

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRANSECTO DE LA
PARTE MEDIA DEL RÍO RUMIYACO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, MUNICIPIO DE MOCOA,
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

ASTRID CAROLINA MOLINA RIASCOS

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
MOCOA
2016**

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRANSECTO DE LA
PARTE MEDIA DEL RÍO RUMIYACO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS
ACUÁTICOS Y PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS, MUNICIPIO DE MOCOA,
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

ASTRID CAROLINA MOLINA RIASCOS

Trabajo de grado, modalidad tesis para otorgar el título de Ingeniera Ambiental

Asesor

Esp. MIGUEL ANGEL CANCHALA DELGADO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
MOCOA
2016

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Mocoa, 12 de Diciembre de 2016

Nota: "Los conceptos, afirmaciones y opiniones contenidos en el presente trabajo son responsabilidad única y exclusiva de sus autores y no compromete al Instituto Tecnológico del Putumayo". (CIECYT).

A los miembros del jurado que me permitieron participar en esta actividad académica, por haberme dado la oportunidad de demostrar mis conocimientos y habilidades, y por haberme permitido crecer como profesional y como persona.

A mis padres, por haberme dado la vida y por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

A mis hermanos, por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

A mi familia, por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

A mi profesora, por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

A mi familia, por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

A mi familia, por haberme enseñado a ser una persona responsable y comprometida con mi familia y con mi país.

GRACIAS A TODOS

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida, acompañado y guiado a lo largo de este proceso de formación, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje y experiencias.

A mi madre por apoyarme en todo momento, por los valores que me ha inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos Jerry, Juan y Nicole por ser el motor de mi vida y contar con ellos en todo este proceso.

A mi abuelita Carmen por toda su comprensión y apoyo en todo el proceso de mi vida y apoyarme en todo momento a pesar de las circunstancias, te quiero mucho.

A mis familiares por darme el apoyo moral que necesitaba para lograr terminar este proceso de aprendizaje.

A todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera contribuyeron a que lograré esta meta que me propuse en mi vida, y que me han permitido crecer tanto profesional como personal.

A mi ángel de la Guarda, Manuel Santiago Madroño Benavides.

GRACIAS A TODOS

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco principalmente a Dios por haberme dado la fortaleza de seguir en aquellos momentos de debilidad.

A mi madre SILENY DEL CARMEN MOLINA RIASCOS por el sacrificio que realiza cada día de su vida para poder educarme y darme todo su apoyo moral en este proceso de formación.

A mis familiares por toda su colaboración para la realización del trabajo de campo.

A mí querido novio DARIO FERNANDO MELO AGUDELO por sus valiosos comentarios y colaboración en este trabajo.

Al Instituto Tecnológico del Putumayo por darme la oportunidad de formarme y brindarme las herramientas para cumplir esta meta.

Al Especialista MIGUEL ANGEL CANCHALA DELGADO por su apoyo y constante asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

LUISA FERNANDA ÁLVREZ ARANGO, Jefe Unidad de Gestión Ambiental de la Universidad Católica de Oriente por su colaboración en la identificación de los macroinvertebrados acuáticos colectados y así cumplir con mi objetivo.

*“El problema no es plata, el problema es el conocimiento”
Pensar por sí mismo.
(Jaime Escobar)*

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	18
INTRODUCCIÓN.....	19
1. TITULO.....	21
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	23
1.4 OBJETIVOS.....	24
1.4.1 Objetivo general.....	24
1.4.2 Objetivos específicos	24
1.5 MARCO DE REFERENCIA.....	25
1.5.1 Estado del arte.....	25
1.5.2 Marco teórico	28
1.5.4 Marco legal	49
1.5.4 Marco Conceptual.....	52
1.5.5 Marco contextual.....	55
1.6 METODOLOGIA	57
1.6.1 Área de estudio.....	57
1.6.2 Tipo de investigación	57
1.6.3 Diseño metodológico	58
1.6.4 Método.....	58
1.6.5 Línea de investigación	58
1.6.6 Sublínea de investigación	58

1.6.7 Muestra	58
1.6.8 Análisis fisicoquímicos	67
1.6.9 Análisis microbiológicos	68
1.6.10 Aforo de caudales	70
2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	74
2.1 COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS	74
2.2 INDICE BMWP/Col	80
2.3 ANALISIS FISICOQUÍMICO	82
2.3.1 Alcalinidad.....	84
2.3.2 Conductividad	84
2.3.3Dureza Total	85
2.3.4Fosfatos	86
2.3.5Nitratos.....	87
2.3.6 pH	88
2.3.7 Temperatura del Agua	89
2.3.8 Sólidos Suspendidos Totales.....	90
2.3.9 Sólidos Totales	91
2.3.10 Oxígeno Disuelto	92
2.3.11 Turbidez.....	93
2.4 ANALISIS MICROBIOLÓGICO.....	94
2.4.1 Coliformes Totales	95
2.4.2 Coliformes Fecales	96
2.5 AFORO DE CAUDAL.....	97

3. CONCLUSIONES.....	99
4. RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS	109

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Referencia de calidad del agua Art. 42	48
Tabla 2. Referencia de calidad del agua Art. 43	49
Tabla 3. Leyes que regulan el recurso hídrico y el medio ambiente en el país.	50
Tabla 4. Rotulo para frascos para conservación de las muestras de macroinvertebrados	64
Tabla 5. Puntos asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del índice de BMWP/col (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006).....	66
Tabla 6. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP Col y ASPT (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006)....	67
Tabla 7. Métodos utilizados para la medición de las variables fisicoquímicas y microbiológicas	69
Tabla 8. Asociación de macroinvertebrados del río Rumiayaco	74
Tabla 9. Resultados del índice BMWP/Col en el tramo 1	81
Tabla 10. Resultados del índice BMWP/Col en el tramo 2	81
Tabla 11. Resultados del índice BMWP/Col en el tramo 3	82
Tabla 12. Promedio de parámetros fisicoquímicos tomados en época de invierno	83
Tabla 13. Promedio de parámetros fisicoquímicos tomados en época de verano	83
Tabla 14. Promedio de parámetros microbiológicos tomados en época de invierno	94
Tabla 15. Promedio de parámetros microbiológicos tomados en época de verano.....	95
Tabla 16. Valores promedio de los caudales en cada tramo	97

LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Delimitación de una Subcuenca hidrográfica con su red de drenaje	28
Figura 2. Ciclo hidrológico	30
Figura 3. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático	36
Figura 4. Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático	37
Figura 5. Macroinvertebrados representantes del bentos en un ecosistema acuático	38
Figura 6. Orden Ephemeroptera	39
Figura 7. Orden Plecóptera	39
Figura 8. Orden Trichoptera	40
Figura 9. Orden Coleóptera	41
Figura 10. Orden Odonata	41
Figura 11. Localización General de la Cuenca del Rio Rumiayaco	56
Figura 12. Localización del área de investigación	57
Figura 13. Tramo 1	59
Figura 14. Tramo 2	60
Figura 15. Tramo 3	61
Figura 16. Método colección directa	61
Figura 17. Método colecta con red de pantalla	62
Figura 18. Método colecta con red surber	63
Figura 19. Preservación de las muestras con alcohol al 70%	63
Figura 20. Conservación de las muestras	64
Figura 21. Lavado, tamizado y preclasificación de las muestras	65
Figura 22. Toma de muestra de agua para análisis fisicoquímico	68
Figura 23. Toma de muestra de agua para análisis microbiológico	69

Figura 24. Factor de corrección (K)	72
Figura 25. Método para estimación del aforo en el río Rumiayaco	73

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. Órdenes con mayor número de individuos	77
Gráfica 2. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 1	78
Gráfica 3. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 2	78
Gráfica 4. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 3	79
Gráfica 5. Número de individuos en las fecha de muestreo	80
Gráfica 6. Alcalinidad	84
Gráfica 7. Conductividad	85
Gráfica 8. Dureza total	86
Gráfica 9. Fosfatos	87
Gráfica 10. Nitratos	88
Gráfica 11. pH	89
Gráfica 12. Temperatura	90
Gráfica 13. Sólidos suspendidos totales	91
Gráfica 14. Sólidos totales	92
Gráfica 15. Oxígeno disuelto	93
Gráfica 16. Turbidez	94
Gráfica 17. Coliformes totales	95
Gráfica 18. Coliformes fecales	96
Gráfica 19. Caudal promedio de los tramos (m ³ /s)	98

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la velocidad en el río	71
Ecuación 2. Fórmula para el cálculo de la profundidad media.....	71
Ecuación 3. Fórmula para el cálculo del área transversal.....	72
Ecuación 4. Fórmula para el cálculo del caudal en el río.....	72

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados identificados en el tramo 1 además del número de individuos colectados.....	110
Anexo B Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados identificados en el tramo 2 además del número de individuos colectados.....	113
Anexo C Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados identificados en el tramo 3 además del número de individuos colectados.....	115
Anexo D Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 1, en época de invierno (agosto).....	117
Anexo E Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 2, en época de invierno (agosto).....	119
Anexo F Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 3, en época de invierno (agosto).....	121
Anexo G Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 2, en época de verano (octubre).....	123
Anexo H Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 2, en época de verano (octubre).....	125
Anexo I Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 3, en época de verano (octubre).....	127

RESUMEN

Entre Agosto y Octubre, temporada de lluvia y seca, de 2016 se realizó un estudio en un transecto de la parte media del río Rumiyaco de la ciudad de Mocoa Putumayo en tres tramos: 100 metros del puente del río Rumiyaco aguas arriba (T1), en el puente (T2) y 200 metros aguas abajo donde se presenta una fuerte actividad recreativa los fines de semana (T3).

El objetivo fue determinar la calidad del agua de un transecto de la parte media del río Rumiyaco mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, que posteriormente permitirían finiquitar si el río Rumiyaco cumple con criterios de calidad estipulados en el decreto 1594 de 1984 para fines recreativos de contacto primario y secundario.

La colecta de las muestras se llevó a cabo utilizando los métodos: colección directa, red de pantalla y red Surber, con los datos registrados se aplicó el índice BMWP/Col, según (Álvarez, 2006), para determinar la calidad del agua del transecto evaluado. Para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se tomó una muestra simple en cada tramo.

Según la calificación de las familias el valor del BMWP/Col estuvo entre el rango de 130 a 133, donde nos arroja una calidad buena, lo que significa que las aguas del transecto muestreado de la parte media del río Rumiyaco no están contaminadas y su representación es de color azul.

Con los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se concluye que estas aguas son aptas para uso recreacional para contacto primario y secundario; ya que no representan un riesgo para la salud humana.

PALABRAS CLAVES: Bioindicadores, Calidad del agua, Macroinvertebrados acuáticos, parámetros fisicoquímicos, Río Rumiayaco.

ABSTRACT

Between August and October, rainy season and dry, 2016 a study was conducted in a transect of the middle part of the river Rumiyaco of the city of Mocoa, Putumayo in three tranches: 100 meters from the bridge of the river Rumiyaco upstream (T1), in the bridge (T2) and 200 meters downstream where it presents a strong recreational activity on weekends (T3).

The objective was to determine the quality of the water of a transect of the middle part of the river Rumiyaco using aquatic macro-invertebrates and physico-chemical parameters that subsequently would finalize if the river Rumiyaco complies with quality criteria stipulated in the Decree 1594 of 1984 for recreational purposes of primary and secondary contact.

The collection of the samples was carried out using the methods: direct collection, screen network and Surber sampler, with the recorded data is applied the BMWP index/Col, according to (Alvarez, 2006), to determine the quality of the water of the transect evaluated. For the physicochemical and microbiological parameters took a sample simple in each tranche.

According to the rating of the families the value of the BMWP/Col was among the range of 130 to 133, where we cast a good quality, which means that the waters of the transect sampled the middle part of the river Rumiyaco are not polluted and its representation is blue in color.

With the results of the physicochemical and microbiological parameters it is concluded that these waters are suitable for recreational use for primary and secondary contact; since they do not represent a risk to human health.

KEYWORDS: Bioindicators, water quality, Aquatic Macro-invertebrates, physico-chemical parameters Rumiyaco River.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva. Por tal motivo, algunos organismos proporcionan información de cambios fisicoquímicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad. La combinación del rápido crecimiento poblacional humano, la industrialización y la urbanización son causas directas asociadas a la contaminación del agua (Martinez, 2010).

Por un lado los ríos representan un componente esencial de nuestro patrimonio natural y cultural. Sin embargo, han sufrido un importante deterioro ecológico desde mediados del siglo pasado, debido fundamentalmente a la regulación de los caudales, los encauzamientos, la ocupación de las riberas, la agricultura, la industria y la urbanización. Como resultado de este deterioro, el 80 por ciento de la población mundial se encuentra actualmente afectada por la degradación de los ríos (Ladrera, Rieradevall, & Prat, 2013).

Así de esta manera se establecen ciertos indicadores ambientales que permiten diagnosticar la calidad de las aguas; uno de estos indicadores biológicos son los macroinvertebrados, animales que habitan en diferentes ecosistemas acuáticos y que con su presencia o ausencia indican la calidad del agua que se tiene en un tramo de estudio (Aguirre Andrade, 2011).

El uso de indicadores biológicos como los macroinvertebrados acuáticos en la determinación de calidad ecológica de cuerpos de agua de ecosistemas tanto loticos como lénticos se ha incrementado en los últimos años principalmente en países desarrollados. La presencia y abundancia de estos organismos son

registros que al ser analizados bajo índices bióticos pueden arrojar información acerca del estado y calidad del curso de agua en estudio, (Biocagua, s.f).

