

**Análisis de las experiencias de monitoreo de la calidad del agua realizadas en la
cuenca del Rio Guachicos del municipio de Pitalito**

Karen Hasbleidy Jimenez Cruz

Asesor

Luis Famer Lamilla Carvajal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2024

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico principalmente a Dios, por ser mi fuente de fuerza para continuar en este proceso de formación como profesional.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hijo que es la razón que me impulsa a continuar en la búsqueda de una mejor calidad de vida, el deseo de superación y en ser mejor persona.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el proyecto se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

Agradezco a Dios porque nunca me abandono a lo largo de este camino de aprendizaje y me motivo en los momentos más difíciles sosteniéndome y fortaleciéndome. Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han brindado.

Doy gracias infinitas a todos los docentes de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA y al personal de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por ser tan amables, por su acompañamiento, y haber compartido sus conocimientos a lo largo del programa de Ingeniería Ambiental, de manera especial, a mi director de trabajo de grado, el ingeniero Luis Famer Lamilla Carvajal quién durante todo el desarrollo del trabajo me guio y oriento de forma comprometida para lograr obtener buenos resultados.

De igual manera le extiendo el agradecimiento a la comunidad del corregimiento de Bruselas y en especial a la I.E José Eustasio Rivera, por hacer parte de la formulación de este proyecto; gracias por la colaboración y disponibilidad.

Resumen

El río Guachicos es una de las cuencas más importantes en el municipio de Pitalito, por lo que se utiliza como una fuente de abastecimiento del acueducto de este, debido a su gran importancia se ha venido desarrollando investigaciones en torno a la calidad del agua, educación ambiental y trabajo comunitario conservacionista. Gran variedad de afluentes que recorren el corregimiento de Bruselas y los cuales cuentan con asentamientos humanos, y cultivos sobre sus orillas generando así vertimientos, que no son monitoreados adecuadamente por las entidades o autoridades competentes, lo que ha generado que otros actores públicos y privados como la Institución Educativa José Eustasio Rivera.

Bruselas se lleve a cabo diversas experiencias en la cuenca del Río Guachicos y sus afluentes para evaluar la calidad del agua mediante la implementación de macroinvertebrados como indicadores, ejecutado en parte por los profesores y en conjunto con un grupo de estudiantes que realizan el trabajo de campo. Así mismo se cuenta con investigaciones realizadas por estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por lo que este proyecto está enfocado en analizar y comparar los estudios e información obtenida en las investigaciones realizadas por estas dos instituciones. Donde se pretende obtener los resultados o información necesaria que permitan realizar recomendaciones o ajustes en los procesos y metodología de investigación para futuros proyectos relacionados.

Palabras Clave: Macroinvertebrados, indicadores de calidad del agua, cuenca del río Guachicos, análisis de experiencias.

Abstract

The Guachicos River is one of the most important basins in the municipality of Pitalito, which is why it is implemented as a source of supply for its aqueduct. Due to its great importance, research has been carried out due to the fact that this source has with tributaries that run through the municipality of Brussels and which have human settlements, and crops on their banks, thus generating discharges, which are not adequately monitored by the competent entities or authorities, which has generated that, at the José Eustasio Rivera Educational Institution , from the township of

Brussels will carry out various experiences in the Guachicos River basin and its tributaries to evaluate water quality through the implementation of macroinvertebrates as indicators, carried out in part by teachers and in conjunction with a group of students who carry out field work. . . Likewise, there is research carried out by students from the National Open and Distance University (UNAD), so this project is focused on analyzing and comparing the studies and information obtained in the research carried out by these two institutions. Where the aim is to obtain the necessary results or information that allows making recommendations or adjustments in the research processes and methodology for future related projects.

Keywords: Macroinvertebrates, water quality indicators, Guachicos River basin, analysis of experiences.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Justificación	13
Planteamiento del problema	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Marco de Referencia	17
Marco Conceptual	17
Marco Contextual	23
Marco Teórico	25
Análisis de macroinvertebrados acuáticos	25
Índice de calidad del agua	29
Índice BMWP	29
Metodología	31
Etapa 1. Caracterización y Consolidación de estudios realizados en el área de interés	31
Etapa 2. Comparativo de resultados	31
Etapa 3. Recomendaciones y Estrategias de mejora	32
Resultados	33
Área de estudio	33

	7
Consolidación de experiencias	34
Los actores involucrados en las experiencias de monitoreo	41
Análisis de Resultados	45
Comparativo de resultados	45
Estrategias para el ajuste de los procesos y metodología de investigación	47
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Referencias Bibliográficas	55
Apéndice A. Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO para Macroinvertebrados en el periodo 2018 – 2022	58
Apéndice B. Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO Fisicoquímicos en el periodo 2018 – 2022	65
Apéndice C. Certificados de Asistencia en el Foro por el agua	67

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/col (Roldan, 2003)</i>	28
Tabla 2 <i>Niveles de calidad biológica del agua – índice BMWP/Col</i>	30
Tabla 3 <i>Distribución de Puntos de muestreo de macroinvertebrados por fuente hídrica monitoreada</i>	33
Tabla 4 <i>Documentos específicos de monitoreo y educación ambiental en la cuenca hidrográfica del Rio Guachicos</i>	35
Tabla 5 <i>Actores involucrados en los procesos de monitoreo en el Cuenca Hidrográfica del Río Guachicos</i>	41
Tabla 6 <i>Comparativo de resultados de los ejercicios de caracterización de Macroinvertebrados</i>	49

Lista de Figuras

- Figura 1** *Ubicación general de la zona de trabajo.* 25
- Figura 2** *Distribución de los valores del Índice BMWP/Col sobre la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022.* 38
- Figura 3** *Distribución de los valores de abundancia de especies sobre la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022.* 39
- Figura 4** *Distribución de las familias de macroinvertebrados representativas para la determinación del índice BMWO/Col en la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022.* 40
- Figura 5** *Participación de la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD en el “Primer Foro por el Agua”* 42
- Figura 6** *Imagen del personaje "Tryco Jose Paez" desarrollado por el semillero de investigación "conservando y contado" de la I.E. Jose Esutacio Rivera* 43
- Figura 7** *Imagen del personaje "Tuby Rosa Paez" desarrollado por el semillero de investigación "conservando y contado" de la I.E. Jose Esutacio Rivera* 44
- Figura 8** *Distribución de los puntos de muestreo de los diferentes actores involucrados en el proceso de monitoreo en la Cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 - 2023* 46

Listado de Apéndices

Apéndice A <i>Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO para Macroinvertebrados en el periodo 2018 – 2022</i>	58
Apéndice B <i>Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO Fisicoquímicos en el periodo 2018 – 2022</i>	65
Apéndice C <i>Certificados de Asistencia en el Foro por el agua</i>	67

Introducción

En este proyecto consiste en utilizar la técnica y/o proceso de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, ya que estos son organismos acuáticos sin columna vertebral que viven en ríos, arroyos y otros cuerpos de agua, se utilizan como indicadores debido a su sensibilidad a los cambios en el ecosistema acuático lo que lo convierte en una herramienta importante para monitorear y evaluar la calidad del agua. Su presencia, diversidad y abundancia puede indicar la salud del ecosistema, demostrando así su eficacia como indicador del agua.

El análisis de las experiencias de monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Río Guachicos, ubicada en el municipio de Pitalito, se han llevado a cabo varias experiencias para aplicar esta técnica, pero aún existen inconvenientes como también oportunidades para mejorar su implementación, por lo que se vuelve fundamental para comprender y abordar los desafíos ambientales y de salud pública que enfrenta esta región con las fuentes hídricas y por lo que su calidad es de suma importancia.

Ya que se enfrenta a diversas presiones y amenazas que pueden afectar la calidad del agua, entre estas se incluyen la contaminación por actividades agrícolas, industriales y urbanas, la deforestación, la erosión del suelo y los cambios en el uso del suelo. Estos factores pueden tener consecuencias negativas para la salud humana, la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.

El monitoreo de la calidad del agua en esta cuenca proporciona datos científicos y empíricos que son esenciales para evaluar el estado actual del recurso hídrico y para identificar tendencias a lo largo del tiempo. Este proceso implica la recolección sistemática de muestras de agua y su análisis en laboratorio para determinar la presencia de las diferentes especies de

macroinvertebrados y obtener varios contaminantes, como metales pesados, nutrientes, patógenos y compuestos orgánicos.

Justificación

El municipio de Pitalito hace parte del macizo colombiano, su ubicación estratégica le permite disfrutar de condiciones ambientales privilegiadas, como la Reserva Natural el Cedro localizada en la vereda el Cedro en el corregimiento de Bruselas se encuentra entre 2.156 m.s.n.m la parte más baja y 2.700 m.s.n.m la parte más alta, considerada una zona importante en el huila, ya que por esta pasa la cuenca del Rio Guachicos que es una de las principales fuentes de abastecimiento de Pitalito, debido a este privilegio se ha estado realizando diferentes proyectos, analizando y buscando diferentes tecnologías con el fin de proteger y conservar estas fuentes hídricas de gran importancia, es por esto que se busca realizar un análisis donde se identifique una estrategia o método en harás de mejorar e implementar nuevas tecnologías que nos permitan contribuir con la prevención y conservación de las fuentes hídricas, de este modo se ha estado investigando la técnica de implementación de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, debido a su fácil manejo pero con resultados muy eficaces, al igual que requiere una inversión baja económica como temporal y en donde se implementaría el índice de El Biological Monitoring Working Party o método BMWP/Col.

Planteamiento del problema

En la cuenca del Rio Guachicos del municipio de Pitalito, se han realizado varias experiencias para evaluar la calidad del agua utilizando diferentes técnicas y procesos existentes, uno de los más populares los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua a través de la metodología denominada El Biological Monitoring Working Party o método BMWP/Col, conocido como el índice biótico propuesto por Gabriel Roldan.

