muestreo	Cantidad
	Diptera	Empididae	Hemerodromia	Habitan aguas contaminadas, en lo profundo de la fuente.	29
	Diptera	Dolichopodidae	Rhaphium	Habitan aguas contaminadas en las profundidades de la fuente.	8
	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	suelen llamar "moscas de la basura" porque se alimentan y reproducen en ambientes sucios como contenedores de basura, desperdicios,	2

				estiércol y vegetación en descomposición.	
	Coleóptera	dytiscidae	Andonectes Gueorguiev	Habitan en lagos, ríos, zonas pedregosas, se alimentan de excrementos.	9

Fuente: La investigacion.

Anexo D. *macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte alta Vereda Villa Rica		
Coordenadas:			Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O		
Fecha toma de muestra:			9 de mayo de 2021		
Fotografía	Orde	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
Macroinvertebrados	n		o		
<p>OBS: Se realiza desplazamiento al punto de muestreo donde no se logra obtener la recolección de los macroinvertebrados, esto debido a las variaciones climáticas, ya que en la parte alta de la quebrada la precipitación de la lluvia estaba muy fuerte.</p>					

Fuente: La investigación.

Anexo E. *macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte media Vereda Claros		
Coordenadas:			Latitud. 2.210860°N – Longitud 75.565800°O		
Fecha toma de muestra:			9 de mayo de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
Macroinvertebrados					
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Choroterpes	Habitan en aguas y arroyos dulces.	9
	Diptera	Blephariceridae	Chironomidae	Se encuentran con mayor frecuencia en aguas corrientosas.	2

	Trichopte ra	Polycentropodidae	Polycent ropus	Se encuentran en cuerpos de agua poco corrientosas, viven debajo de las rocas	5
---	-----------------	-------------------	-------------------	--	---

Fuente: La investigacion.

Anexo F. *macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 9 de mayo del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte baja Vereda Majo		
Coordenadas:			Latitud. 2.235450°N – Longitud 75.617080°O		
Fecha toma de muestra:			9 de mayo de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
	Diptera	Empididae	Hemero dromia	Habitan en aguas contaminadas.	42
	Odonata	Anisoptera	Epipro ta	Habitan en cuerpos de agua temporales como charcos.	3

	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Choroterpes	Se encuentran en hojarascas de la fuente hídrica.	6
	Odonata	Libellulidae	Brechmorhoga	Son de corriente lenta, habitan sobre la vegetación de la fuente hídrica	8
	Hemiptera	Pentatomoidea	Bursinia	Habitan en aguas contaminadas y corrientosas.	6

Fuente: La investigación.

Anexo G. *macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte alta Vereda Villa Rica		
Coordenadas:			Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O		
Fecha toma de muestra:			16 de junio de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
Macroinvertebrados					
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalus	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	9

	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	18
	Plecoptera	Perlidae	Anacroneria	Se encuentran en aguas rápidas y corrientosas, habitan debajo de las piedras y hojas.	6
	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Se encuentran en todo tipo de aguas, principalmente sobre vegetación acuática	1

	Odonata	Aeshnidae	Aeshna	Habitan en aguas calientes y corrientosas.	3
---	---------	-----------	--------	--	---

Fuente: La investigación.

Anexo H. *macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte media Vereda Claros		
Coordenadas:			Latitud. 2.210860°N – Longitud 75.565800°O		
Fecha toma de muestra:			16 de Junio de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características del punto de muestreo	Cantidad
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	10

	Odonat a	Anisopter a	Epirocta	Habitan en cuerpos de agua temporales como charcos.	3
---	-------------	----------------	----------	--	---

Fuente: La investigacion.

Anexo I. *macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 16 de junio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte baja Vereda Majo		
Coordenadas:			Latitud. 2.235450°N – Longitud 75.617080°O		
Fecha toma de muestra:			16 de Junio de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
	Diptera	Empididae	Hemerodromia	Habitan en aguas contaminadas.	33
	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Se encuentran en todo tipo de aguas, principalmente sobre vegetación acuática	1

	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	13
	Coleptera	Hydradephaga	Noteridae	Se encuentran en aguas dulces, expuestos a niveles de contaminación altos.	1

Fuente: La investigación.