En términos generales se puede decir que los macroinvertebrados bentónicos cambian su estructura y funcionamiento al modificarse las condiciones ambientales de sus hábitats naturales, principalmente la calidad de agua, los cuales son afectados por la acción de factores antropogénicos como son los cambios en el uso de la tierra, la transformación del paisaje, la contaminación, la sobreexplotación de sus recursos, la ocupación de las planicies de inundación, los cambios de cursos, la derivación de canales para usos agropecuarios, entre otros. Cuya condición se ve reflejada en el estado ecológico del cuerpo de agua y la diversidad de macroinvertebrados bentónicos (Llano, 2012).

Sin embargo un conocimiento preciso de la calidad del agua involucra no solamente análisis fisicoquímicos y microbiológicos sino que también hay que tomar en cuenta que los macroinvertebrados acuáticos son animales que demuestran cambios frente a cualquier alternación que se genera, sea esta causada de forma antrópica o natural, que pueda ser originada en un tiempo y espacio determinado (Aguirre Andrade, 2011).

Por ende la evaluación basada en macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la contaminación del agua genera información de los cambios y perturbaciones que se genera y afectan los ecosistemas acuáticos, en nuestro caso de estudio un transecto de la parte media del río Rumiayaco.

En efecto este trabajo se desarrolló con el fin de determinar la calidad del agua en un transecto de la parte media del río Rumiayaco mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, así mismo relacionar las variables ambientales con las comunidades de macroinvertebrados, indicando el grado de afectación actual del recurso hídrico.

1. TITULO

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRANSECTO DE LA PARTE MEDIA DEL RÍO RUMIYACO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MUNICIPIO DE MOCOA, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el grado de la calidad del agua que puede identificarse a través del estudio de macroinvertebrados acuáticos en un transecto de la parte media del río Rumiyaco?

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El agua ha estado siempre presente en todas las actividades del hombre, como protagonista principal de su desarrollo y del recorrido hacia la civilización, condicionando su propia supervivencia; esto ha llevado a idear y desarrollar las más diferentes formas de aprovechamiento. La escasez del recurso, la dificultad de acceder al mismo y la mala calidad van de la mano de la pobreza y de las enfermedades (Defensoría del Pueblo, 2005).

Por otro lado el ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación, pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades: pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, entre otros. Se encuentran, en cantidades mayores o

menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida (Echarri, 2007).

Por lo cual en 1948 la Declaración de los Derechos del Hombre establece que toda persona tiene derecho a un nivel de vida suficiente para asegurar su salud, su bienestar y el de su familia, lo que sin lugar a dudas incluye el derecho humano al uso del agua.

Según (Roldán, 1992), la contaminación del agua tiene que ver con la transmisión de elementos, compuestos o microorganismos que pueden perjudicar la salud del hombre o de los animales que la beben, en dicho caso, el agua desempeña el papel de vehículo del agente contaminante y no está relacionada con un ambiente ecológico alterado, es decir que la calidad del agua puede ser alterada sin que el ecosistema lotico como tal sea perturbado.

Durante los últimos 200 años el hombre ha acelerado los procesos de eutrofización modificando tanto la calidad de las aguas, como las estructuras de las comunidades biológicas debido al aumento en carga orgánica e inorgánica de los cuerpos de agua, manifiesta (Martinez, 2010).

En la ciudad de Mocoa se cuenta con una gran variedad hidrobiológica las cuales se están viendo afectadas por la contaminación que estamos viviendo actualmente, este es el caso del río Rumiayaco el cual se está viendo afectado ya que este afluente es utilizado por los Mocoanos como un balneario y es la misma comunidad lo que está alterando este recurso ya que a lo que visitan este lugar votan residuos sólidos al agua, también los vertimientos de aguas residuales de uso doméstico directamente a los cuerpos de agua, como en la quebrada Minchoy y en general, a pozos sépticos que por no estar bien adecuados, pueden generar contaminación por escorrentía a las fuentes hídricas cercanas (CORPOAMAZONIA, 2008).

Por lo tanto lo que se pretende es determinar la calidad de agua de un transecto de la parte media del río Rumiayaco mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, en este estudio se realizarán seis muestreos biológicos en época lluvia y seis muestreos en época de verano en tres tramos de la parte media del río, por otro lado se llevará a cabo la toma de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para conocer el estado actual del área de estudio y comparar los resultados obtenidos con los valores admisibles para el uso recreativo establecidos en el decreto 1594 de 1984.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Según (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, s.f), la utilización de macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua, ha venido ganando aceptación a nivel mundial. Por lo cual el río Rumiayaco es un lugar ideal para la aplicación de esta metodología, tanto por el escaso conocimiento de la fauna de macroinvertebrados en esta región. También es necesario evaluar el impacto de las actividades antropogénicas en el agua para conocer el estado actual de esta zona, ya que de la calidad del agua dependen el bienestar y salud de las personas, además de toda la biodiversidad perteneciente a esta región.

Para (Álvarez & Pérez, 2007), la evaluación de la calidad de agua por medio de indicadores biológicos ofrece una técnica práctica, fácil y precisa para conocer la calidad de agua ecológica y apta por tener resultados variados, comparables y diferentes a los tradicionales fisicoquímicos.

Adicionalmente, estas nuevas metodologías presentan una serie de ventajas, entre las cuales se pueden citar: requieren de equipos simples y relativamente baratos, metodologías sencillas, rapidez en la obtención de los resultados y una alta confiabilidad, ya que dan información acerca de las variaciones a

través del tiempo, lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de las cuencas y ríos en general (Gutiérrez, Riss, & Ospina, 2006). Así, la bioindicación puede contribuir en la solución de problemas ambientales y el uso sostenible de los recursos (Álvarez & Pérez, 2007).

Teniendo en cuenta estos aspectos y resaltando la importancia del agua, surge la necesidad de determinar la calidad del agua un transecto de la parte media del río Rumiayaco mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos y de esta manera clasificar taxonómicamente los diferentes macroinvertebrados encontrados en este cuerpo de agua.

Además con este trabajo se obtendrán indicadores de calidad de agua utilizando los métodos de recolección directa, recolección con red surber y recolección con red de pantalla, los cuales permitirán comparar los resultados obtenidos en campo y de esta forma lograr la conservación del ecosistema.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la calidad del agua en un transecto de la parte media del río Rumiayaco mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los macroinvertebrados acuáticos presentes en los puntos de colección en un transecto de la parte media del río Rumiayaco.

- Reconocer la taxonomía de los macroinvertebrados acuáticos presentes en un transecto de la parte media del río Rumiayaco.
- Realizar la evaluación de la calidad del agua a través de los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

1.5 MARCO DE REFERENCIA

Dentro de este se incluye el estado de arte, marco teórico, marco legal, marco conceptual y marco contextual, donde se exponen aquellas teorías, investigaciones y antecedentes generales que se consideran válidas para el desarrollo de este trabajo, los cuales se presentan a continuación.

1.5.1 Estado del arte

Se han realizado estudios a nivel mundial, sobre macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua, entre ellos se destacan España, El salvador, Cuba, Perú, Brasil y Colombia.

De los países de sur América, Colombia en los últimos años ha presentado estudios de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua en sus efluentes (Llano, 2012).

Dentro de los departamentos de Colombia, Putumayo ha realizado estudios sobre macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en sus cuerpos de agua.

En el año 1998 ROSER & CARVAJAL, realizaron un estudio de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de contaminación en la parte baja del río Sangoyaco (municipio de Mocoa). Donde evaluaron la fauna

béntica mediante una recolección de macroinvertebrados por el método de flotación, manual y captura con malla de bentos para luego ser identificados y analizados mediante claves taxonómicas y encontraron especies como macrobentos del orden Odonata, género Hetaerina que indican la descomposición orgánica y liberación de oxígeno disuelto a causa del golpeo del agua con las piedras.

Asimismo, ROMO & ROSAS en 1999 llevaron a cabo el proyecto de caracterización de la incidencia antrópicas sobre la fauna béntica (macroinvertebrados), la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en la zona baja del río Rumiaco, municipio Mocoa. Los cuales estuvieron orientados a identificar algunos componentes estructurales de la taxocenosis de la fauna béntica, junto con el registro de los parámetros físico - químicos y bacteriológicos que representan el ambiente acuático y permiten la evaluación de calidad de agua, de modo que la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bénticos del río Rumiaco, presentan dominancia y adaptabilidad del género aracroneuria lo que demuestra en alto porcentaje de oxígeno disuelto.

Por otro lado, MALLAMA & VALLEJO en 2002 investigaron sobre la caracterización preliminar de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de calidad del agua de la microcuenca río Tamauca municipio de Santiago – departamento del Putumayo. Los cuales hicieron una caracterización de los elementos estructurales y funcionales de la comunidad de fauna béntica de la microcuenca río Tamauca donde determinaron mediante parámetros de bioindicación la calidad de agua, puesto que demuestran la diversidad como indicadores biológicos de la calidad de agua ha sido un ecosistema moderadamente alterado o intervenido por factores extrínsecos que repercuten en el equilibrio de la composición del medio acuático.

De igual manera, ALONSO & CAMARGO en 2005 realizaron estudios sobre el estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de

macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. En este estudio los autores demostraron que los macroinvertebrados acuáticos son una herramienta eficaz para valorar perturbaciones causadas por la contaminación por materia orgánica, la eutrofización y las actividades mineras.

Según, MUÑOZ en el año 2005 realizó estudios sobre macroinvertebrados bioindicadores de la calidad del agua en Cuba, quien fue el primero en realizar este tipo de estudios en este país, se planteó un uso de índices biológicos que no requerían del conocimiento de la fauna a un nivel específico, que es compensado con un buen conocimiento de las familias bioindicadoras de la calidad de agua en ríos cubanos y sus valores de tolerancia a la contaminación, aplicando el índice BMWP-Cu y validándolo con datos obtenidos en investigaciones realizadas.

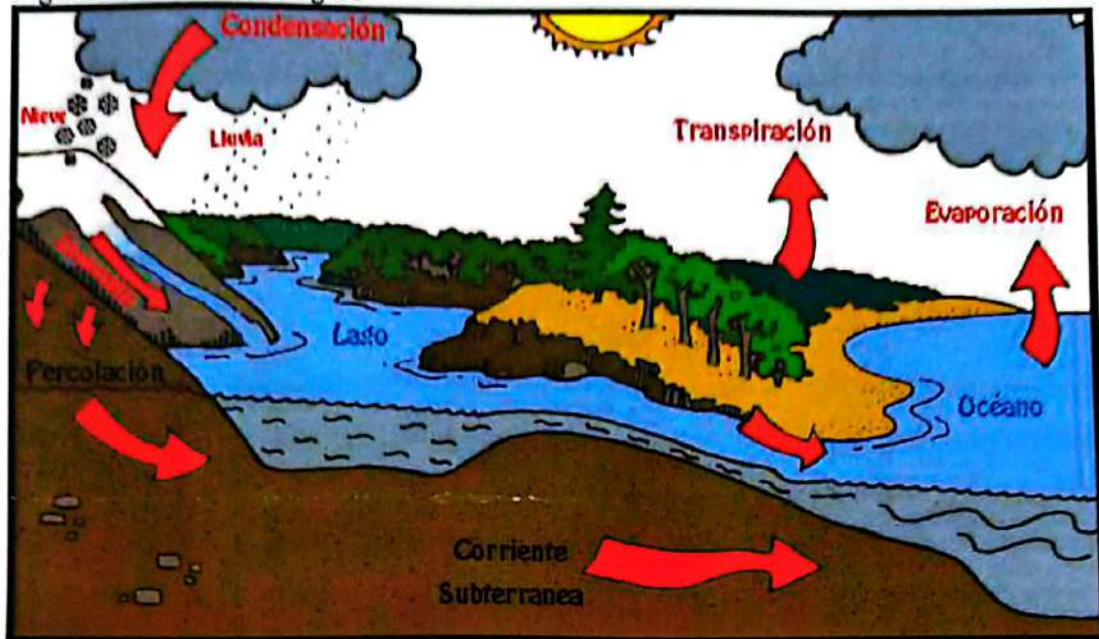
Igualmente, GIACOMETTI & BERSOSA en 2006 realizaron un estudio sobre macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi Antioquia. Al realizar la evaluación tanto biológica como fisicoquímicas se concluye que para el año 2010 la calidad del agua del río Alambi en un contexto general es de buena calidad y buena capacidad de auto-depuración y apta para ser preservada y utilizada como un recurso para la conservación de la flora y fauna de la zona.

De esta forma en el año 2007 ÁLVAREZ & PÉREZ, hicieron una evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras. El objetivo del estudio fue caracterizar la calidad de las aguas del río Yeguaré y cinco de sus afluentes mediante la utilización de índices biológicos complementada con parámetros fisicoquímicos. Donde el Río Yeguaré por medio del análisis fisicoquímico tiene una puntuación de 3 lo que indica una calidad de agua regular y está respaldado por los resultados de los mismos índices bióticos.

1.5.2.2 Ciclo hidrológico

Para (aparicio Mijares, 2007), el agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las Corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar. Figura 2.