Donde propone este método simple y rápido para evaluar la calidad del agua con macroinvertebrados como bioindicadores, requiere una inversión baja, y toma poco tiempo, los datos son cualitativos (Presencia o ausencia). Y su puntaje va de 1 a 10 según la tolerancia de los diferentes grupos.

La cuenca del rio Guachicos es una fuente de abastecimiento en el municipio de Pitalito, sin embargo, es necesario realizar un análisis comparativo de las experiencias realizadas por dos instituciones en este caso la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), y la Institución Educativa José Eustasio Rivera en el corregimiento de Bruselas, que han venido desarrollando experiencias en el campo para determinar la efectividad de la implementación de macroinvertebrados como indicadores y la consistencia de los resultados obtenidos, determinando el grado de contaminación que se pueda estar generando por la población o la industrialización que se presentan cerca al rio Guachicos o sus afluentes causando daños en los ecosistemas y los cuales no se estarían monitoreando de la manera adecuada lo que lo puede llevar a que los niveles permisibles no cumplan las normas, lo que pone en riesgo las condiciones de salubridad de la comunidad. Así, mediante la gestión de la conciencia ambiental y, a partir de un plan de supervisión y mejora en educación ambiental, participativo, se desea dar una guía o

recomendación que beneficien a los involucrados y que ayude a impactar en el cuidado y conservación de las fuentes hídricas.

Objetivos

Objetivo General

Realizar un análisis de las experiencias de análisis y la aplicación de los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua en la cuenca del Rio Guachicos del municipio de Pitalito

Objetivos Específicos

Caracterizar los resultados de los estudios relacionados con el monitoreo de la calidad del agua en la cuenca del Rio Guachicos.

Comparar resultados obtenidos por los diferentes actores, instituciones e investigadores identificados.

Realizar recomendaciones para el ajuste de los procesos y metodología de investigación en futuros procesos de investigación relacionados.

Marco de Referencia

Marco Conceptual

Calidad del agua: La calidad del agua es muy importante en la actualidad, y su monitoreo es fundamental para garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos y la salud humana. El agua es un recurso natural esencial para la vida humana y de los ecosistemas. Sin embargo, el agua puede verse contaminada por una variedad de fuentes, como desechos industriales, agrícolas y domésticos. La contaminación del agua puede afectar negativamente a la salud humana, los ecosistemas y el medio ambiente. Los análisis del agua son actividades imprescindibles para cubrir las necesidades básicas para el consumo humano, ya sea a nivel fisiológico (agua potable), a nivel higiénico-sanitario (detección de la legionela en ámbitos de humedad como jacuzzis o piscinas), para no alterar el equilibrio salino del suelo dedicado al cultivo, etc.

Agua cruda: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización (Varón”, 2011)

Agua potable o agua para consumo humano: Es aquella que cumple las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007. (Varón”, 2011)

Monitoreo: Proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma. (Varón”, 2011)

Muestreo: Proceso de toma de muestras analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio donde se tomaron. (Varón”, 2011)

Puntos de muestreo en red de distribución: Son aquellos sitios concertados y materializados con dispositivos de toma, donde se realiza la recolección de la muestra de agua para la vigilancia y el control según resolución 811 de 2008. (Varón”, 2011)

La calidad del agua: se puede definir como las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alterada por el accionar humano. (Varón”, 2011)

Características físicas: Las características físicas del agua incluyen su temperatura, color, olor, sabor y turbidez. La temperatura del agua puede afectar su capacidad para disolver gases y otros contaminantes. El color, el olor y el sabor del agua pueden ser indicadores de contaminación. La turbidez del agua se refiere a la cantidad de partículas en suspensión en el agua. Las partículas en suspensión pueden obstruir la luz y dificultar la respiración de los organismos acuáticos. (sreyes, 2023)

Características químicas: Las características químicas del agua incluyen su pH, conductividad, dureza y contenido de nutrientes. El pH del agua es una medida de su acidez o alcalinidad. La conductividad del agua es una medida de su capacidad para conducir la electricidad. La dureza del agua se refiere a la cantidad de minerales disueltos en el agua. El contenido de nutrientes del agua puede afectar el crecimiento de las plantas y las algas. (sreyes, 2023)

Características biológicas: Las características biológicas del agua incluyen la presencia de microorganismos, como bacterias, virus y protozoos. Los microorganismos pueden causar enfermedades en los seres humanos y otros animales. (sreyes, 2023)

La calidad del agua se puede evaluar utilizando una variedad de métodos, que incluyen análisis químicos, físicos y biológicos. Los resultados de estos análisis se pueden utilizar para determinar si el agua es apta para su uso previsto. La calidad del agua es un tema complejo que está influenciado por una variedad de factores, que incluyen el clima, el uso del suelo, las actividades industriales y los hábitos de consumo. El desarrollo de estrategias para proteger la calidad del agua es un desafío importante que requiere la participación de todos los sectores de la sociedad. (sreyes, 2023)

Impacto de la calidad del agua en la salud: La calidad del agua es un factor importante para la salud humana. El agua contaminada puede causar varias enfermedades, incluyendo enfermedades diarreicas, cólera, fiebre tifoidea y hepatitis A. Los niños son especialmente vulnerables a las del agua.

Impacto de la calidad del agua en los ecosistemas: La calidad del agua también tiene un impacto en los ecosistemas. Los ecosistemas acuáticos dependen del agua de buena calidad para su supervivencia. La contaminación del agua puede dañar los ecosistemas acuáticos, lo que puede afectar a las plantas, los animales y los seres humanos que dependen de ellos. (sreyes, 2023)

Medidas para proteger la calidad del agua

Hay una serie de medidas que se pueden tomar para proteger la calidad del agua, incluyendo:

Reducción de la contaminación: Es importante reducir la contaminación del agua en su fuente. Esto se puede hacer mediante la implementación de controles de contaminación en las industrias y las actividades agrícolas. (sreyes, 2023) ·

Tratamiento del agua: El agua contaminada se puede tratar para eliminar los contaminantes. El tratamiento del agua es importante para garantizar que el agua sea segura para el consumo humano y para otros usos.

Educación pública: Es importante educar al público sobre la importancia de la calidad del agua. La educación pública puede ayudar a las personas a comprender las causas de la contaminación del agua y las formas de protegerla. La protección de la calidad del agua es un desafío importante, pero es esencial para garantizar la salud humana y la salud de los ecosistemas. (sreyes, 2023)

¿Tipos de análisis existentes para determinar la calidad del agua?

Hay varios tipos de análisis para determinar la calidad del agua, algunos de los cuales se mencionan en estos estudios:

Análisis de agua de consumo: se realiza con parámetros organolépticos, químicos o radiactivos. Estos ensayos incluyen pesticidas, metales pesados o HAPs, que pasan al agua a través de desechos de plantas industriales y de plantas de tratamiento de aguas residuales. (Mylab, (2023))

Análisis de control: El control y análisis de la calidad del agua se realiza en plantas de tratamiento y depósitos de agua, redes de distribución, etc. Entre otros objetivos, este tipo de análisis persigue la obtención de información sobre la calidad organoléptica y microbiológica del

agua de consumo, pero también sobre la eficacia de los tratamientos de potabilización del agua (Mylab, 2023)

Análisis de grifo: El análisis de calidad de agua de grifo tiene como objetivo valorar las características organolépticas del agua y demás criterios por el que se establecen los parámetros sanitarios de la calidad del agua para consumo humano a través de redes de distribución públicas y privadas. (Mylab, 2023)

Análisis de aguas prepotables: Como indica el propio término, este análisis se aplica sobre aguas superficiales destinadas al consumo humano, para determinar el grado de potabilización. (Mylab, 2023)

Análisis microbiológico: Este tipo de análisis se utiliza para cuantificar la presencia de microorganismos en el agua, como coliformes fecales, que pueden indicar la presencia de contaminantes de origen humano. (Milán, Caicedo, & Aguirre, 2011)

Análisis fisicoquímico: Este tipo de análisis se utiliza para medir las propiedades físicas y químicas del agua, como la conductividad, el oxígeno disuelto, los nitratos y los sulfatos. (Milán, Caicedo, & Aguirre, 2011)

Análisis de metales pesados: Este tipo de análisis se utiliza para detectar la presencia de metales pesados en el agua, que pueden ser tóxicos para los seres vivos. (Milán, Caicedo, & Aguirre, 2011)

Macroinvertebrados: Son animales que viven en el agua, que no presentan espina dorsal (invertebrados) que se pueden ver a simple vista sin necesidad de un microscopio(macro) o bien que son retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 μm . (Hanson, 2010) sin

embarco en ocasiones esta distinción puede llegar a ser relativa o arbitraria, por lo que se pretende ser un poco más preciso definiendo a los macroinvertebrados con base en su taxonomía. Estos organismos incluyen una amplia variedad de grupos taxonómicos, como insectos acuáticos, crustáceos, moluscos y anélidos, entre otros. Los macroinvertebrados comúnmente se encuentran en cuerpos de agua dulce como lagos, ríos y humedales. Están debajo de rocas, entre la vegetación y raíces sumergidas, entre el lodo del fondo o suspendidos o nadando en la superficie del agua. (Silva) su cantidad en el agua señala el grado de contaminación. En las aguas contaminadas los macroinvertebrados sensibles a la contaminación desaparecen y los más tolerantes abundan. (Silva)

Los macroinvertebrados que se suelen usar son:

Insectos: son animales de seis patas, con tubos traqueales para el intercambio de gases y un exoesqueleto duro. Es el grupo de animales con mayor número de especies de nuestro planeta, entre las que se encuentran moscas, libélulas, grillos, cucarachas, chinches, escarabajos, entre otros. (Silva)

Moluscos: son animales de cuerpo blando, por lo general protegido por una cubierta dorsal. Comprende almejas, ostras, pulpos, caracoles, babosas y calamares. (Silva)

Crustáceos: son animales que presentan un exoesqueleto duro y comúnmente cinco pares de patas ambulatorias. Son el alimento de muchos peces y otros animales. Comprenden langostas, cangrejos, camarones y especies afines. (Silva)

Los macroinvertebrados desempeñan un rol crítico en el sistema, a través del mantenimiento de la estabilidad de la red trófica y balance de los ciclos biogeoquímicos. Debido

a sus características adaptivas y su sensibilidad a diversas condiciones ambientales, contribuye como una importante herramienta para el desarrollo de actividades de biomonitoreo, ya que son indicativos de la salud de los cuerpos de agua, enfocadas en la estimación del estado ambiental de ecorregiones expuestas a eventos de contaminación. ya que descomponen la materia orgánica, proporcionan indicadores de calidad del agua, participan en la cadena trófica y contribuyen al reciclaje de nutrientes. (Peña Perea, 2019)

Marco Contextual

¿Por qué es importante la cuenca de río guachicos? El Parque Nacional Municipal de Pitalito hace parte de la subcuenca del río Guachicos una zona importante como corredor que une los Parques Nacionales Puracé y Cueva de los Guacharos, además de generar conexión con las zonas boscosas del Municipio de Santa Rosa-Cauca, en donde existe un amplio flujo de animales que se movilizan como el oso Andino y la danta de páramo. (Alcaldía de Pitalito, 2015).

El río Guachicos nace en el Macizo Colombiano en la parte alta de la Vereda El Porvenir en el corregimiento de Bruselas, alrededor de los 2400 msnm, desciende hasta desembocar en el río Guarapas a 1200 msnm, alcanzando una longitud total de 41 Km.

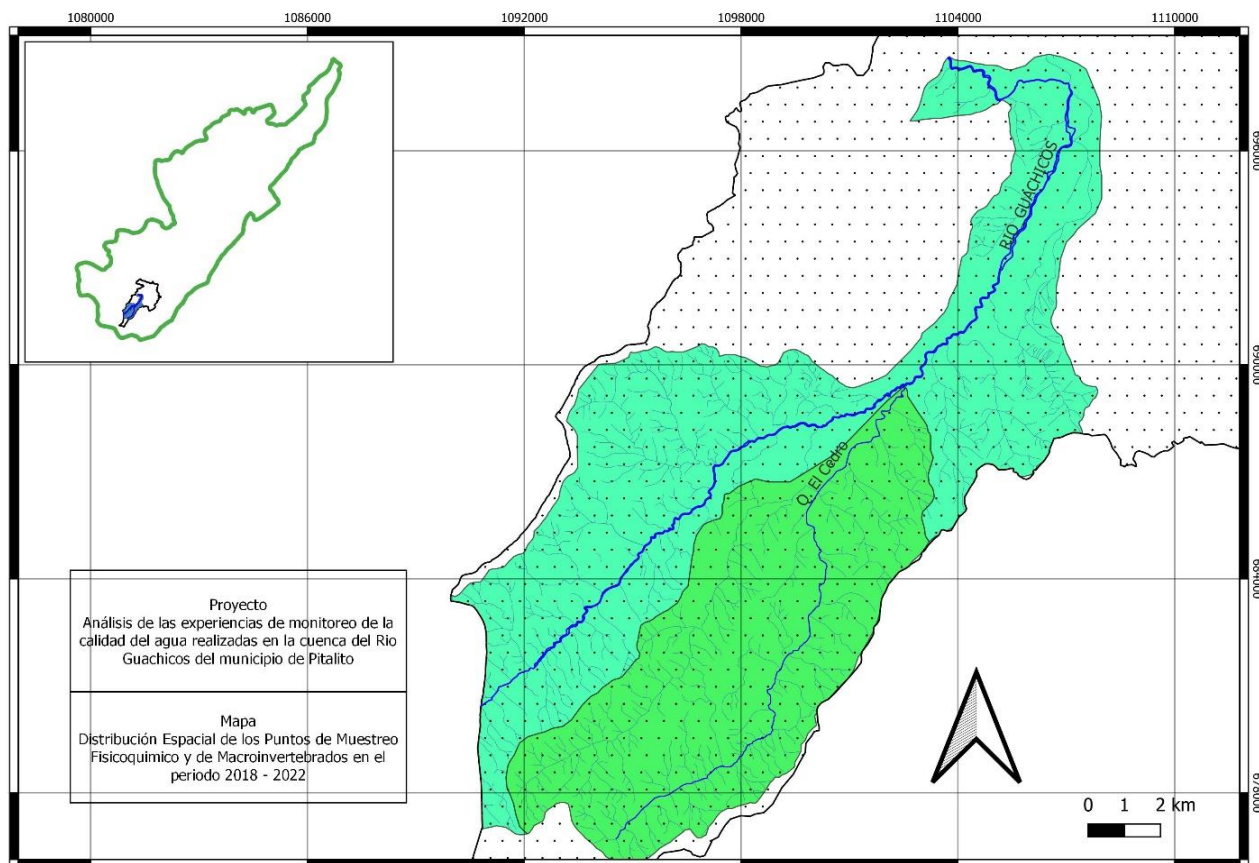
El río Guachicos presenta un caudal en condiciones medias de 1800 litros/segundo, por lo que se considera la principal fuente de abastecimiento para la cabecera municipal, 40 acueductos veredales y 4 distritos de riego, Según el registro IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano). La captación del acueducto se hace en el Río Guachicos el cual es uno de los principales afluentes del Magdalena en la zona sur del Departamento y surca el territorio de sur a norte constituyendo un eje que divide en dos la geografía local.

A esta subcuenca pertenecen las microcuencas de las Quebradas cedro, como afluente principal y una serie de microcuencas menores como afluentes secundarios como Bombona, Palmito, La Guandinosa, La Burrera, La Criolla, la Chorrera y Agua Negra. (Alcaldía de Pitalito, 2015).

La fuente de abastecimiento para Pitalito es el Río Guachicos, efluente al Río Guarapas con un canal de derivación en revestimiento natural para desviar parte del caudal de la fuente del Río Guachicos hacia la estructura de captación, con una longitud aproximada de 170 metros. (Empitalito, 2023)

figura 1

Ubicación general de la zona de trabajo.



Fuente. Los Autores

Marco Teórico

Análisis de macroinvertebrados acuáticos

Este tipo de análisis se usa para evaluar la calidad del agua mediante la presencia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos sensibles a la contaminación (Milán, Caicedo, & Aguirre, 2011) en general, se recomienda evaluar integral y multivariada de la calidad del agua,

considerando variables microbiológicas y fisicoquímicas, para comprender los efectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas y tomar decisiones informadas sobre el uso del agua.

¿Que son los macroinvertebrados acuáticos? Los macroinvertebrados acuáticos son insectos que se pueden ver a simple vista, se llaman Macro porque son grandes (miden entre 2 milímetros y 30 centímetros), invertebrados no tiene huesos, acuáticos porque viven en los lugares con agua: esteros, ríos, lagos y lagunas. (Carrera & Karol, 2001)

Según estos animales y sus capacidades como su sensibilidad, presencia, diversidad y abundancia pueden indicar la calidad del agua y la salud del ecosistema en el que se encuentran ya que: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación.

Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia.

Estos insectos, al crecer, se transforman en moscas que provocan enfermedades como la malaria, el paludismo o el mal de Chagas. (Carrera & Karol, 2001) Los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso.

Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupasangres. (Carrera & Karol, 2001)

Los macroinvertebrados pueden vivir: en hojas flotantes y en sus restos, en troncos caídos y en descomposición, en el lodo o en la arena del fondo del río, sobre o debajo de las piedras, donde el agua es más correntosa y en lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos. (Carrera & Karol, 2001)

Los macroinvertebrados se multiplican en grandes cantidades, se pueden encontrar miles en un metro cuadrado. Son parte importante en la alimentación de los peces. (Carrera & Karol, 2001)

Los macroinvertebrados pueden alimentarse de: plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas, otros invertebrados y peces, pequeños restos de comida en descomposición y elementos nutritivos del suelo, animales en descomposición, elementos nutritivos del agua y sangre de otros animales. (Carrera & Karol, 2001)

Los macroinvertebrados tienen muchas formas; así, las conchas son redondeadas, los escarabajos son ovalados, las lombrices son alargadas y los caracoles tienen forma de espiral, (Carrera & Karol, 2001) algunos tienen muchas patas, por ejemplo, los camarones tienen 10, los ácaros 8 y los chicaposos 6. Otros no tienen patas, como las larvas de mosca. (Carrera & Karol, 2001)

Casi todos los macroinvertebrados tienen colores parecidos al sitio donde viven. Por ejemplo, las conchas tienen colores oscuros, como el lodo que las rodea; las moscas de piedra son café amarillento, como las piedras cercanas. (Carrera & Karol, 2001)

Tabla 1

Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/col (Roldan, 2003)

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, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, 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

Índice de calidad del agua

Este índice es uno de los más utilizados por agencias e instituciones que recurren a los índices de calidad y contaminación del agua (ICA e ICO) que se calculan midiendo parámetros fisicoquímicos procesados mediante expresiones matemáticas. De acuerdo con los autores (Samboni R, Carvajal E, & Carlos E, 2017), en Colombia se utilizan como indicadores de calidad de agua y variables físicas, químicas y biológicas evaluadas individualmente o en forma grupal, como el oxígeno disuelto (OD) el pH, demanda biológica de oxígeno (DBO), nitrógeno total, fosforo total y solidos totales (ST), el color y los sólidos solubles totales (SST).