Anexo J. *macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte alta Vereda Villa Rica		
Coordenadas:			Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O		
Fecha toma de muestra:			16 de Julio de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
	Megalo ptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalus	Habitano en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	19
	Epheme roptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	2

	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Se encuentran en todo tipo de aguas, principalmente sobre vegetación acuática	1
---	------------	---------	-----------	---	---

Fuente: La investigación.

Anexo K. *macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte media Vereda Claros		
Coordenadas:			Latitud. 2.210860°N – Longitud 75.565800°O		
Fecha toma de muestra:			16 de Julio de 2021		
Fotografía Macroinvertebrados	Orden	Familia	Genero	Características del punto de muestreo	Cantidad
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalis	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	16
	Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	Se encuentran en aguas rápidas y corrientosas, habitan debajo de las piedras y hojas.	1
	Odonata	Libellulidae	Brechmorhoga	Son de corriente lenta, habitan sobre la vegetación de la fuente hídrica	4

Fuente: La investigación.

Anexo L. *macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda majo el 16 de julio del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte baja Vereda Majo		
Coordenadas:			Latitud. 2.235450°N – Longitud 75.617080°O		
Fecha toma de muestra:			16 de Julio de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
Macroinvertebrados					
	Diptera	Empididae	Hemerodromia	Habitan en aguas contaminadas.	13
	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis	Se encuentran en todo tipo de aguas, principalmente sobre vegetación acuática	2

	Odonata	Coenagrionidae	Zygoptera	Se encuentran en cuerpos de agua dulce.	2
	Odonata	Libellulidae	Brechmorhoga	Son de corriente lenta, habitan sobre la vegetación de la fuente hídrica	5

Fuente: La investigación.

Anexo M. *macroinvertebrados encontrados en la parte alta vereda Villa Rica el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte alta Vereda Villa Rica		
Coordenadas:			Latitud. 2.193290°N – Longitud. 75.507710°O		
Fecha toma de muestra:			6 de Agosto de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalis	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	1
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	5

	Odonata	Aeshnidae	Aeshna	Habitan en aguas calientes y corrientosas.	1
---	---------	-----------	--------	--	---

Fuente: La investigacion.

Anexo N. *macroinvertebrados encontrados en la parte media vereda Claros el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte media Vereda Claros		
Coordenadas:			Latitud. 2.210860°N – Longitud 75.565800°O		
Fecha toma de muestra:			6 de Agosto de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características del punto de muestreo	Cantidad
	Ephemeroptera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	9
	Megaloptera	Corydalidae – Moscas de dobson y peces – moscas	Corydalus	Habitan en ríos de rápido flujo donde se desarrolla su larva acuática, estas larvas son los depredadores invertebrados más virulentos.	22

Anexo O. *macroinvertebrados encontrados en la parte baja vereda Majo el 6 de Agosto del 2021 por Orden, Familia, Genero y descripción del hábitat.*

Clasificación de macroinvertebrados					
Punto de muestreo:			Quebrada Majo, Parte baja Vereda Majo		
Coordenadas:			Latitud. 2.235450°N – Longitud 75.617080°O		
Fecha toma de muestra:			6 de agosto de 2021		
Fotografía	Orden	Familia	Genero	Características de su hábitat	Cantidad
Macroinvertebrados					
	Di ptera	Empididae	Hemerodromia	Habitan en aguas contaminadas.	18
	Odonata	Libellulidae	Brechmorhoga	Son de corriente lenta, habitan sobre la vegetación de la fuente hídrica	1

	Ephemer optera	Baetidae	Baetode	Se encuentran en aguas muy oxigenadas y corrientosas, algunas familias resisten grados de contaminación altos.	16
---	-------------------	----------	---------	--	----

Fuente: La investigacion.

Anexo P. Imágenes de las jornadas de Campo realizadas y caracterización de la zona.



Fuente: La investigacion



Fuente: La investigacion



Fuente: La investigacion



Fuente: La investigacion



Fuente: La investigacion



Fuente: La investigacion