Figura 2. Ciclo hidrológico



Fuente: Hidrología UJCV

1.5.2.3 Ecosistema Acuático

El ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que allí viven con la calidad fisicoquímica del agua, la atmósfera y el medio terrestre que lo rodea. Desde el punto de vista estructural todo ecosistema (acuático o terrestre), se compone de factores bióticos y abióticos, dentro de una dinámica de interrelación definida y delimitada por estos mismos como una composición dentro del ecosistema y las condiciones edafológicas. El ecosistema acuático ya sea estuario, laguna, charca estacional, embalse, río, etc., se compone de elementos que dependen de los aportes alóctonos y de la capacidad de reciclamiento de materia orgánica. Entre estos se pueden nombrar factores bióticos como fitoplancton, zooplancton, bentos, neuston y neuston y dentro de los abióticos están temperatura, luz, nutrientes, pH, gases disueltos, sustrato, entre otros. La regulación poblacional es esencial en la permanencia de las especies dentro de un ecosistema establecido, (Roldán, 2003).

1.5.2.3 Los Ríos

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define río como una "corriente de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar". Esta definición podría ser correcta desde un punto de vista hidráulico, sin embargo, desde un punto de vista ecológico resulta una simplificación importante de la realidad, puesto que un río es un ecosistema formado por el volumen de agua al que se refiere la RAE, pero también por el agua subsuperficial, por el propio cauce, con sus componentes físicos y químicos, por la zona de ribera y por todos los organismos que habitan en estos hábitats y las interacciones entre ellos. En este sentido, un elevado porcentaje del deterioro que vienen sufriendo los ríos en los últimos años e incluso siglos, se debe a esta concepción simplificada de los mismos (Ladrera Fernández, 2012).

Los ríos se identifican por una corriente unidireccional que lo recorre, la cual influye en las características del cauce y de los organismos que lo habitan, por lo general los ríos de montaña por su longitud y ubicación, son muy susceptibles en la parte baja a la influencia del entorno debido a áreas reducidas por diferentes actividades sobre la cuenca, una de las principales características de los ríos de montaña es la corriente que hace que el río varíe en forma continua desde su nacimiento hasta la desembocadura, por esta razón en un río se presenta secesión natural que es una dinámica interna ligada a intervenciones antrópicas a lo largo del cauce, lo expresa (Umaña, s.f).

1.5.2.4 Calidad Biológica del Agua

Según (Álvarez & Pérez, 2007) el término calidad, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición. Por el contrario es un concepto relativo que depende del destino final del recurso. De modo que, y a título de ejemplo, las aguas fecales en ningún caso se podrían considerar de calidad apropiada para la bebida, por los problemas sanitarios que conllevaría su uso. Sin embargo, por su alto contenido en materia orgánica

podrían resultar excelentes para el riego de plantas ornamentales o de plantaciones forestales.

Del mismo modo aguas de alta montaña, que intuitivamente se asociarían con pureza y buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed, por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental, (Tercedor, 1996).

No obstante, algunos autores definen la calidad del agua como su aptitud para los usos beneficiosos a que se ha venido dedicando en el pasado, es decir, como medio de sustento para el ser humano y los animales, para el riego de la tierra y la recreación entre otras cosas, (Correa, 2000).

1.5.2.5 Indicadores de Calidad

Todo organismo es un indicador del medio en el que se desarrolla ya que su presencia se identifica por la capacidad de adaptarse a distintos elementos de tensión que alteran la calidad del agua, por ello un indicador biológico se refiere a la población de especies que indican cómo se encuentre el estado ecológico de un cuerpo de agua, indica (Arce, 2006). La importancia de los indicadores ecológicos es que por medio de organismos se puede estudiar el cambio de los procesos en los sistemas acuáticos, teniendo en cuenta ventajas que permiten detectar la aparición de elementos contaminantes en el recurso hídrico, por medio de la utilización de indicadores de calidad se conoce el nivel de contaminación de una fuente hídrica obteniendo a la vez información pertinente que sirva para la toma de decisiones (Arce, 2006).

Según (Álvarez arango, 2005), las razones por las cuales se consideran los macroinvertebrados como los mejores indicadores de calidad del agua son:

- Son visibles a simple vista.
- Son abundantes y de amplia distribución

- Las técnicas de muestreo son fáciles, están estandarizadas y no requieren equipos costosos.
- La mayoría son sedentarios, por lo tanto, reflejan las condiciones locales.
- Los ciclos de vida relativamente largos, les permiten permanecer en los ecosistemas acuáticos el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración en su abundancia y diversidad.
- Como son tan diversos, presentan una gama muy grande de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación (Hellawell, 1986 en Alba Tercedor, 1996; Rosenberg y Resh, 1993b)
- Varían poco genéticamente.
- Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos.
- No es necesario realizar identificaciones a nivel de especie para aplicar los índices, sino que basta con realizar el reconocimiento a nivel de familia.

Esta es una gran ventaja en nuestro medio, ya que el estado de conocimiento que se tiene en Colombia de la fauna de macroinvertebrados acuáticos, aún no permite llegar a un refinamiento del sistema de evaluación.

1.5.2.6 Monitoreo y Evaluación de Calidad de Agua

(Chapman, 1996), define el monitoreo de calidad de agua como la colección actual de información en ubicaciones específicas con intervalos regulares para conseguir la información necesaria para definir condiciones actuales y establecer tendencias, entre otros. Por otro lado, la evaluación de calidad de agua está definida como el proceso completo de la evaluación de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, efectos humanos y usos adecuados, particularmente los usos que pueden afectar la salud humana y la salud del sistema acuático.

1.5.2.7 Macroinvertebrados Acuáticos

(Roldán, 1992), los describe como organismos que no tienen espina dorsal y que son visibles sin usar un microscopio. En la mayoría de los riachuelos, la energía disponible para los organismos se almacena en las plantas y se pone a disposición de la vida animal en forma de hojas y algas que comen los macroinvertebrados. A su vez, estos son una fuente de energía (alimento) para aves, mamíferos y peces. Dentro de los cuerpos de aguas continentales, los macroinvertebrados bentónicos han recibido una gran atención en los estudios de los ecosistemas de aguas corrientes, principalmente por su importancia como eslabones tróficos intermediarios entre los productores primarios y consumidores como por ejemplo peces, por ser transformadores e integradores de la materia orgánica alóctona (hojas, semillas, ramas, troncos caídos, etc.) principal entrada de energía a los sistemas fluviales, y también son destacados por su actual utilidad como indicadores biológicos.

Los invertebrados se encuentran entre los organismos que mejor se han adaptado a los ecosistemas fluviales, ya que viven en la mayoría de los arroyos y ríos de todo el mundo, con excepción de aquellos más efímeros o muy contaminados. Además, la densidad y diversidad de invertebrados suele ser muy elevada, habiéndose encontrado hasta un millar de especies en arroyos particularmente bien estudiados. Habitan en los sedimentos, tanto blandos como rocosos, así como en plantas sumergidas (Gil Gómez, 2014).

1.5.2.8 Tipos de hábitat de los macroinvertebrados acuáticos

Según (Álvarez arango, 2005), en los ecosistemas dulceacuícolas los macroinvertebrados viven tanto en aguas lólicas (ríos, arroyos, quebradas) como en aguas lénticas (lagos, lagunas, ciénagas, embalses, entre otros).

En los ecosistemas lólicos algunos macroinvertebrados viven adheridos a la superficie de rocas, pequeñas piedras, troncos sumergidos o restos de vegetación; otros habitan en las orillas, adheridos a la vegetación emergente o

sumergida; unos viven sobre la superficie del agua, mientras que otros nadan en ella como los peces. Otros se entierran en sustratos arenosos, fangosos o pedregosos. Unos prefieren corrientes rápidas, para lo cual los organismos tienen adaptaciones corporales como ganchos, ventosas y cuerpos aplanados para resistir la velocidad de la corriente; otros habitan en remansos.

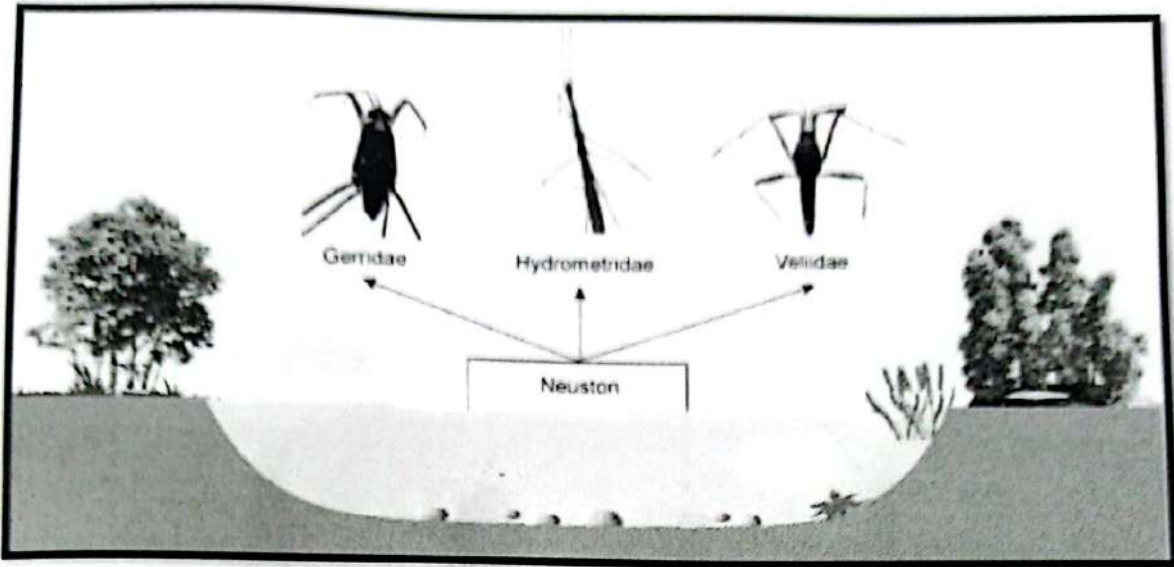
En los ecosistemas lénticos los macroinvertebrados habitan principalmente el área litoral y las raíces de las plantas acuáticas flotantes. En la zona litoral de los embalses son escasos, ya que el nivel del agua fluctúa permanentemente. La zona profunda de los lagos por lo regular ofrece condiciones estresantes por la falta de oxígeno y por la acumulación de gases tóxicos, por eso la fauna que allí se encuentra en la mayoría de los casos es poco variada, pero los individuos presentes pueden ser abundantes.

1.5.2.9 Modos de vida de los macroinvertebrados acuáticos

Para (Álvarez arango, 2005), los macroinvertebrados reciben diferentes nombres de acuerdo con el tipo de adaptación que presenten, ya que pueden vivir en el fondo, en la superficie o nadar libremente.

Neuston: son los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias Gerridae, Hydrometridae y Veliidae del Orden Hemiptera. Figura 3.

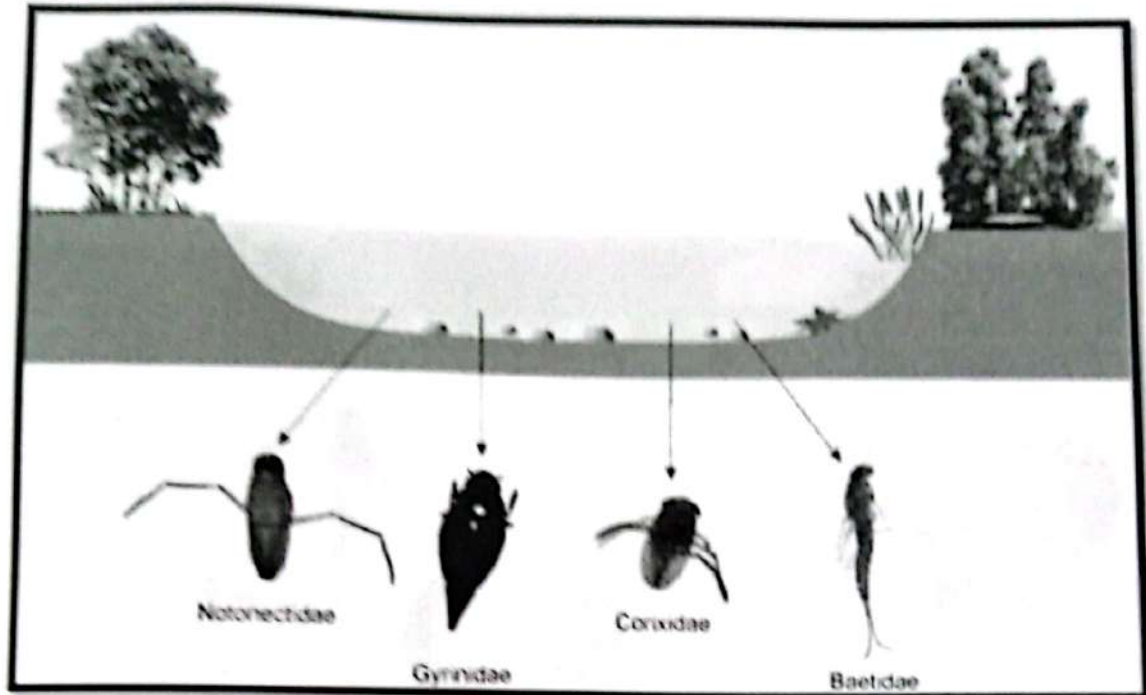
Figura 3. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático



Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Necton: son los organismos que nadan libremente en el agua. Entre ellos se encuentran las familias Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera (Heteroptera); Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae del orden Coleoptera y Baetidae del orden Ephemeroptera. Figura 4.