Índice BMWP

El índice BMWP o (Biological Monitoring Working Party) es un método o indicador importante que se utiliza para evaluar la calidad del agua en ríos y arroyos. Este índice se basa en el análisis de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el medio acuático, este índice fue desarrollado por el "Grupo de Trabajo de Vigilancia Biológica" del Reino Unido y se utiliza ampliamente en todo el mundo.

El BMWP asigna una puntuación a grupos de macroinvertebrados sensibles a los cambios en las condiciones ambientales por su tolerancia a la contaminación. Recogiendo muestras de estos organismos y posteriormente identificándolas y contándolas, es posible calcular el índice BMWP, Cuanto mayor sea la puntuación, mejor será la calidad del agua, Por tanto, el índice BMWP es un indicador importante para evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos que es esencial para la gestión y conservación de las cuencas hidrográficas.

Tabla 2

Niveles de calidad biológica del agua – índice BMWP/Col

Clase	NIVEL DE CALIDAD	VALOR BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Agua muy limpia	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 crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos – IavH.

Metodología

Etapas 1. Caracterización y Consolidación de Estudios Realizados en el Area de Interés

Determinación del área de alcance para el presente estudio: Selección de una o varias zonas donde se han desarrollado procesos de monitoreo.

Consolidación bibliográfica en todos los niveles (Artículos de revista, trabajos de grado, libros, guías, información no publicada, etc.)

Determinar periodo de tiempo en el que se encuentren incluidos los estudios realizados en la zona.

Reconocimiento de actores que realizan seguimiento (empresas, universidades, escuelas, colegios, comunidades)

Etapas 2. Comparativo de Resultados

Determinar zonas específicas de aplicación de los estudios: Información temporal y espacial.

Tabulación y estandarización de resultados.

Realizar Comparativo de procesos, técnicas aplicadas y resultados obtenidos.

Determinación de tipos de análisis de potencial aplicación.

Consolidar información en presentación y formato estructurado.

Etapa 3. Recomendaciones y Estrategias de mejora

Realizar observaciones relacionadas con el análisis de la información recolectada encaminadas a estandarización de procesos y técnicas de monitoreo.

Fomentar la participación de la comunidad local en la recolección y análisis de datos sobre los macroinvertebrados.

Promover la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y herramientas para el análisis de los macroinvertebrados y otros métodos de monitoreo.

Resultados

Área de estudio

La consolidación de la información ha sido realizada en el marco geográfico de la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el costado sur del municipio de Pitalito (Huila). La cuenca hidrográfica del río Guarapas conformada por más de 30 microcuencas que abastecen de agua a los acueductos de los municipios de Palestina y Pitalito, se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 1° 34' 18,2526" y 1° 57' 4,0356" de latitud norte y -76° 19' 18,57" y -75° 57' 44,4924" de longitud oeste. Su extensión territorial es de aproximadamente 705 km² (POMCA, 2019, p. 1) y entre sus microcuencas, el río Guachicos es uno de los principales cuerpos de agua POMCH (2007).

El principal cuerpo de agua sobre el que se han realizado los ejercicios de monitoreo tanto ICA o de Macro vertebrados son el Río Guachicos principalmente, y algunos de sus afluentes, dentro de los que destacan la Quebrada El Cedro, quebrada Caney, La Maralla y Aguas Negras.

Tabla 3

Distribución de Puntos de muestreo de macroinvertebrados por fuente hídrica monitoreada

No	Nombre fuente hídrica	Número de puntos de monitoreo registrados	Periodo (Año)
1	Río Guachicos	12	2018, 2019 y 2021
2	Quebrada El Cedro	1	2019
3	Quebrada Aguas Negras	2	2019
4	Quebrada Caney	2	2019
5	Quebrada Maralla	2	2019
6	Quebrada El Cerro	3	2018- 2023
7	Quebrada Aguablanca	2	2018- 2023

Consolidación de Experiencias

Una vez realizado la revisión bibliográfica y documental en diferentes fuentes y niveles (Artículos de revista, trabajos de grado universitarios, libros, guías, instituciones educativas, planes de manejo, etc.) se han podido identificar cuatro actores principales que se detallan en la siguiente tabla, en donde se relaciona el medio a través del cual se realizan los ejercicios de monitoreo. El periodo de los estudios en particular revisados abarca desde el año 2017 hasta el 2024.

En ese mismo orden el ejercicio de revisión y consolidación de las diferentes fuentes de información utilizadas para el contenido del presente documento se presentan a continuación. Por un lado, cobra particular protagonismo el trabajo realizado por el grupo de investigación INYUMACIZO de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente en el periodo comprendido entre 2017 y 2022. Por otro lado, se presentan los resultados del trabajo de monitoreo comunitario de la iniciativa “conservando y contando” de la Institución Educativa José Eustasio Rivera realizada en el periodo 2018 a 2024.

Tabla 4

Documentos específicos de monitoreo y educación ambiental en la cuenca hidrográfica del Río Guachicos.

No	Año de Desarrollo	Nombre del Trabajo	Tipo de Documento	Institución / Actor Involucrado	Lugar de Desarrollo del Trabajo
1	2018	Identificación y Caracterización de La Red Hidrográfica de la Reserva Natural El Cedro del Municipio de Pitalito Huila	Trabajo de grado	UNAD	La Reserva Natural El Cedro - Pitalito Huila
2	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.	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Río Guachicos
3	2019	Formulación del plan de educación ambiental comunitario para el cuidado y la preservación del río Guachicos de Pitalito, Huila.	Trabajo de grado	UNAD	Bruselas- Pitalito Huila
4	2019	Determinación de la Calidad de Agua Mediante la Comunidad de Macroinvertebrados como Bioindicadores de 3 Afluentes Principales en el Río Guachicos Municipio de Pitalito Huila	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Río Guachicos
5	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el río Guachicos, usando los como bioindicadores para determinar la calidad del agua.	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Río Guachicos
6	2019	Formulación del plan de educación ambiental comunitario para el cuidado y la preservación del río Guachicos de Pitalito, Huila.	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Río Guachicos

7	2020	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del Río Guachicos en la zona alta de la Sub-Cuenca, en Pitalito Huila.	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Rio Guachicos
8	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río Guachicos del municipio de Pitalito, Huila	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Rio Guachicos
9	2021	Educación ambiental para niños sobre la importancia y la calidad del agua superficial.	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Rio Guachicos
10	2022	Evaluación de la calidad del agua superficial a través de los índices ICA, ICOMI, ICOMO e ICOSUS. Caso de estudio: microcuenca del rio Guachicos, fuente abastecedora del acueducto del municipio de Pitalito-Huila	Trabajo de grado	UNAD	Cuenca Hidrográfica Rio Guachicos
11	2018 - 2024	Ejercicio de monitoreo comunitario de la iniciativa “conservando y contando” de la Institución Educativa José Eustasio Rivera	Informe Local	Institución Educativa José Eustasio Rivera	Cuenca Hidrográfica Rio Guachicos

Producto de la recolección de la información de las diferentes fuentes y actores involucrados en el proceso de monitoreo en la zona de estudio; se logra estructurar un archivo geográfico que contiene en términos generales las coordenadas de los puntos de muestreo durante los diferentes periodos de tiempo, la fuente hidrográfica sobre la cual se realiza el estudio, el tipo de estudio realizado, el tipo de análisis aplicado y los valores obtenidos para las diferentes variables de acuerdo al tipo de estudio.

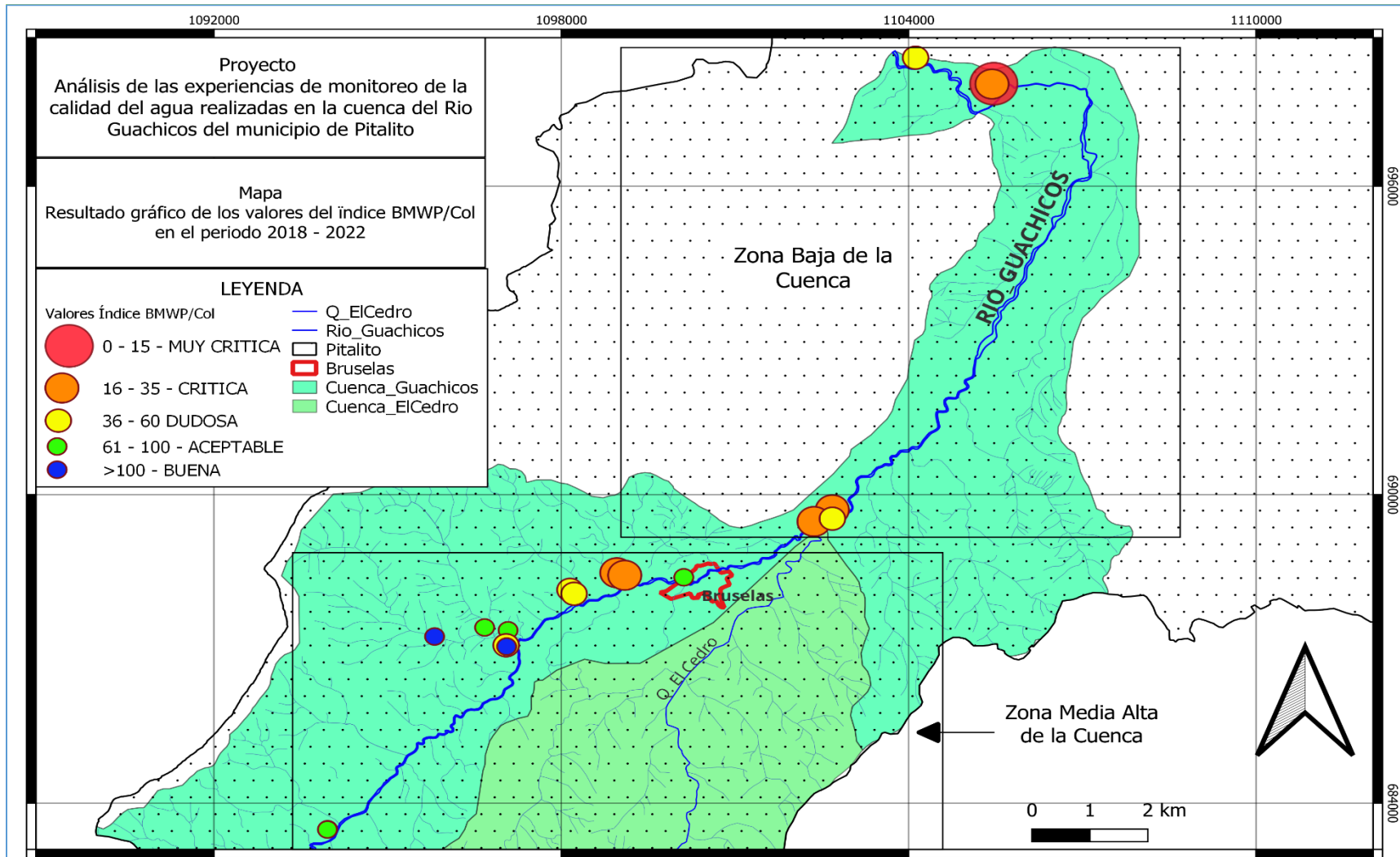
En cuanto a los monitoreos de macroinvertebrados se consolidan los valores del índice BMWP/Col para cada punto de muestreo, el número de especímenes recolectados, la familia predominante en el monitoreo realizado y la clasificación de la calidad del agua relacionada directamente con el valor de índice obtenido.

En el caso de los monitoreos de carácter fisicoquímico se presentan los respectivos valores del índice ICO determinados en cada punto de muestreo y la respectiva clasificación que el valor permite considerar. El contenido específico de estos archivos se presenta en los Apéndices A y B del presente documento.

Los archivos geográficos estructurados permiten realizar diferentes salidas graficas (mapas) que orientan posibles análisis gráficos y de tendencia de las diferentes variables, teniendo como protagonista el componente espacial. A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos tras la representación espacial de variables como: índice BMWP/Col, abundancia o número de especímenes recolectados o las familias representativas por punto de muestreo a lo largo de la zona de estudio.

Figura 2

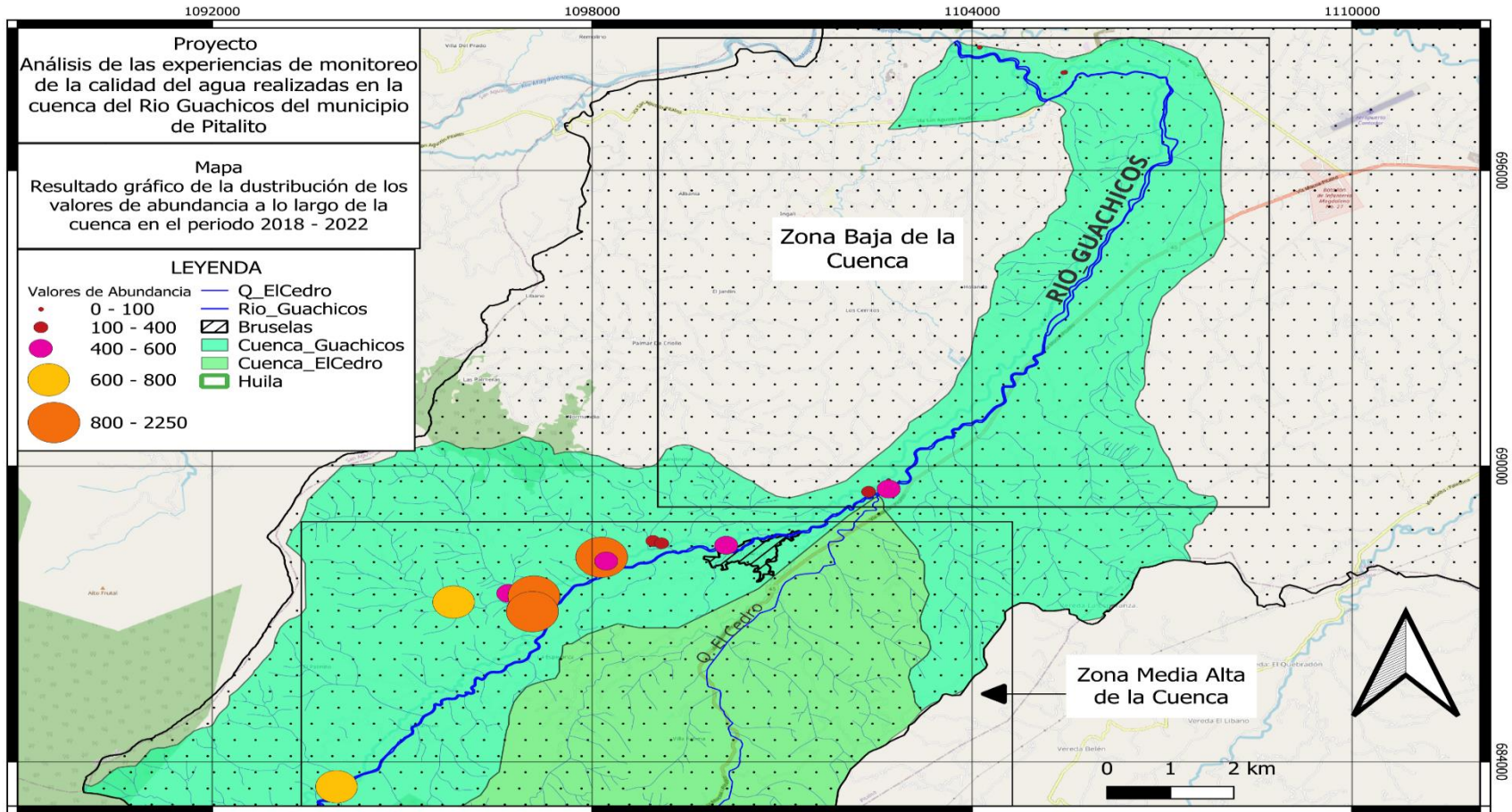
Distribución de los valores del Índice BMWP/Col sobre la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022.



Fuente. El Autor

Figura 3

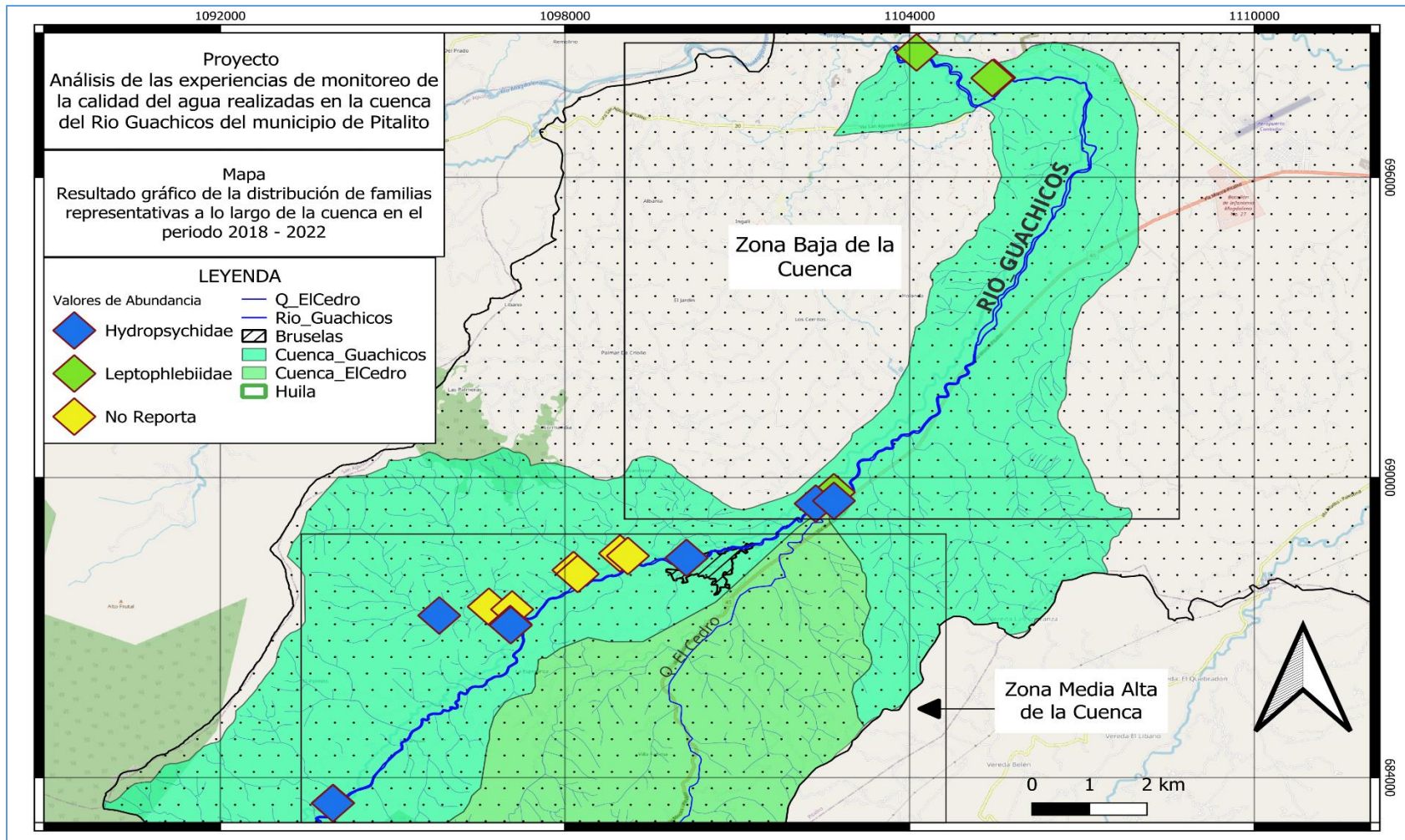
Distribución de los valores de abundancia de especies sobre la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022.