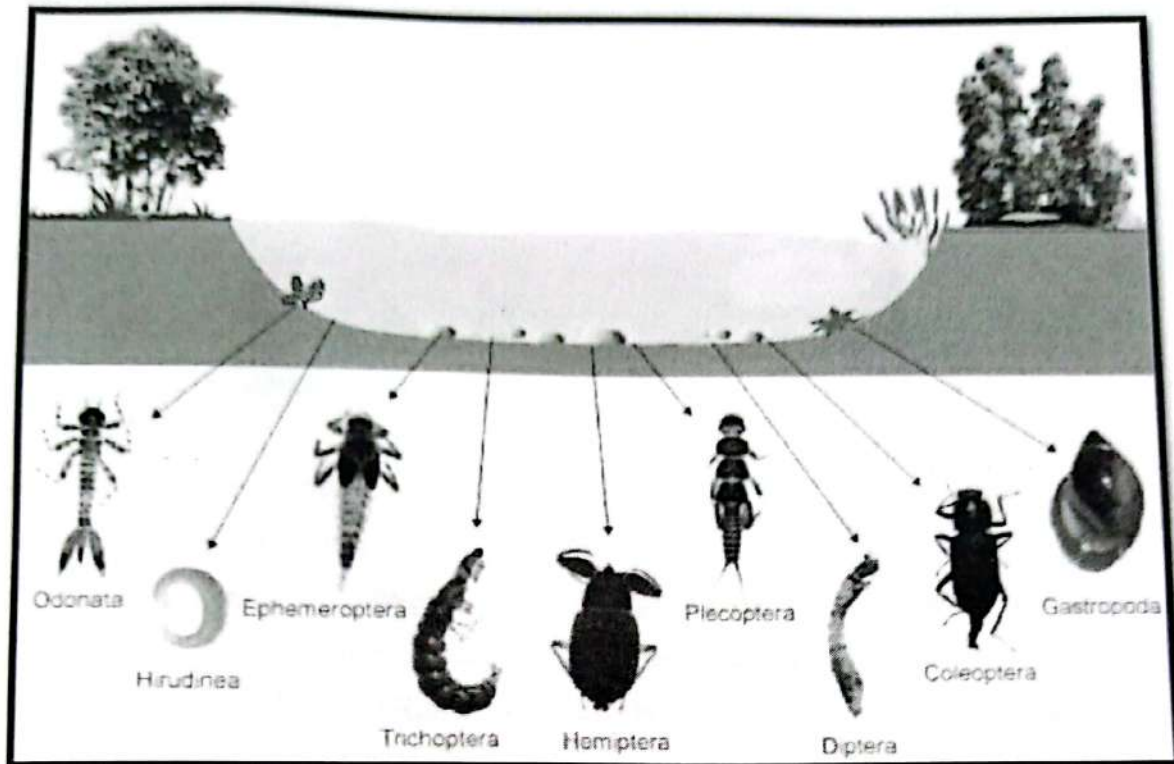
Figura 4. Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático



Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Bentos: son todos aquellos organismos que viven en el fondo, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y otros sustratos. Los principales representantes son: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera, Diptera, Mollusca y algunos Hemiptera (Heteroptera, entre otros. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae (Ephemeroptera). Otros, como la familia Blephariceridae (Diptera), se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata (Zygoptera) se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente. Figura 5.

Figura 5. Macroinvertebrados representantes del bentos en un ecosistema acuático



Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

1.5.2.10 Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados comunes

Ephemeroptera: las ninfas de Ephemeroptera viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; sólo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. Para (Roldán Pérez, 1998), se consideran indicadores de buena calidad del agua. Figura 6.

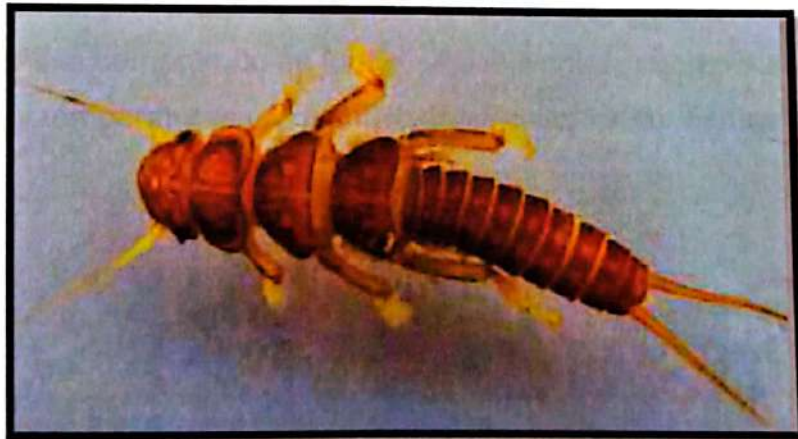
Figura 6. Orden Ephemeroptera



Fuente: Rubén Ladrera

Plecoptera: las ninfas de los Plecóptera viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Se ha observado en ciertos casos que son especialmente abundantes en riachuelos con fondo pedregoso, de corrientes rápidas y muy limpias situadas alrededor de los 2000m de altura. Según (Roldán Pérez, 1998), son indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas. Figura 7.

Figura 7. Orden Plecóptera



Fuente: Rubén Ladrera

Trichoptera: en los ambientes acuáticos especialmente ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como el reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género

al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema (Castellón Garay, 2013). Figura 8.

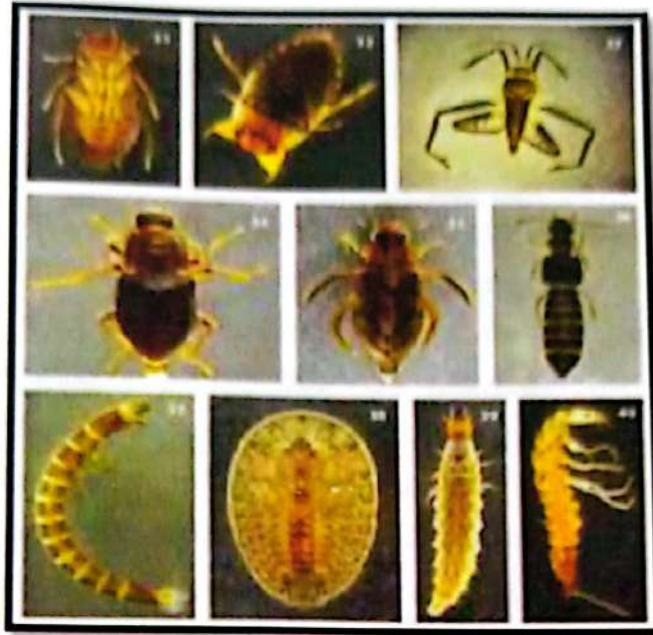
Figura 8. Orden Trichoptera



Fuente: Christine M. Hahn-vonHessberg

Coleóptera: la mayoría de Coleóptera acuáticos viven en aguas continentales lóxicas y lénticas. En las zonas lóxicas los sustratos más representativos son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergida y emergente. Las zonas más ricas son las aguas someras en donde la velocidad de la corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias (Roldán Pérez, 1998). Figura 9.

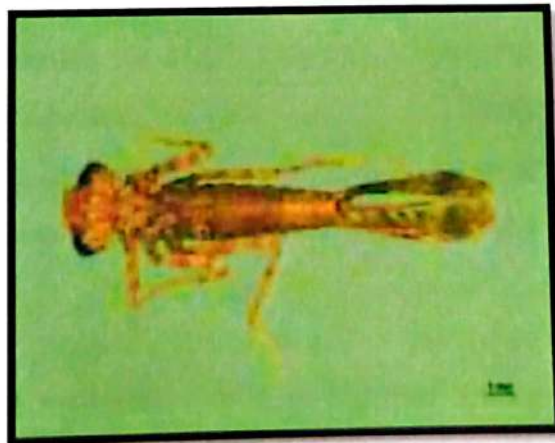
Figura 9. Orden Coleóptera



Fuente: Ronald David Castellón Garay

Odonata: los Odonata viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas, por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutroficadas ((Roldán Pérez, 1998). Figura 10.

Figura 10. Orden Odonata



Fuente: Daniel Ricardo Toro

1.5.2.11 Método BMWP y ASTP para Colombia

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue creado en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores; para la aplicación del índice sólo se requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos, es decir, da información de la presencia o ausencia de los organismos. El índice permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada especie un valor determinado de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación del mismo. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado (Álvarez arango, 2005).

La tendencia, en el marco de la Unión Europea es ir sustituyendo el empleo de los índices fisicoquímicos por los biológicos. El método BMWP fue ajustado por Alba-Tercedor y Sánchez Ortega en 1988 y fue adoptado en el VI Congreso Español de Limnología (Granada, 1.991), como BMWP', para su aplicación en la Península Ibérica, debido a su fiabilidad y fácil utilización. Posteriormente, a partir del acuerdo obtenido en el III Congreso Ibérico de Limnología, el BMWP' cambia de nombre debido a actualizaciones taxonómicas y modificación de algunas de las puntuaciones de las familias de macroinvertebrados y pasa a llamarse IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party, Alba-Tercedor J. et al. 2002).

En Colombia se han realizado algunos trabajos utilizando el índice BMWP. Zúñiga de Cardozo et al. (1997) hicieron una adaptación de este método para algunas cuencas del Valle del Cauca. Reinoso (1998) realizó un estudio del río Combeima en el Departamento del Tolima utilizando el índice. Después, Zamora (1999) hizo una adaptación del índice para la evaluación de la calidad

de las aguas epicontinentales en Colombia y Roldán (2001) adaptó el sistema para la cuenca de Piedras Blancas en el Departamento de Antioquia. Finalmente, (Roldán, 2003) propone la aplicación del índice BMWP para Colombia bajo el nombre de BMWP/Col. como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de montaña, ya que en esta región es donde se ha trabajado más intensamente con los macroinvertebrados acuáticos.

El puntaje promedio por taxón conocido como ASPT (Average Score per Taxón), también es un índice valioso para la evaluación de la calidad del agua. Se calcula dividiendo el puntaje total BMWP por el número de los taxones calificados en la muestra, lo cual expresa el promedio de indicación de calidad del agua que tienen las familias de macroinvertebrados encontradas en un sitio determinado. Los valores ASPT van de 0 a 10. Un valor bajo de ASPT asociado a un puntaje bajo de BMWP indicará condiciones graves de contaminación (Álvarez arango, 2005).

1.5.2.12 Importancia ambiental de los parámetros fisicoquímicos.

Para (Roldán, 2003), las características fisicoquímicas del agua representan una herramienta fundamental para en el estudio y determinación de la calidad de un cuerpo de agua. Las variables fisicoquímicas indican el comportamiento de agua de un río, cumpliendo diferentes procesos e indicando por medio de sus alteraciones la calidad de agua de un río, lago o arroyo.

A continuación se describen cada uno de los parámetros estudiados en el transecto de parte media del río Rumiayaco.

Alcalinidad

Es la capacidad de neutralizar ácidos y en una muestra es la suma de todas las bases titulables, la alcalinidad de muchas aguas superficiales es primariamente una función del contenido de hidroxilos, carbonatos, bicarbonatos (calcio,

potasio, sodio y magnesio) por tanto se toma como un indicador de la concentración de estos constituyentes (CORTOLIMA, s.f).

Este parámetro proporciona la acción buffer o amortiguadora de cambios de pH al agua, conocer por tanto la alcalinidad de un cuerpo de agua es fundamental para determinar su capacidad para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera (Roldán, 2003). La alcalinidad es importante además en los procesos de coagulación química, ablandamiento y control de la corrosión (Romero Rojas, 1996).

Conductividad

La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, la evaluación de la actividad del agua para riego y la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Martinez, 2010).

Dureza

La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella, evaluados como carbonato de calcio y magnesio. Las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada duras son muy productivas, la productividad está generalmente dada por unas pocas especies que se han adaptado a estas condiciones, aguas con durezas intermedias pueden poseer fauna y flora más variada pero son menos productivas en términos de biomasa (Roldán, 2003).

Fosfatos

Son nutrientes de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas. Sin embargo, su presencia está asociada con la eutrofización de las aguas, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos, con acumulación de sedimentos, entre otros. La fuente principal de los fosfatos orgánicos son los procesos biológicos. Estos pueden generarse a partir de los ortofosfatos en procesos de tratamiento biológico o por los organismos acuáticos del cuerpo hídrico. Otra fuente importante de fosfatos en las aguas superficiales son las descargas de aguas que contienen como residuo detergentes comerciales (Barrenechea Martel, s.f).

Nitratos

La existencia de éstos en aguas superficiales no contaminadas y sin aporte de aguas industriales y comunales, se debe a la descomposición de materia orgánica (tanto vegetal como animal) y al aporte de agua de lluvia. En general, los nitratos (sales del ácido nítrico, HNO_3) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos (Llano, 2012).

pH

El pH es una medida utilizada para evaluar la acidez o la alcalinidad de una solución. Ácido es toda sustancia que en solución acuosa libera protones. Las sustancias alcalinas aportan el ion hidroxilo (OH^-) al medio. Por tanto, el pH es una medida de la acidez de una solución que depende de la concentración de H^+ (Chávez Sifontes & Orantes Guerrero, 2010).

El pH óptimo de las aguas para consumo humano debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o

sales acidas que tienen en disolución. La mayoría de los organismos acuáticos se desarrollan en un pH de 5,6 a 8,5; rango que también es el requerido para el agua de consumo humano (Ministerio de Ambiente y Energía, 2003).