Fuente. El Autor

Figura 4

Distribución de las familias de macroinvertebrados representativas para la determinación del índice BMWO/Col en la cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 – 2022



Fuente. El Autor

Los actores involucrados en las experiencias de monitoreo

La misma revisión bibliográfica y documental ha podido identificar cuatro actores principales que se detallan en la siguiente tabla, en donde se relaciona el medio a través del cual se realizan los ejercicios de monitoreo. El periodo de los estudios en particular revisados abarca desde el año 2017 hasta el 2022.

Tabla 5

Actores involucrados en los procesos de monitoreo en el Cuenca Hidrográfica del Río Guachicos

No	Actor Principal	Dinamizado a través de:
1	Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD	Grupo de Investigación INYUMACIZO. Semillero de Investigación IMANAY y ROSIYE. Estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental
2	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura. Estudiantes del Tecnólogo en Control Ambiental
3	Institución Educativa José Eustasio Rivera	Semillero de Investigación Conservando y Contando. Estudiantes de secundaria desde los niveles sexto a once
4	Empresas Públicas de Pitalito EMPITALITO	Equipos y ejercicio de monitoreo para efectos de potabilización

Fuente. El Autor

Una muestra del nivel de compromiso y participación de los actores que realizan la dinámica de trabajo con macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua y de otras iniciativas de conservación, es el primer “Foro por el Agua – Estado y perspectivas de conservación el Río Guachicos” realizado el pasado 29 de marzo en la localidad de Bruselas (Pitalito). Evento organizado por el semillero de investigación “Conservando y contando” de la I.E. Jose Eustasio Rivera.

Figura 5

Participación de la Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD en el “Primer Foro por el Agua”



Fuente. “Primer Foro por el Agua”. I.E. José Eustasio Rivera

En este espacio se reunieron representantes de diferentes organizaciones relacionadas con la cuenca hidrográfica del Río Guachicos y su conservación, tales como: la CAM, la UNAD, Empresas Públicas de Bruselas y organizaciones no gubernamentales que desarrollan su trabajo de educación ambiental en la zona. Resulta importante resaltar un elemento en particular del ejercicio de educación ambiental desarrollado por la I.E. Jose Esutacio Rivera con el proceso de

monitoreo con macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua. Han desarrollado una especie de “personajes” representativos de las especies más dicientes en el ejercicio de trabajo con macroinvertebrados en la zona; por un lado “Tryco Jose Paez” como indicador de las buenas condiciones del recurso hídrico donde habita, y, por otro lado, “Tuby Rosa Paez como antagonista.

Figura 6

Imagen del personaje "Tryco Jose Paez" desarrollado por el semillero de investigación "conservando y contado" de la I.E. Jose Esutacio Rivera



Fuente. “Primer Foro por el Agua”. I.E. José Eustasio Rivera

Figura 7

Imagen del personaje "Tuby Rosa Paez" desarrollado por el semillero de investigación "conservando y contado" de la I.E. Jose Esutacio Rivera



Fuente. "Primer Foro por el Agua". I.E. José Eustasio Rivera

Análisis de Resultados

Comparativo de Resultados

La Institución Educativa José Eustasio Rivera del corregimiento de Bruselas (Pitalito), facilito para la realización del presente documento los resultados obtenidos durante el ejercicio de monitoreo en la zona de estudio durante del periodo 2018 a 2023.

En la siguiente gráfica se puede apreciar la distribución de los puntos de monitoreo de los dos principales actores mencionados en este documento. Es importante anotar que no existe una coincidencia espacial en las zonas de trabajo específico, ya que los ejercicios de monitoreo se han realizado en fuentes de agua diferentes distribuidas en la cuenca.

Adicionalmente, la I.E. José Eustasio Rivera a realizados su ejercicio de monitoreo exclusivamente en lo que se denominado la “zona media alta de la cuenca”.

Al realizar una revisión de los resultados reportados por la I.E. José Eustasio Rivera y compararlos con los reportes realizados por la investigación UNAD se pueden realizar las siguientes observaciones:

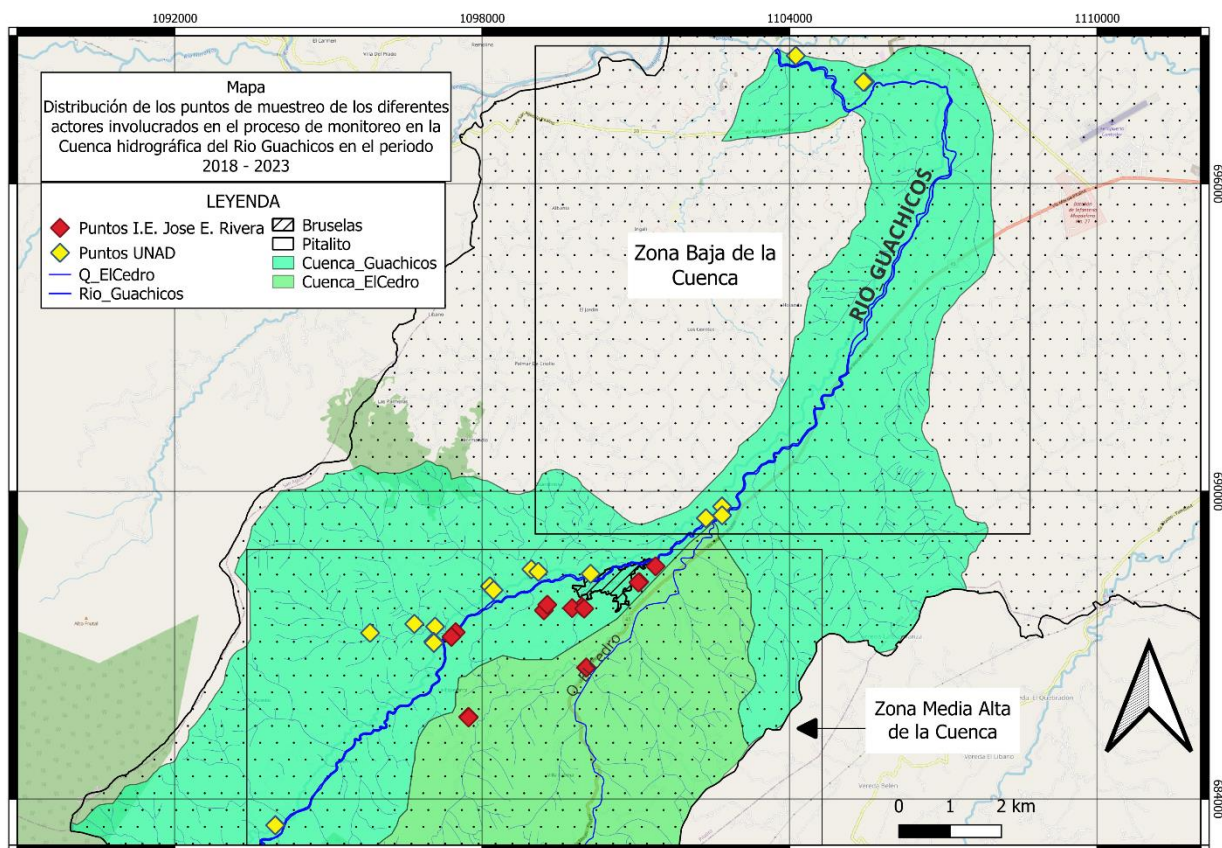
Si bien los puntos de monitoreo no coinciden espacialmente, los resultados en términos del Índice BMWP/Col son semejantes en los diferentes puntos a lo largo de la cuenca. En particular los resultados determinados sobre la quebrada Aguablanca difieren del comportamiento de los demás ejercicios de monitoreo, al parecer porque este cuerpo de agua es de carácter artificial y de origen antrópico.

Lo especímenes de la familia “*Trichoptera*” son los individuos con el mayor protagonismo es los diferentes puntos de muestreo, ye entran a inclinar el resultado de índice BMWP/Col reportado para cada punto con buenas condiciones de calidad de agua.

La I.E. José Eustasio Rivera ha realizado un monitoreo más constante y detallado en los componentes fisicoquímicos y en la relación con los indicadores biológicos en los diferentes puntos de muestreo.

Figura 8

Distribución de los puntos de muestreo de los diferentes actores involucrados en el proceso de monitoreo en la Cuenca hidrográfica del Río Guachicos en el periodo 2018 - 2023



Fuente. El Autor

Estrategias para el ajuste de los procesos y metodología de investigación

Una vez revisados los diferentes documentos y estudios realizados resultan pertinente postular algunas estrategias específicas encaminadas a mejorar las condiciones del trabajo en campo y análisis de la información

Verificar el proceso de geo referenciación de los puntos de muestreo. Realizando la revisión y verificación en el mapa base se constató que algunos de los puntos no presentan coincidencia espacial con el punto de muestreo que representan.