Temperatura

Las descargas de aguas con temperaturas considerablemente mayores a las aguas receptoras pueden causar daños a la flora y fauna al intervenir con los procesos reproductivos de las especies. De igual forma, pueden incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos no autóctonos, acelerar las reacciones químicas y reducir los niveles de oxígeno, influyendo en la precipitación de muchos compuestos y acelerando la eutrofización (Martínez, 2010).

Sólidos suspendidos totales

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición (CORTOLIMA, s.f).

Sólidos totales

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103–105 °C (Barrenechea Martel, s.f).

Oxígeno disuelto

Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica

contaminación con materia orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (Biocagua, s.f).

Turbidez

Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determinan la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella (Roldán, 2003).

1.5.2.13 Importancia ambiental de los parámetros microbiológicos

El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliformes constituye en un indicio de polución, así como la eficiencia de la purificación y potabilidad del agua (Martinez, 2010).

Coliformes Fecales y Totales

Según (Letterman, 2002), los coliformes fecales son un grupo de bacterias, familia de las enterobacterias que han sido utilizadas como el indicador idóneo para el agua potable, él grupo se clasifica aeróbico, anaerobio y facultativo. Los coliformes fecales también se denominan como un subconjunto del grupo de los coliformes totales, porque el E.coli es el mayor subconjunto del grupo y se

distinguen en el laboratorio por su habilidad o capacidad para crecer a elevadas temperaturas y por su capacidad de producir la enzima glucuronidasa.

Para (Llano, 2012), los coliformes totales se utilizan para identificar posibles cambios en localidad biológica del agua ya que la materia fecal acelera la producción primaria en los cuerpos lóticos. El uso de los coliformes totales como indicador es que son solo marginalmente adecuados para predecir la presencia potencial de protozoos patógenos, quistes y algunos virus, puesto que los coliformes totales son menos resistentes a la desinfección que estos otros organismos. Los coliformes totales permanecen como indicadores útiles de la calidad microbiana del agua potable y el grupo está bajo la norma de Coliformes Totales de la USEPA, Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos.

1.5.2.14 Decreto 1594 del 26 de junio de 1984

En la cual se reglamenta los usos del agua y residuos sólidos, en cuanto al uso recreativo se estipula lo siguiente:

Artículo 42: en la tabla 1, se dan a conocer los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto primario.

Tabla 1. Referencia de calidad del agua Art. 42

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR
Coliformes fecales	NMP	200 microorganismos/100 ml.
Coliformes totales	NMP	1.000 microorganismos/100 ml.
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.002
Oxígeno disuelto		70% concentración de saturación
pH	Unidades	5.0 - 9.0 unidades
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5

Fuente: alcaldía de Bogotá

Parágrafo 1: no se aceptará en el recurso película visible de grasas y aceites flotantes, presencia de material flotante proveniente de actividad humana; sustancias tóxicas o irritantes cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas sobre la salud humana.

Parágrafo 2: el nitrógeno y el fósforo deberán estar en proporción que no ocasionen eutrofización.

Artículo 43: en la tabla 2, se indican los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto secundario.

Tabla 2. Referencia de calidad del agua Art. 43

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR
Coliformes totales	NMP	5.000 microorganismos/100 ml.
Oxígeno disuelto		70% concentración de saturación
pH	Unidades	5.0 - 9.0 unidades
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5

Fuente: alcaldía de Bogotá

Parágrafo: además de los criterios del presente artículo se tendrán en cuenta los establecidos en los párrafos 1 y 2 del artículo anterior.

1.5.4 Marco legal

Principales leyes, decretos y resoluciones que regulan el recurso hídrico y el medio ambiente en el país. Tabla 3.

Tabla 3. Leyes que regulan el recurso hídrico y el medio ambiente en el país

NORMA	TEMAS TRATADOS
Constitución política de Colombia de 1991	La protección medio ambiental dejando atrás concepciones antropocéntricas, elevándola a la categoría de derecho colectivo y dotándola de mecanismos de protección por parte de los ciudadanos
Ley 99 del 22 de diciembre de 1993	En esta norma se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA.
Ley 23 del 19 de diciembre de 1997	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límite mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el código de los recursos naturales y de protección.
Decreto 1594 de 1984	<p>En esta norma se da a conocer los usos del agua.</p> <p>Artículo 34: Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce: Contacto primario, como en la natación y el buceo.</p> <p>Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.</p>

Continuación tabla 3.

<p>Decreto 2811 de 1974</p>	<p>Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (parte III, artículo 77 y siguientes) denomina por primera vez, aguas no marítimas, se clasifican en: corrientes de aguas tales como los ríos o quebradas; depósitos de aguas tales como lagos, lagunas y ciénagas; y aguas subterráneas (que a su vez pueden ser corrientes o depósitos).</p>
<p>Decreto 1324 del 19 de abril de 2007</p>	<p>En esta norma se dictan disposiciones para hacer un registro de los usuarios del Recurso Hídrico y el uso que se le debe dar al recurso.</p>
<p>Decreto 1640 de 2012</p>	<p>Aquí se encuentran implícitos los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos.</p>
<p>Resolución 104 de 7 julio 2003</p>	<p>Aquí se establecen los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.</p>
<p>Decreto 3930 de 2010</p>	<p>En cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones, menciona en el capítulo 5 en el artículo 19 las directrices o criterios que son una base para los lineamientos y el ordenamiento del recurso hídrico junto a valores de calidad del agua para la asignación de los recursos.</p>

Fuente: este trabajo.

1.5.4 Marco Conceptual

Actividad recreativa: es una disposición particular positiva y favorable de cambio y regeneración, bajo este nuevo concepto se desarrolla la recreación dirigida, que debe cumplir la condición de volver a crear, divirtiéndose mediante una actitud activa y una implicación y participación en un grupo, (Senciales González J. M., s.f).

Agua: según la Real Academia Española, el agua (del latín aqua) es la "sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cristales".

Aguas eutróficas: incidencia antrópica o natural presentan la productividad primaria y son aguas que se las relaciona con altos niveles de contaminación, son buenas para la acuicultura, desechas para uso doméstico. Abundante cantidad de materia orgánica, (Rosero P. & Carvajal V., 1998).

Biological Monitoring Working Party (BMWP): método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores, (Armitage, 1983).

Bioindicadores: es la utilización de seres vivos como indicadores a una contaminación que se presenta en un medio, en este caso en el agua. Éstos permiten conocer el estado actual de un ecosistema o la contaminación que pueda haber en un momento determinado. Es un método biológico considerado por muchos autores por su gran nivel interactivo y de bajo costo, (De la Lanza, Hernandez, & Carvajal, 2000).

Calidad del ambiente acuático: definida como la composición y bienestar de la biota en un cuerpo de agua. Al mismo tiempo, ésta engloba las concentraciones, expectativas y divisiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas. Al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructura de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica, (Chapman, 1996).

Cauce: puede considerarse como un largo y estrecho canal tallado por la fuerza del agua mediante el que se hace más efectivo el movimiento de la misma y de los sedimentos aportados desde la cuenca, (Senciales González J. , s.f).

Caudal: cantidad de agua que pasa o corre por unidad de tiempo, (Martinez, 2010).

Contaminación del agua: consiste en una modificación, generalmente, provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural, (Consejo de Europa, 1968).

Cuenca: es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, (aparicio Mijares, 2007).

Ecosistema: es un arreglo de componentes bióticos y abióticos, o un conjunto de elementos relacionados de manera que actúan y constituyen una unidad en cualquier sistema dinámico una relación significa transporte de materia, energía e información, (Nava C., Armijo T., & Gastó C., 1996).

Hábitat: es el lugar específico en que vive un organismo y en los ecosistemas acuáticos éstos son muy heterogéneos y a cada uno de ellos corresponde una comunidad determinada, (Álvarez arango, 2005).

Índices biológicos: son una herramienta que sirven para estudios de cambios estructurales en un medio acuático, identificando la riqueza de especies y el número de individuos, los cuales están relacionados con el estado ecológico del agua, (Roldán, 2003).

Limnología: es la Ecología de las aguas continentales, aguas no marinas. Al igual que la ecología es una disciplina integradora de otras disciplinas y en las cuales se sustenta para poder explicar el comportamiento de una masa de agua (Jiménez Rodríguez, 2007).

Macroinvertebrados Acuáticos: son conocidos así porque son macro (grande), miden entre milímetros y 30 centímetros, invertebrados debido a que no tienen huesos o columna vertebral y viven en el agua. Estos organismos son utilizados como bioindicadores de calidad de agua por ser extremadamente sensibles a perturbaciones, presentan ciclos de vida relativamente largos, muestran una respuesta inmediata ante un impacto y esto permite saber el estado en que se encuentra el agua, (Roldán, 1992).

Método BMWP para Colombia (BMWP/col): es un índice biológico de fácil utilización y de aplicabilidad, las familias de los macroinvertebrados acuáticos se ordenan en 10 grupos siguiendo un gradiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. A cada familia se le hace corresponder una puntuación que oscila entre 10 y 1. Con este sistema de puntuación es posible comparar la situación relativa entre estaciones de muestreo. Sin embargo, no permite emitir juicios respecto de la situación de calidad. Es por ello que se correlacionaron los valores del BMWP con cinco grados de contaminación, asignándoles una significación respecto de la misma, (Tercedor, 1996).

Hábitat: es el lugar específico en que vive un organismo y en los ecosistemas acuáticos éstos son muy heterogéneos y a cada uno de ellos corresponde una comunidad determinada, (Álvarez arango, 2005).

Índices biológicos: son una herramienta que sirven para estudios de cambios estructurales en un medio acuático, identificando la riqueza de especies y el número de individuos, los cuales están relacionados con el estado ecológico del agua, (Roldán, 2003).

Limnología: es la Ecología de las aguas continentales, aguas no marinas. Al igual que la ecología es una disciplina integradora de otras disciplinas y en las cuales se sustenta para poder explicar el comportamiento de una masa de agua (Jiménez Rodríguez, 2007).

Macroinvertebrados Acuáticos: son conocidos así porque son macro (grande), miden entre milímetros y 30 centímetros, invertebrados debido a que no tienen huesos o columna vertebral y viven en el agua. Estos organismos son utilizados como bioindicadores de calidad de agua por ser extremadamente sensibles a perturbaciones, presentan ciclos de vida relativamente largos, muestran una respuesta inmediata ante un impacto y esto permite saber el estado en que se encuentra el agua, (Roldán, 1992).

Método BMWP para Colombia (BMWP/col): es un índice biológico de fácil utilización y de aplicabilidad, las familias de los macroinvertebrados acuáticos se ordenan en 10 grupos siguiendo un gradiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. A cada familia se le hace corresponder una puntuación que oscila entre 10 y 1. Con este sistema de puntuación es posible comparar la situación relativa entre estaciones de muestreo. Sin embargo, no permite emitir juicios respecto de la situación de calidad. Es por ello que se correlacionaron los valores del BMWP con cinco grados de contaminación, asignándoles una significación respecto de la misma, (Tercedor, 1996).

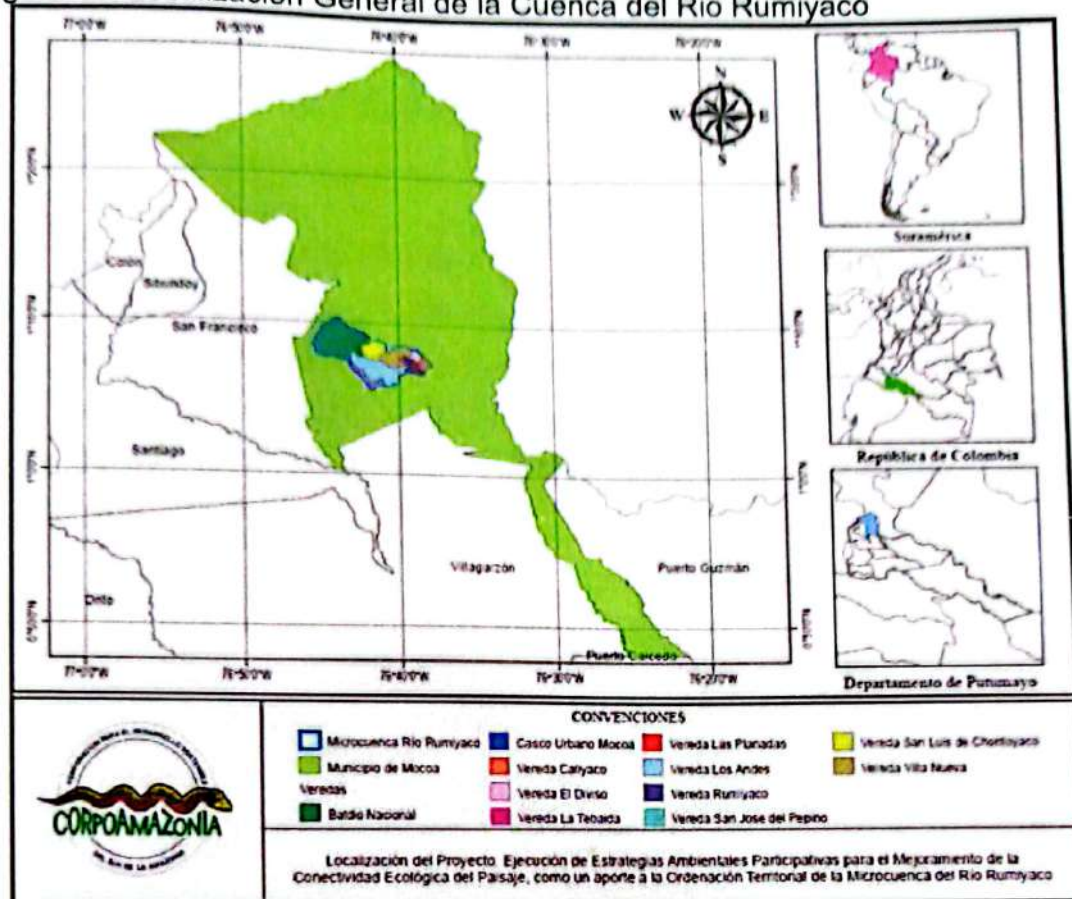
Taxonomía: es quien se encarga de describir, identificar y clasificar a los organismos en un sistema jerarquizado e inclusivo. Cada nivel de este sistema se denomina categoría taxonómica y las diferentes categorías se incluyen unas dentro de otras, desde la categoría fundamental (especie) hasta otras de mayor rango como género, familia, orden, clase, phylum (filo o división) y reino, (Arija, 2012).

Residuo: es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido; resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien con valor económico o de disposición final, (Collazos Peñaloza & Duque Muñoz, 1998).

1.5.5 Marco contextual

El río Rumiaco está ubicado al nor occidente del departamento del Putumayo y al sur occidente del municipio de Mocoa y de la cuenca del río Mocoa; comprende un área de 5921,7 has y está conformada por las veredas: Caliyaco, Rumiaco, Andes, San Luis De Chontayaco y parte de las veredas el Diviso, Villanueva, Planadas y Tebaida. Esta microcuenca se encuentra drenada por una serie de fuentes superficiales que permiten clasificarlos internamente en los siguientes órdenes: primer orden: representado por el río Rumiaco, en segundo orden se encuentran las quebradas Palmicha, el Bálamo, Lagarto y Chontayaco y el tercer orden se encuentra representado por las quebradas Golondrino, la Yegua y una serie de pequeñas corriente intermitentes sin denominación. Figura 11.

Figura 11. Localización General de la Cuenca del Río Rumiayaco



Fuente: Cuenca Rumiayaco

Los paisajes que configuran la microcuenca van desde pequeñas ondulaciones en la desembocadura del río Mocoa que se van pronunciando en la medida en que se hace sobre la misma hasta llegar a zonas supremamente escarpadas sobre el nacimiento del río Rumiayaco, en la zona de baldío nacional. Esta unidad geográfica se encuentra dividida en tres grandes zonas: la parte alta que se encuentra con niveles bajos de intervención, la parte media y baja en las que se concentra la población, sus actividades económicas, es donde se prestan los servicios turísticos, recreacionales y los balnearios públicos que por los bienes y servicios ambientales que produce son visitados regularmente por la ciudadanía Mocoense del sector urbano, las condiciones de acceso son favorables al contar con vías terrestres nacionales y municipales que permiten el desplazamiento y arribo de los visitantes en medios de transporte individual y colectivos con un recorrido de 3 Km aproximadamente (Cuenca Rumiayaco, 2015).

1.6 METODOLOGIA

1.6.1 Área de estudio

El trabajo se realizó en un transecto de la parte media del río Rumiayaco de la ciudad Mocoa-Putumayo, Figura 12. Entre los meses de agosto y octubre de 2016 correspondientes a época de invierno y verano en esta región, estas temporadas fueron establecidas según el ciclo de precipitaciones de la región, estos últimos con el objeto de comparar la calidad del agua del río Rumiayaco en estas temporadas.

Figura 12. Localización del área de investigación



Fuente: Este trabajo

1.6.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue cuantitativa, ya que se recolectó y se procesó información para la obtención de resultados

1.6.3 Diseño metodológico

Este trabajo fue enmarcado en un diseño de campo, recopilando datos directamente del lugar donde se realizó el trabajo.

1.6.4 Método

El método utilizado dentro de la investigación fue inductivo, puesto que se analizó resultados de un caso en particular, de modo que son tomados para extraer conclusiones de carácter general.

1.6.5 Línea de investigación

Prevención y control de la contaminación ambiental

1.6.6 Sublínea de investigación

Problemática sobre manejo inadecuado de aguas residuales domésticas e industriales.

1.6.7 Muestra

Para la obtención de la muestra se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1.6.7.1 Colecta de organismo

Para realizar esta actividad se tomaron dos muestras por tramo para un total de seis muestras en época de lluvia (agosto) y de igual forma en época de verano (octubre), cuyos tramos fueron:

Primer tramo: aguas arriba del puente, ubicada a 590 msnm, dentro de las coordenadas geográficas:

N 01°07'23"

W 76°39'19,9"

Los alrededores del bosque están compuestos por árboles, arbustos, rastrojos, pastos y con presencia de cultivos de café. Estructura del banco de composición natural y piedras. La profundidad es de bajo gradiente y la velocidad de la corriente es moderada, caudal promedio de 2.020 L/s. Fondo conformado por grava, grandes piedras, hacia la parte baja del tramo se realiza extracción de material de arrastre. El uso de la zona es para recreación, principalmente por la comunidad de Mocoa.

Este tramo fue seleccionado por el uso de la zona para recreación, por su relativo fácil acceso por transporte y presencia de carretera y puente de uso público pavimentados. Figura 13.

Figura 13. Tramo 1



Fuente: este trabajo

Segundo tramo: en el puente, ubicada a 587 msnm, dentro de las coordenadas geográficas:

N 01°07'24,1"

W 76°39'17,6"

En los alrededores predomina el bosque, pastos, área residencial y por el estadero Rumbayaco. Estructura del banco de composición natural, concreto y raíces, con vegetación ribereña ausente. La profundidad fue de bajo gradiente y la velocidad de la corriente fue moderada, caudal promedio de 2.000 L/s.

Fondo conformado por grava, piedras, arena, hay presencia de erosión, vertederos directos al río, hacia la parte baja del tramo hay extracción de material vegetal. El uso de la zona es para recreación, principalmente por la comunidad de Mocoa.

Este tramo fue seleccionado por el uso de la zona para recreación, por su relativo fácil acceso por transporte y presencia de carretera y puente de uso público pavimentados, área residencial. Figura 14.

Figura 14. Tramo 2



Fuente: este trabajo

Tercer tramo: aguas abajo del puente (Aprox. 200m), ubicada a 586 msnm, dentro de las coordenadas geográficas:

N 01°07'23,7"

W 76°39'12,7"

Estructura del banco de composición natural, raíces, piedras. Hay vegetación de ribera moderada, árboles y arbustos dominantes en el bosque ripario. La profundidad fue de bajo gradiente y la velocidad de la corriente fue moderada, caudal promedio de 1.370 L/s. Fondo conformado por grava, piedras, arena, hacia la parte baja del tramo hay extracción de material vegetal. El uso de la zona es para recreación, principalmente por la comunidad de Mocoa.

Este tramo fue seleccionado por el uso de la zona para recreación, por su relativo fácil acceso por transporte y presencia de carretera y puente de uso público pavimentados. Figura 15.

Figura 15. Tramo 3



Fuente: este trabajo

1.6.7.2 Mecanismos de muestreo

Para obtener una mayor información sobre los macroinvertebrados acuáticos presentes en este transecto se utilizaron los siguientes métodos:

Colección directa: en esta técnica se recogió directamente los organismos debajo de las piedras, palos, hojas u otros objetos en el agua, con la ayuda de pinzas de punta fina y pinceles, durante 45 minutos. Figura 16.

Figura 16. Método colección directa



Fuente: este trabajo

Red de pantalla de 1 m², en esta técnica se atrapó macroinvertebrados removiendo el fondo del río, la cual consiste en situarla en diferentes partes del lecho, la cual se coloca perpendicularmente al sustrato, mientras una persona sujeta la red la otra remueve el sustrato que quedo frente a esta, durante 10 minutos aproximadamente .Figura 17.

Figura 17. Método colecta con red de pantalla



Fuente: este trabajo

Red Surber con una malla de apertura de 500 μ m y un marco metálico de 30 cm², en esta técnica se cogió macroinvertebrados colocando el marco metálico sobre el sustrato en contracorriente y enseguida removiendo el fondo del río durante 15 minutos aproximadamente. Figura 18.

Figura 18. Método colecta con red surber



Fuente: este trabajo

1.6.7.3 Conservación, rotulado y transporte de las muestras

Una vez terminado el muestreo se introdujo la muestra en frascos plásticos con alcohol al 70% para su preservación y posterior traslado. Figura 19.

Figura 19. Preservación de las muestras con alcohol al 70%



Fuente: este trabajo

Luego se procedió a rotular los frascos en el cual se incluyó: número de la muestra, fecha, hora, lugar, coordenadas y el nombre de la persona que hizo el muestreo. Tabla 4.

Tabla 4. Rotulo para frascos para conservación de las muestras de macroinvertebrados

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DEL RÍO RUMIYACO	
Tramo	
Número de la muestra	
Lugar	
Fecha	
Hora	
Coordenadas	
Altura	
Preservación	Alcohol al 70%
Colector	

Fuente: este trabajo

Las muestras fueron transportadas en el menor tiempo posible hasta el laboratorio del Instituto Tecnológico Del Putumayo y conservadas en una nevera de icopor con hielo. Figura 20.

Figura 20. Conservación de las muestras



Fuente: este trabajo

1.6.7.4 Lavado, tamizado y preclasificación de las muestras

Al instante se procedió a abrir con mucho cuidado los tarros para verter la muestra sobre el tamiz, en seguida se adiciono bastante agua sobre el tamiz para lavar la muestra, posteriormente el contenido del tamiz se lo deposito

sobre una bandeja con agua, luego con la ayuda de una pinza fina se separó la materia orgánica y sedimentos de los macroinvertebrados acuáticos, y se los depositó en frascos plásticos transparentes con alcohol al 70% como conservante y se rotuló. Figura 21.

Figura 21. Lavado, tamizado y preclasificación de las muestras



Fuente: este trabajo

1.6.7.5 Identificación y clasificación de los organismos

Los macroinvertebrados colectados fueron identificados hasta el nivel género en los laboratorios de biología de la Universidad Católica de Oriente en Rio negro Antioquia utilizando estereoscopio, con la ayuda de la bióloga Luisa Fernanda Álvarez Arango

1.6.7.6 Obtención del Índice de BMWP/col

Para la obtención del índice de BMWP/col se utilizó la metodología de Álvarez (2006), la cual consiste en que a cada familia de macroinvertebrados acuáticos se le asigna un puntaje de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación. Las familias más sensibles reciben un puntaje de 10 y así gradualmente hasta llegar a un puntaje de 1 para las familias más tolerantes a la contaminación, la suma de todas las familias encontradas en el sitio de muestreo da el puntaje total BMWP, de acuerdo a la Tabla 5.

Tabla 5. Puntos asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del índice de BMWP/col (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006)

Familias				Puntos
Anomalopsychidae, Atriptectididae, Blephariceridae,	Ptilodactylidae, Chordodidae, Gripopterygidae	Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae	Polymitarciidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Coryphondae, Ephemerae, Euthyphlociidae,	Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae	Limnephilidae, Oligoneuridae, Philopotamidae	Platystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae,	Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Lymnaeidae, Naucoridae	Palaemonidae, Planorbidae (cuando es dominante Biomphalaria)	Pseudothelpeusidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae	8
Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae,	Dicteriadidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyaellidae	Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Lestidae	Pyralidae, Simuliidae, Velidae	7
Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae,	Dryopidae, Dugesiiidae, Elmidae, Hyriidae	Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae	Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae	6
Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae,	Glossiphoniidae, Gyrinidae, Libellulidae	Mesoveliidae, Nepidae, Notonectidae	Tabanidae, Thiaridae	5
Belostomatidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae,	Haliplidae, Hydriidae, Muscidae	Scirtidae, Empididae, Dolichopodidae	Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae	4
Chaobondae, Cyclobdellidae,	Hydrophilidae (larvas)	Physidae, Stratiomyidae	Tipulidae	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante, si domina es 1)		Culicidae, Psychodidae	Syrphidae	2
Tubificidae				1

Fuente: Álvarez, 2006

De acuerdo a la anterior tabla de la puntuación de macroinvertebrados según el tipo de familia, se sumara los valores resultantes de los MIA recolectados para

obtener el valor de BMWP según el cual se puede evaluar la calidad de agua.
Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo con el índice BMWP Col y ASPT (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006)

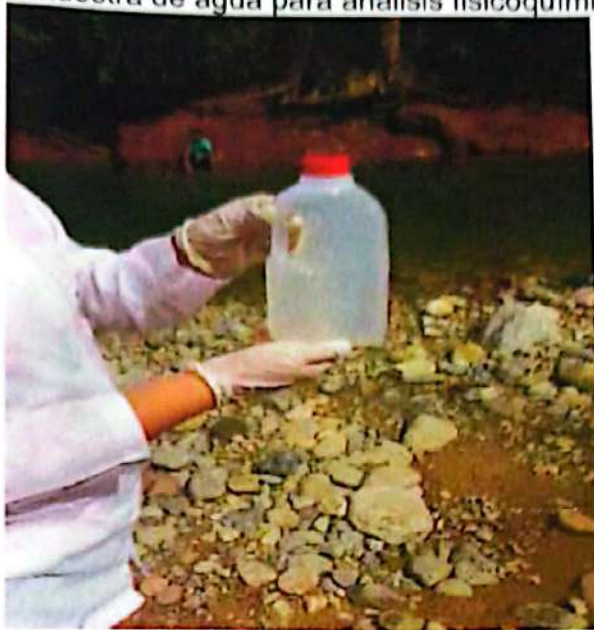
Clase	Calidad	Valor del BMWP	Valor del ASPT	Significado	Color
I	Buena	> 150	>9-10	Aguas muy limpias	Azul
		101-120	>8-9	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	61-100	>6.5-8	Ligeramente contaminadas. se evidencian efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	>4.5-6,5	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	>3- 4,5	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	1-3	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	Rojo

Fuente: Álvarez, 2006

1.6.8 Análisis fisicoquímicos

Para los análisis fisicoquímicos se tomaron tres muestras de agua en recipientes de plástico de 1 litro por fecha de muestreo para un total de seis muestreos, durante el proceso se mantuvieron refrigeradas en una nevera térmica según protocolos de laboratorio. Las muestras tomadas fueron analizadas en el laboratorio Aquateknica Ltda. Figura 22.