Es determinante definir las unidades de presentación de la información y trabajar con un Sistema de Referencia de Coordenadas unificado

Describir específicamente los lugares de muestreo utilizados y en particular definir elementos como ¿Cómo llegar al lugar? ¿distancia de referencia? ¿punto geográfico de referencia? ¿cardinalidad? ¿puntos de acceso específico? ¿acceso público, libre o privado? ¿necesidad de permisos para el acceso? ¿existencia de algún tipo de riesgo?

En etapa de campo: definir elementos para generalizar la toma de muestras como el tipo de red utilizada, la duración en la toma de muestras, el número de personas que realizan trabajo de campo no se relaciona en mayor medida elementos como profundidad del lecho, tipo de lecho, ubicación específica del barrido dentro del cauce del cuerpo de agua, Descripción de las condiciones de pluviosidad previas y aguas arriba del punto de muestreo he incluso caudal, velocidad de la corriente, etc

Presentación de la información y de las tablas consolidadas. Es común encontrar tablas con descripciones específicas y extensas que presentan el contenido completo de los datos recolectados en campo, pero no todos los documentos y estudios revisados cuentan adicionalmente con un consolidado específico que resuma información como el índice

BMW/Col determinado en cada punto de muestreo, el orden – familia y genero predominante por punto de muestreo.

Realizar un análisis utilizando la variable temporal está pendiente.

Garantizar el proceso de clasificación taxonómica es un elemento determinante en este tipo de estudios. Las herramientas de campo, laboratorio y el conocimiento específico de los animales a estudiar deben ser priorizados en aras de las garantías técnicas del estudio.

Tabla 6

Comparativo de resultados de los ejercicios de caracterización de Macroinvertebrados

Nombre	Año	Actor	Fuente Hídrica	Abundancia	% Abundancia	Familia	BMW P /Col	Calidad	Significad
Punto 1	2018	UNAD	Rio Guachicos	787	47,000	Hydropsychidae	157	BUENA	Aguas muy limpias
Punto 2	2018	UNAD	Rio Guachicos	819	48,900	Hydropsychidae	123	BUENA	Aguas limpias
Punto 3	2018	UNAD	Rio Guachicos	70	4,200	Leptophlebiidae	55	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Aguas Negras - Parte Media	2019	UNAD	Aguas Negras	477	16,400	No reporta	67	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Aguas Negras ÔÇô Parte Baja	2019	UNAD	Aguas Negras	803	27,300	No reporta	92	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Caney ÔÇô Parte Media	2019	UNAD	Caney	859	29,600	No reporta	38	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Caney ÔÇô Parte Baja	2019	UNAD	Caney	545	18,800	No reporta	38	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Maralla ÔÇô Parte Media	2019	UNAD	Maralla	110	3,800	No reporta	34	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Maralla ÔÇô Parte Baja	2019	UNAD	Maralla	112	3,900	No reporta	19	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas

Rio Guachicos Punto 1 Porvenir parte alta	2019	UNAD	Rio Guachicos	731	40,210	Hydropsychidae	88	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Punto 2. El Bombonal parte media	2019	UNAD	Rio Guachicos	420	23,100	Hydropsychidae	58	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Quebrada El Cedro punto 3 parte baja	2019	UNAD	El Cedro	141	7,760	Hydropsychidae	35	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Guachicos punto 4. Antes de la Bocatoma, parte media	2019	UNAD	Rio Guachicos	457	25,140	Hydropsychidae	37	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Rio Guachicos Punto 5 Criollo, parte baja	2019	UNAD	Rio Guachicos	69	3,800	Leptophlebiidae	23	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Punto 4 Bocatoma	2021	UNAD	Rio Guachicos	29	1,000	Leptophlebiidae	26	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Punto 5 Criollo	2021	UNAD	Rio Guachicos	0	0,000	n/a	0	MUY CRITICA	Aguas Fuertemente Contaminadas
Punto 1 Porvenir	2021	UNAD	Rio Guachicos	2254	55,000	Hydropsychidae	90	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Punto 2 Bombonal	2021	UNAD	Rio Guachicos	1256	30,000	Hydropsychidae	129	BUENA	Aguas limpias

Punto 3 Puente Guandinosa	2021	UNAD	Rio Guachicos	574	14,000	Hydropsychida e	93	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
---------------------------------	------	------	------------------	-----	--------	--------------------	----	-----------	--------------------------------------

Conclusiones

Desde el año 2016 en adelante se han venido desarrollando en la zona de la Cueva Hidrográfica del Río Guachicos varios proyectos de investigación y trabajos de campo encaminados a la determinación de la calidad del agua a través del índice BMWP/Col utilizando macroinvertebrados como indicadores. Esta iniciativa ha sido desarrollada en gran medida por La UNAD y la comunidad habitante del corregimiento de Bruselas a través de la I.E. José Eustasio Rivera.

Si bien los estudios no cuentan con una estricta similitud en cuanto a metodología de campo, periodicidad, herramientas y equipos; los resultados obtenidos son redundantes en cuanto a los valores de abundancia de especímenes, orden, familia y especies encontrados, y los valores encontrados de índice BMWP/Col tanto aguas arriba como aguas debajo de Bruselas.

La Articulación institucional y la estandarización de los procesos de investigación en la zona permitirán la continuidad en el proceso de monitoreo de la calidad de agua en la zona. Elementos como la continuidad y periodicidad de los muestreos, la estandarización de los formatos y presentación de la información, la refinación de los procesos de identificación taxonómica y la inclusión de la comunidad en general más allá de la comunidad educativa son en términos generales las estrategias de mejora sugeridas.

Recomendaciones

De acuerdo con el desarrollo en el presente proyecto aplicado y los resultados alcanzados se recomienda lo siguiente:

Se determinó que en general hacia las zona medias y bajas donde se realizó los estudios del rio 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, etc. 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 rio 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 realicen sobre este importante rio, métodos para ampliar más detalladamente la calidad del agua, mediante 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, permitiendo que la información obtenida en dichas investigaciones pueda ser incluida en el plan de ordenamiento y manejo de cuencas (POMCA) 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.

También se recomienda la implementación de más estudios que permitan establecer buena calidad de agua de manera constante, teniendo en cuenta que el agua de estas quebradas es utilizada para abastecer el acueducto del municipio de Pitalito Huila, en donde se busque nuevas alternativas que determinen y se evidencie la calidad de agua, llevando un control de la contaminación que afecta las fuentes hídricas.

Realizar estudios más amplios sobre las cuencas dentro del departamento del Huila ya que son escasos los estudió con los bioindicadores acuáticos, en lo posible aumentar los periodos de muestreo en diferentes meses del año, con un trabajo en campo más profundo donde se pueda continuar analizando diferentes factores como; el sustrato, intervención antropogénica, características de hábitat, tipos de corrientes, periodos de tiempo etc.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Pitalito. (2015). *Ruta de cambio de Pitalito 2030 Consciente y comprometido con el cambio climático*. Obtenido de <https://www.alcaldiapitalito.gov.co/publicaciones/Ruta-Cambio-Pitalito.pdf>
- Antonio. (2007). *ANÁLISIS DE AGUAS*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena: https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Carrera, C., & Karol, F. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Obtenido de EcoCiencia. Quito.: <https://drive.google.com/file/d/1FWdXNqUUjEaVwLa32C11OYeR3FNbhA51/view?pli=1>
- Castañeda, Y. C. (2018). *Identificación y Caracterización de La Red Hidrográfica de la Reserva Natural El Cedro del Municipio de Pitalito Huila*. Obtenido de [Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17723/1083909944.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavarro Scarpetta, Y. A. (2019). *Formulación del plan de educación ambiental comunitario para el cuidado y la preservación del río Guachicos de Pitalito, Huila*. Obtenido de [Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD.: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28194>
- Empitalito. (2023). *Fuente de Captación*. Obtenido de <https://empitalito.gov.co/es/servicios/fuente-de-captacion/>
- Milan, W., C. O., & A. N. (2011). *Quebrada La Popala: un análisis de calidad del agua desde algunas variables fisicoquímicas, microbiológicas y los macroinvertebrados acuáticos*.

Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/37502/25447-89510-1-PB.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Mylab. (2023). *Laboratorio de análisis clínicos*. Obtenido de

<https://www.centroanaliticopozuelo.com/2022/06/tipos-analisis-agua-existen/>

Rivero Simones, J., Canavero, A., & Latorre, E. C. (2018). *Análisis de calidad del agua para uso recreacional en la microcuenca del Arroyo Cuñapirú (Rivera, Uruguay)*. Obtenido de Revista Ibero-Americana de Ciencias Ambientales:

<https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.008.0020>

sreyes, r. t. (2023). *El Agua Potable*. Obtenido de Calameo:

<https://www.calameo.com/read/004826033c4d6737cc65f>

Varón”, G. S. (2011). *Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud [Programa de Vigilancia por Laboratorio de la Calidad de Agua para Consumo Humano]:

<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>

Villarreal, G. D. (1996). *Determinación de la calidad de agua mediante la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de 3 afluentes principales en el río Guachicos municipio de Pitalito Huila*. Obtenido de [Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD.:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2809>

Hanson, P. S. (2010). *Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Obtenido de Revista de Biología Tropical:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001&lng=en&tlng=es.

Peña Perea, S. B.-S. (2019). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en la quebrada La Calabozza (Yopal, Casanare)*. Obtenido de Entre Ciencia E Ingeniería:

<https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/1123/1100>

Samboni R, N. E., Carvajal E, Y., & Carlos E, J. (2017). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Obtenido de REVISTA

INGENIERIA E INVESTIGACIÓN:

<http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a19.pdf>

Silva, L. A. (s.f.). *Manual de Monitoreo del Agua para el Investigador Local*. Obtenido de

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS BIOLÓGICOS Alexander von

Humboldt:

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13513/45300_61840.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Apéndice

Apéndice A

Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO para Macroinvertebrados en el periodo 2018 – 2022.