Figura 22. Toma de muestra de agua para análisis fisicoquímico



Fuente: este trabajo

1.6.9 Análisis microbiológicos

En cuanto a las variables microbiológicas, coliformes fecales y totales, se determinaron a través de filtración por membrana Protocolo de laboratorio de Aquateknica Ltda. La muestra se recolecto en frascos de vidrio de 250 ml previamente esterilizados sumergiéndolos a 10 cm de profundidad de la lámina de agua. Estas muestras se tomaron en cada tramo por cada periodo de muestreo. Figura 23.

Figura 23. Toma de muestra de agua para análisis microbiológico



Fuente: este trabajo

En la Tabla 7, se muestran los parámetros y métodos utilizados para la medición de las diferentes variables fisicoquímicas y microbiológicas.

Tabla 7. Métodos utilizados para la medición de las variables fisicoquímicas y microbiológicas

DETERMINACIÓN	UNIDAD	TÉCNICA ANALÍTICA UTILIZADA
Alcalinidad	mg/L	Titulométrico
Conductividad	μs/cm	Conductimétrico
Dureza Total	mg/L	Titulométrico
Fosfatos	mg/L	Colorimétrico
Nitratos	mg/L	Espectrofotométrico
pH	Unidades de pH	Electrométrico
Temperatura de Agua	°C	Termométrico
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Gravimétrico
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico a 103-105 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	Electrodo de Membrana

Continuación Tabla 7.

Turbidez	NTU	Nefelométrico
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	Filtración por membrana
Coliformes Fecales	UFC/100 cm ³	Filtración por membrana

Fuente: Laboratorio Aquateknica Ltda.

1.6.10 Aforo de caudales

El caudal es el resultado del producto entre la sección o la media de varias secciones del río (expresado en m² o cm²) y la velocidad media del agua (que se expresa en m/s o cm/s). Las unidades más utilizadas son los litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m³/s) (Álvarez & Pérez, 2007).

Para la estimación de aforo se basó mediante el método del flotador el cual mide la velocidad superficial del agua. Durante la medición, se registra el tiempo que tarda un pequeño flotador en recorrer una distancia conocida, marcada previamente sobre un tramo recto y uniforme; el flotador es soltado repetidas veces unos cuantos metros aguas arriba de la selección de prueba, cronometrando el tiempo de recorrido, para obtener un promedio. Luego, la velocidad superficial se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo promedio de viaje del flotador, (Briones Sánchez & García Casilas, 2008).

Los materiales usados para llevar a cabo este trabajo fueron: 1 pelota de ping-pong, 1 cuerda, 4 palos de escoba, 1 cronometro, 1 cinta métrica, 1 regla topográfica, 1 cuaderno de apuntes y calculadora.

Para la estimación del aforo en el río Rumiayaco, se escogió un trayecto uniforme de 10 m de longitud en cada tramo, donde el agua fluye libremente, asegurándose que no hubiera mucha vegetación, piedras u otros objetos que impidiera el paso de la bola de ping-pong.

Se demarco el ancho del río colocando palos de escoba a ambos extremos y uniéndolos con la cuerda, dividiendo en secciones de 50 cm, con el fin de medir la profundidad.

Luego se ubicó un punto de inicio (A) aguas arriba del trayecto y un punto final (B) aguas abajo del trayecto que se demarco con estacas, distancia que recorrió la pelota de ping – pong en cada tramo.

Se colocó la pelota de ping-pong sobre la corriente de agua por los tramos seleccionados para que recorriera la distancia del punto A y B y se realizaron 3 repeticiones.

Las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 fueron utilizadas para hallar el caudal en cada uno de los tramos evaluados en la parte media del río Rumiyaqo.

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la velocidad en el río

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia } \overline{A-B} \text{ (metros)}}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

Fuente: Saúl Ramírez

Finalmente con un palo de escoba se midió la profundidad en cada sección, los datos se tomaron desde la superficie hasta el fondo, con el fin de hallar el área transversal del trayecto y así el caudal de cada tramo y en cada época. Figura 24.

Ecuación 2. Fórmula para el cálculo de la profundidad media

$$\text{Profundidad promedio:}$$
$$h_m = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6}{6}$$

Fuente: Saúl Ramírez

Ecuación 3. Fórmula para el cálculo del área transversal

$$A_T = \text{Ancho (m)} \times \text{Profundidad promedio (m)}$$

Fuente: Saúl Ramírez

Figura 24. Factor de corrección (K)

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidades menores a 15 cm.	0.5 a 0.25

Fuente: Saúl Ramírez

Ecuación 4. Fórmula para el cálculo del caudal en el río

$$\text{Caudal (m}^3\text{/s)} = K \times \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Área (m}^2\text{)}$$

Fuente: Saúl Ramírez

Con la información de las ecuaciones y tablas detalladas anteriormente se logró estimar los caudales en los diferentes tramos, este sistema de medición puede estar sujeto a errores, pero es un método de aproximación, por lo que los resultados expuestos pueden tener un margen de error muy pequeño, sin embargo para este tipo de estudios es recomendable. Figura 25.

Figura 25. Método para estimación del aforo en el río Rumiayaco



Fuente: este trabajo

2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se dará a conocer los resultados obtenidos en esta investigación.

2.1 COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

La asociación de macroinvertebrados estuvo representado por el phylum Arthropoda, clase insecta, por 8 órdenes, 32 familias y 53 géneros, de los cuales 3 están sin determinar, el mayor número de géneros fue para el orden Coleóptera (18), seguido por Ephemeroptera (13), Trichoptera (9), Hemíptera (5), Díptera (4), Odonata (2), Plecóptera (1), Megaloptera (1). Tabla 8.

Tabla 8. Asociación de macroinvertebrados del río Rumiayaco

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	INDIVIDUOS
Coleóptera	Carabidae	Indet.	1
	Dryopidae	Elmoparnus	2
	Elmidae	Disersus	2
		Heterelmis	22
		Hrxanchorus	1
		Huleechius	4
		Macrelmis	11
		Microcylloepus	2
		Notelmis	1
		Phanocerus	1
	Gyrinidae	Gyrinus	1
	Hydrophilidae	Indet.	3
	Lutrochidae	Lutrochus	1
	Psephenidae	Psephenops	4

Continuación Tabla 8.

	Ptilodactylidae	Anchytarsus	1
		Tetraglossa	1
	Staphylinidae	Indet.	3
		Stenus	9
sumatoria	9	18	70
Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	77
		Camelobaetidius	32
		Mayobaetis	9
		Nanomis	14
		Varipes	2
		Indet.	1
	Leptohyphidae	Leptohyphes	106
		Tricorythodes	1
	Leptophlebiidae	Farrodes	2
		Needhamella	1
		Terpides	1
		Thraulodes	333
	Oligoneuriidae	Lachlania	2
sumatoria	4	13	581
Trichoptera	Glossosomatidae	Mortoniella	15
		Protoptila	1
	Hydrobiosidae	Atopsyche	1
	Hydropsychidae	Leptonema	22
		Smicridea	47
	Hydroptilidae	Leucotrichia	9
	Leptoceridae	Grumichella	8
	Philopotamidae	Chimarra	1
Polycentropodidae	Polycentropus	1	
sumatoria	7	9	105
Hemiptera	Gerridae	Potamobates	3
		Trepobates	1

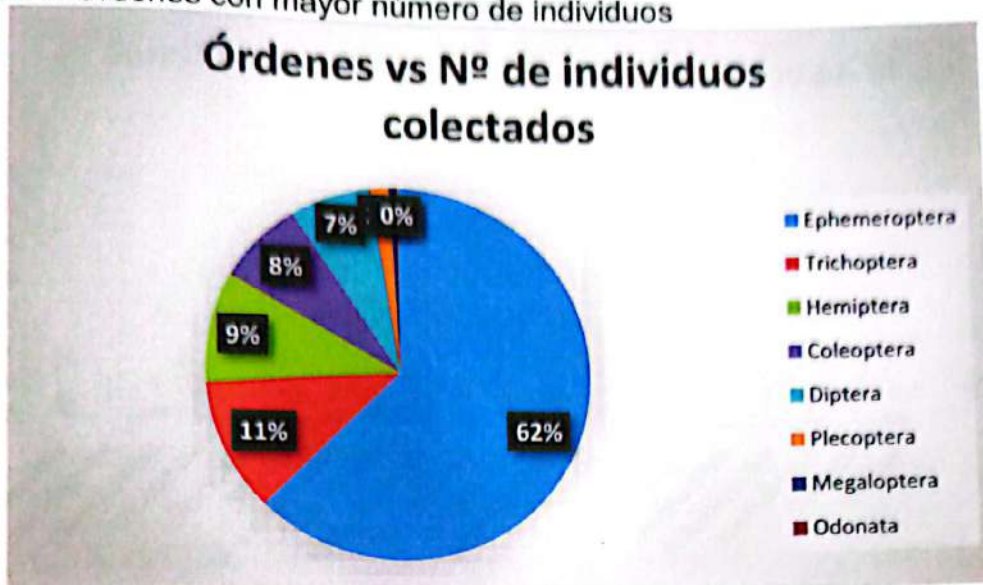
Continuación Tabla 8.

		trepidus	
	Mesovelliidae	Mesoveloidea	3
	Naucoridae	Cryphocricos	1
	Velliidae	Rhagovelia	80
sumatoria	4	5	88
Díptera	Chironomidae	Orthocladinae	46
	Psychodidae	Maruina	3
	Simuliidae	Simulium	10
	Tipulidae	Hexatoma	5
sumatoria	4	4	64
Odonata	Calopterygidae	Hetaerina	1
	Gomphidae	Progomphus	1
sumatoria	2	2	2
Plecóptera	Perlidae	Anacroneuria	15
sumatoria	1	1	15
Megaloptera	Corydalidae	Corydalis	5
sumatoria	1	1	5
TOTAL	32	53	930

Fuente: Este trabajo

Dentro de los órdenes colectados se resaltaron los valores más significativos en número de individuo: Ephemeroptera (62%), Trichoptera (11%), Hemíptera (9%), Coleóptera (8%), Díptera (7%), Plecóptera (2%), Megaloptera (1%), Odonata (0%). Gráfica 1.

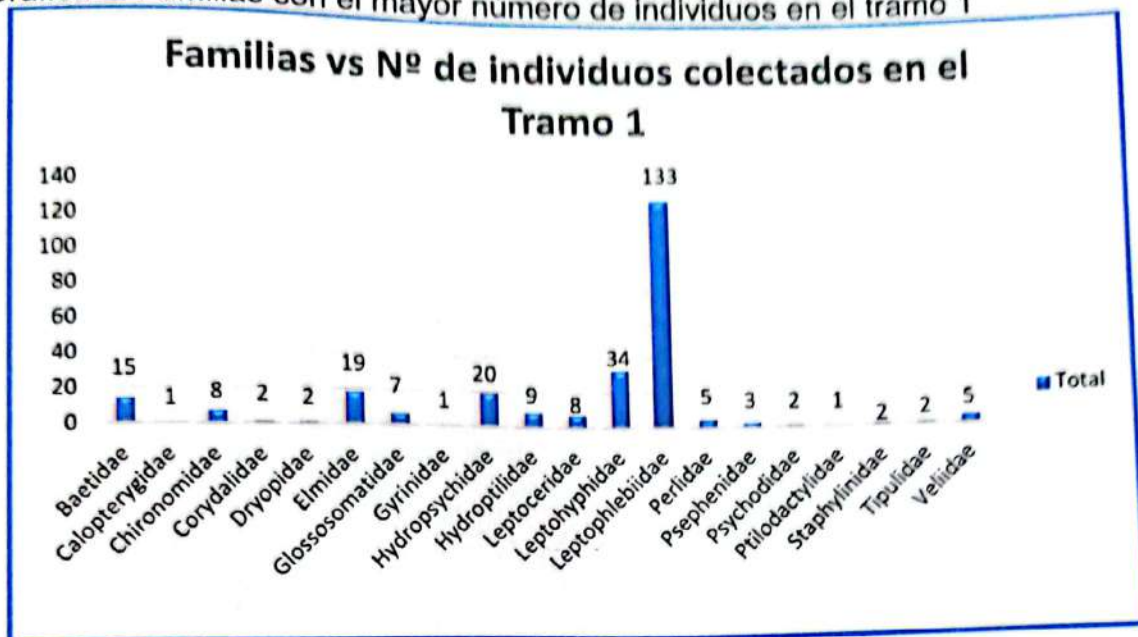
Gráfica 1. Órdenes con mayor número de individuos