Nombre	Año	Estudio	Fuente Hidrica	Abundancia	Porcentaje Abundancia	Familia	BMWP / Col	Calidad	Significad
Punto 1	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	Rio Guachicos	787	47	Hydropterygidae	157	BUENA	Aguas muy limpias
Punto 2	2018	Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del rio	Rio Guachicos	819	48.9	Hydropterygidae	123	BUENA	Aguas limpias

		Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito				s y c h i d a e			
Punto 3	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	Río Guachicos	70	4.2	L e p t o p h l e b i d a e	55	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Aguas Negras - Parte Media	2019	Determinación de la Calidad de Agua Mediante la Comunidad de Macroinvertebrados como Bioindicadores de 3 Afluentes Principales en el Río Guachicos Municipio de Pitalito Huila	Aguas Negras	477	16.4	N o R e p o r t a	67	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Aguas Negras - Parte Baja	2019	Determinación de la Calidad de Agua Mediante la Comunidad de Macroinvertebrados como Bioindicadores de 3 Afluentes Principales en el Río Guachicos Municipio de Pitalito Huila	Aguas Negras	803	27.3	N o R e p o r t a	92	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas

Rio Guachicos Punto 1 Porvenir parte alta	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el rio Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua	Rio Guachicos	731	40.12	H y d r o p s y c h i d a e	88	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Maralla – Parte Media	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	Maralla	110	3.8	N o R e p o r t a	34	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Maralla – Parte Baja	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	Maralla	112	3.9	N o R e p o r t a	19	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Quebrada El Cedro punto 3 parte baja	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el rio Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua	Rio Guachicos	141	7.76	H y d r o p s y	35	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas

						c h i d a e			
Rio Guachicos Punto 5 Criollo, parte baja	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el rio Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua	Rio Guachicos	69	3.8	L e p t o p h l e b i d a e	23	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas
Caney – Parte Media	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	Caney	859	29.6	N o R e p o r t a	38	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Caney – Parte Baja	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	Caney	545	18.8	N o R e p o r t a	38	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas

Punto 2. El Bombonal parte media	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el río Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua	Río Guachicos	420	23.1	H y d r o p s y c h i d a e	58	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Guachicos punto 4. Antes de la Bocatoma, parte media	2019	Monitoreo de macroinvertebrados en el río Guachicos, usándolos como bioindicadores para determinar la calidad del agua	Río Guachicos	457	25.14	H y d r o p s y c h i d a e	37	DUDOSA	Aguas Moderadamente Contaminadas
Pto1 Porvenir	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río Guachicos del municipio de Pitalito, Huila	Río Guachicos	2254	55	H y d r o p s y c h i	90	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas

						d a e			
Pto3 Puente Guandinosa	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río Guachicos del municipio de Pitalito, Huila	Rio Guachicos	574	14	H y d r o p s y c h i d a e	93	ACEPTABLE	Aguas Ligeramente Contaminadas
Pto2 Bombonal	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río Guachicos del municipio de Pitalito, Huila	Rio Guachicos	1256	30	H y d r o p s y c h i d a e	129	BUENA	Aguas limpias
Pto4 Bocatoma	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río	Rio Guachicos	29	1	L e p t o p	26	CRITICA	Aguas Muy Contaminadas

		Guachicos del municipio de Pitalito, Huila				h e b i d a e			
Pto5 Criollo	2021	Monitoreo a la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en el río Guachicos del municipio de Pitalito, Huila	Rio Guachicos	0	0	N o R e p o r t a	1	MUY CRITICA	Aguas Fuertemente Contaminadas

Apéndice B

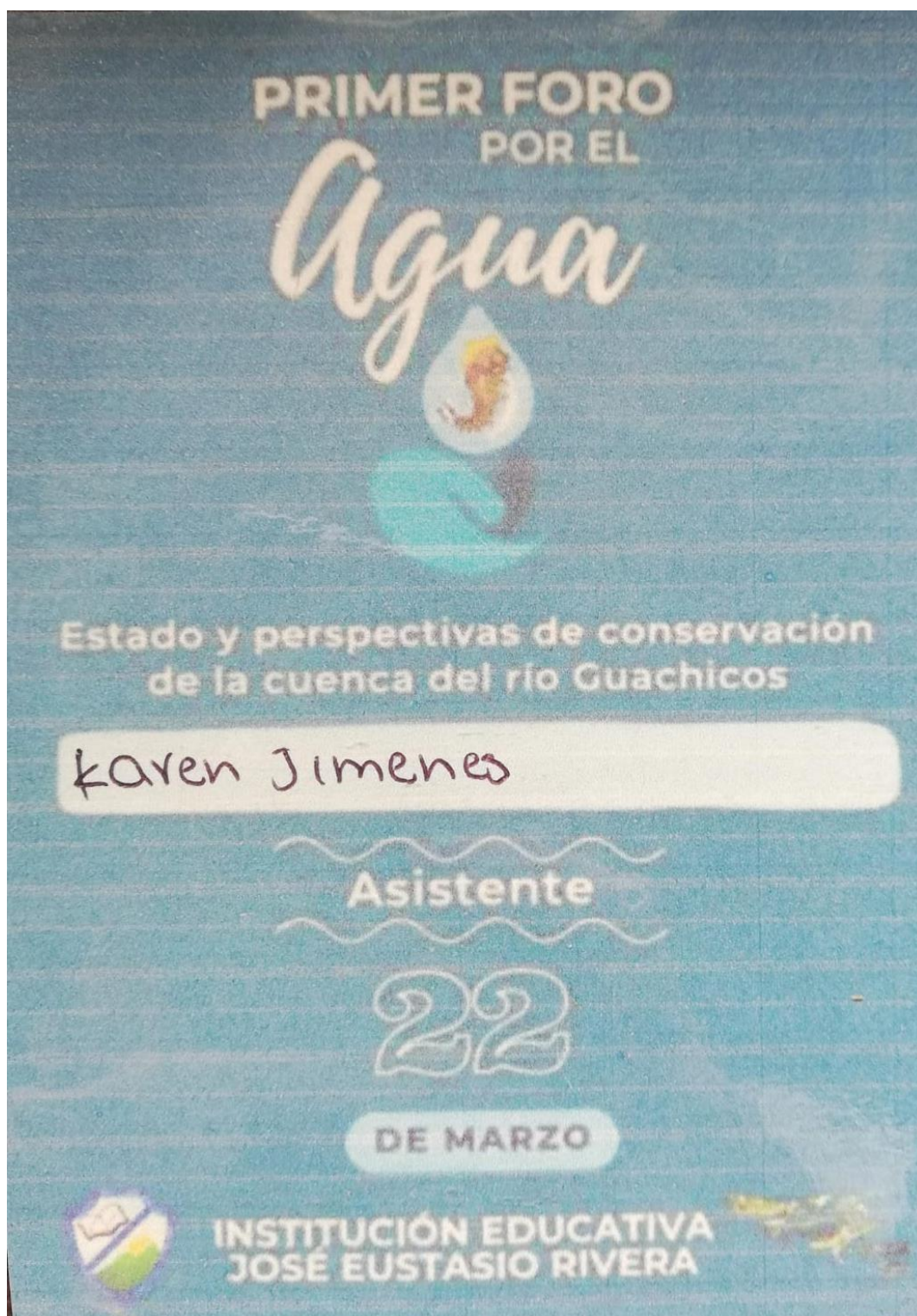
Tabla consolidada de estudios UNAD – ECPAMA – INYUMACIZO Físicoquímicos en el periodo 2018 – 2022

Nombre	Año	Tipo	Estudio	Fuente Hídrica	ICA	ICOMI	ICOM O	ICOSU S	No Muestr e
Punto 4	2020	Punto de Muestre o	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	Aguas Negras	Regular	Baja	Baja	Muy Baja	4
Punto 5	2020	Punto de Muestre o	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	El Cedro	Regular	Baja	Media	Muy Baja	4
Punto 6	2020	Punto de Muestre o	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	Rio Guachicos	No Reporta	No Reporta	No Reporta	No Reporta	4
Punto 7	2020	Punto de Muestre o	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	Rio Guachicos	No Reporta	No Reporta	No Reporta	No Reporta	4

Punto 8	2020	Punto de Muestreo	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	Rio Guachicos	No Reporta	No Reporta	No Reporta	No Reporta	4
Punto Muestreo	2022	Punto de Muestreo	Evaluación de la calidad del agua superficial a través de los índices ICA, ICOMI, ICOMO e ICOSUS. Caso de estudio: microcuenca del río Guachicos, fuente abastecedora del acueducto del municipio de Pitalito-Huila	Rio Guachicos	Aceptable	Ninguna	Alta	Ninguna	4
Punto 1	2020	Punto de Muestreo	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	El Roble	Regular	Baja	Media	Muy Baja	4
Punto 2	2020	Punto de Muestreo	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	La Maralla	Mala	Baja	Alta	Muy Baja	4
Punto 3	2020	Punto de Muestreo	Determinación del estado de la calidad del agua y la contaminación en los afluentes del río Guachicos en la zona alta de la Sub-cuenca, en Pitalito Huila	Caney	Regular	Baja	Alta	Muy Baja	4

Apéndice C

Certificados de Asistencia en el Foro por el agua



PRIMER FORO
POR EL

Agua



Estado y perspectivas de conservación
de la cuenca del río Guachicos

Luis Famer Camilla

Asistente

22

DE MARZO



INSTITUCIÓN EDUCATIVA
JOSÉ EUSTASIO RIVERA