Fuente: Este trabajo

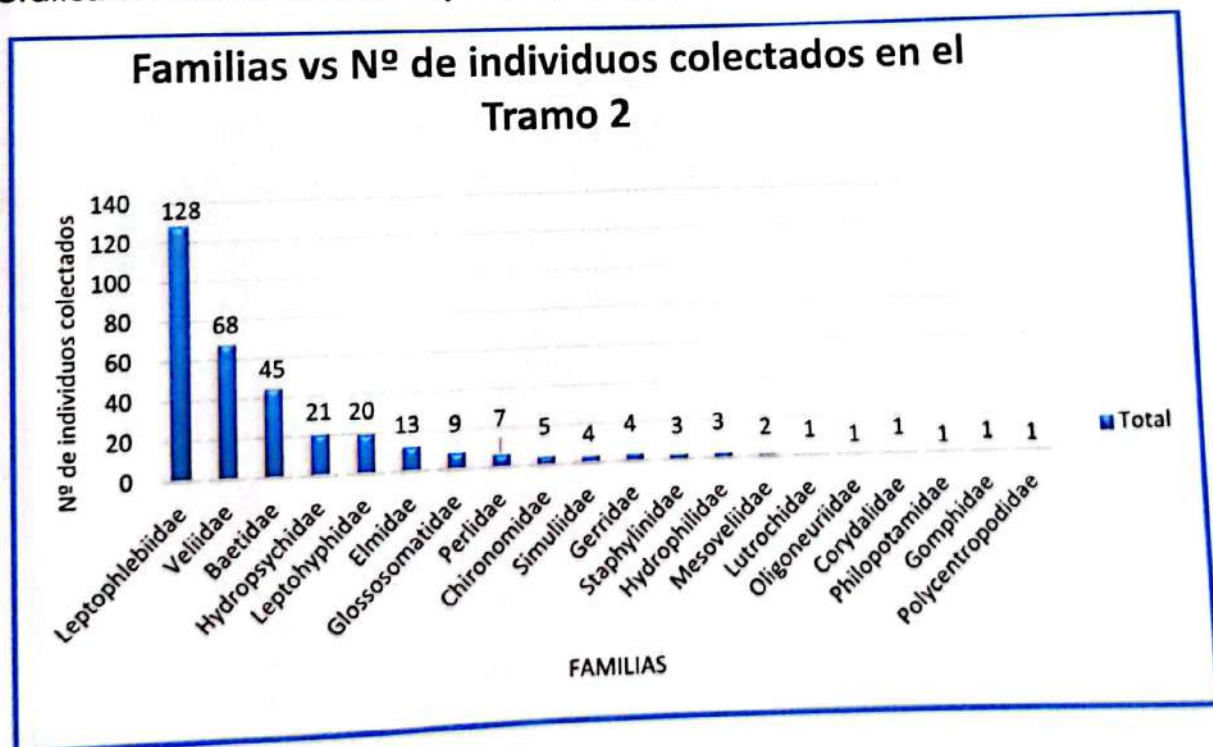
Teniendo en cuenta los tramos de muestreo distribuidos en aguas arriba (T1), en el puente (T2) y aguas abajo (T3), el mayor número de individuos colectados se presentó en el tramo (T2) 338 individuos, representados en 38% por la familia Leptophlebiidae y 20% por la familia Veliidae. Gráfica 3. Mientras que el menor número de individuos fue hallado en el tramo (T1) con 279 individuos, las familias que predominan en este tramo son Leptophlebiidae (48%) y Leptohyphidae (12%). Gráfica 2. En cuanto al tramo T3 ubicado aguas abajo el número de individuos colectado fue de 313 y las familias predominantes son Leptophlebiidae y Baetidae con 24%. Gráfica 4.

Gráfica 2. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 1



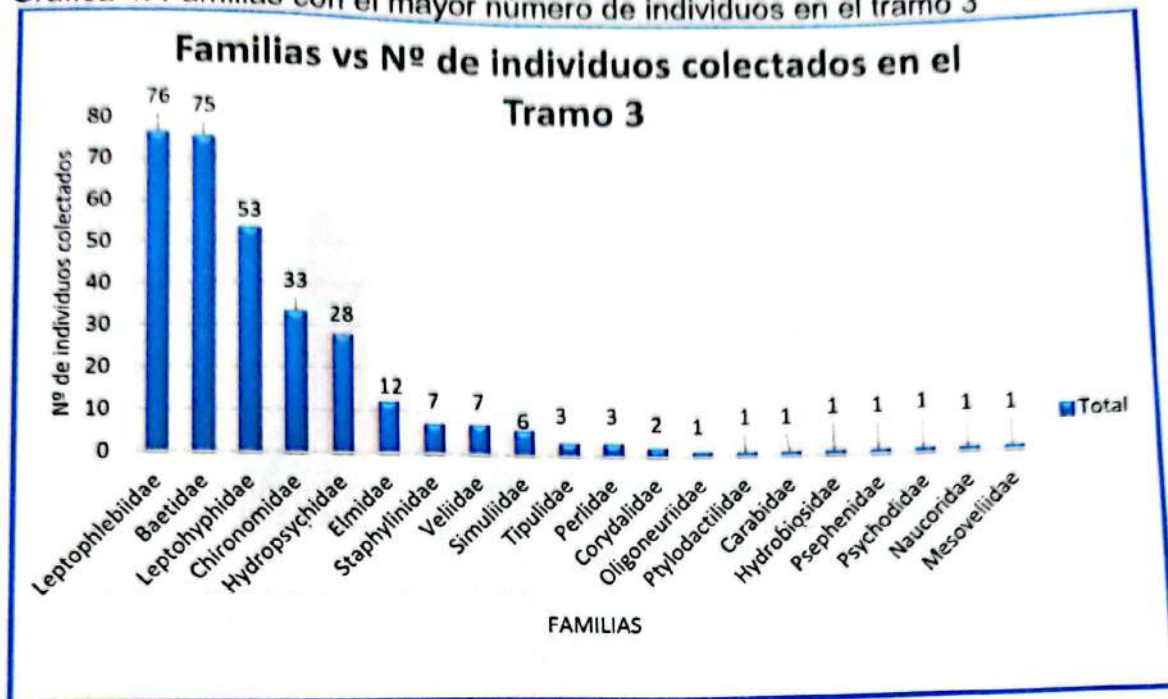
Fuente: Este trabajo

Gráfica 3. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 2



Fuente: Este trabajo

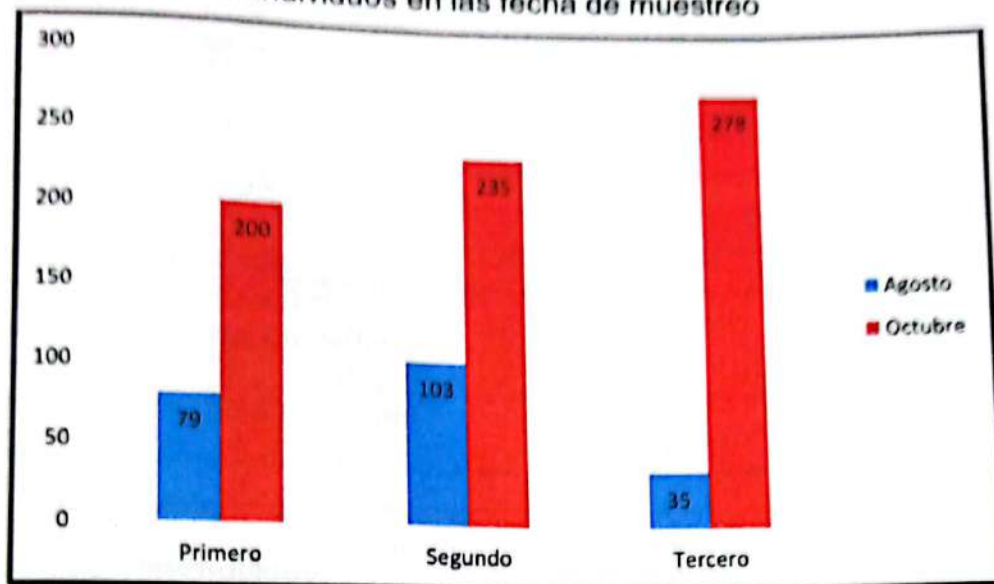
Gráfica 4. Familias con el mayor número de individuos en el tramo 3



Fuente: Este trabajo

Con respecto a las dos fechas de muestreo, Gráfica 5. Se observaron varios cambios en el número de individuos de macroinvertebrados acuáticos entre los dos momentos de muestreo, fue en octubre donde se registró el mayor número de individuos (713).

Gráfica 5. Número de individuos en las fecha de muestreo



Fuente: Este trabajo

2.2 INDICE BMWP/Col

Las familias colectadas en cada uno de los tramos de muestreo definieron la calidad del agua para zonas de estudio (T1-T2 y T3), las tablas 9, 10 y 11 muestran los puntajes para cada familia encontrada en cada uno de los tramos y el puntaje total BMWP/Col indicando así la calidad del agua comparándolas con la tabla de puntuaciones según Álvarez 2006. Todos los tramos según los valores del índice BMWP/Col corresponden a aguas no contaminadas. Anexo A, B y C.

Tabla 9. Resultados del Índice BMWP/Col en el tramo 1

BMWP/COL PARA EL TRAMO 1			
FAMILIAS	PUNTAJES	Nº FAMILIAS	PUNTAJE TOTAL
Psephenidae, Ptilodactylidae, Perlidae.	10	3	30
Leptophlebiidae.	9	1	9
Hydroptilidae, Leptoceridae.	8	2	16
Baetidae, Leptohiphidae, Veliidae, Calopterygidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae.	7	6	42
Dryopidae, Elmidae, Staphylinidae, Corydalidae.	6	4	24
Gyrinidae.	5	1	5
Tipulidae.	3	1	3
Chironomidae, Psychodidae.	2	2	4
TOTAL		20	
TOTAL BMWP/COL			133
ASPT			6,65

Fuente: Este trabajo

Tabla 10. Resultados del índice BMWP/Col en el tramo 2

BMWP/COL PARA EL TRAMO 2			
FAMILIAS	PUNTAJES	Nº FAMILIAS	PUNTAJE TOTAL
Perlidae.	10	1	10
Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Gomphidae, Philopotamidae, Polycentropodidae.	9	5	45
Simuliidae.	8	1	8
Baetidae, Leptohiphidae, Veliidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae.	7	5	35
Elmidae, Lutrochidae, Staphylinidae, Corydalidae.	6	4	24
Mesoveliidae.	5	1	5
Hydrophilidae.	3	1	3
Chironomidae.	2	1	2
TOTAL		19	
TOTAL BMWP/COL			132
ASPT			6,65

Fuente: Este trabajo

Tabla 11. Resultados del Índice BMWP/Col en el tramo 3

BMWP/COL PARA EL TRAMO 3			
FAMILIAS	PUNTAJES	Nº FAMILIAS	PUNTAJE TOTAL
Psephenidae, Ptilodactylidae, Perlidae.	10	3	30
Leptophlebiidae, Oligoneuriidae, Hydrobiosidae.	9	3	27
Naucoridae.	8	1	8
Simuliidae, Baetidae, Leptohiphidae, Veliidae, Hydropsychidae.	7	5	35
Elmidae, Staphylinidae, Corydalidae.	6	3	18
Mesoveliidae.	5	1	5
Tipulidae.	3	1	3
Chironomidae, Psychodidae.	2	2	4
TOTAL		19	
TOTAL BMWP/COL			130
ASPT			6,84

Fuente: Este trabajo

Dentro de la comunidad de macroinvertebrados encontrados en el tramo 2 se encontró en el orden Hemiptera la familia Gerridae, los cuales son organismos muy tolerantes a diferentes tipos contaminación antrópica, sin embargo esta familia no hallada en la Tabla 5 sobre los puntos asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del índice de BMWP/col (modificado de Roldán, 2003 por Álvarez, 2006), por ende esta familia no se la utilizó para obtener el grado de calidad del agua en este tramo.

2.3 ANALISIS FISICOQUÍMICO

Los resultados correspondientes a los parámetros fisicoquímicos en época de invierno son mostrados en la Tabla 12, por otro lado en la Tabla 13 se exponen los resultados fisicoquímicos en época de verano, donde se describe lo obtenido en cada tramo con respecto a la alcalinidad, conductividad, dureza total, fosfatos, nitratos, pH, temperatura del agua, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, oxígeno disuelto y turbidez.

Tabla 12. Promedio de parámetros fisicoquímicos tomados en época de invierno

MUESTRAS	UNIDADES	T1	T2	T3	PROMEDIO
Alcalinidad	mg/L	42	57	61	53,33
Conductividad	µs/cm	30,9	29,7	33,7	31,43
Dureza Total	mg/L	51	45	49	48,33
Fosfatos	mg/L	1,1	7,3	5,9	4,77
Nitratos	mg/L	0,02	0,04	0,02	0,03
pH	U. de pH	8,54	8,18	8,29	8,34
Temperatura del Agua	°C	24,0	25,0	24,0	24,33
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos Totales	mg/L	208	212	209	209,67
Oxígeno Disuelto	mg/L	9,57	9,20	11,08	9,95
Turbidez	NTU	1,16	1,30	1,59	1,35

Fuente: Laboratorio Aquateknica Ltda.

Tabla 13. Promedio de parámetros fisicoquímicos tomados en época de verano

MUESTRAS	UNIDADES	T1	T2	T3	PROMEDIO
Alcalinidad	mg/L	102	99	101	100,7
Conductividad	µs/cm	40,1	35,9	45,8	40,6
Dureza Total	mg/L	106	98	99	101
Fosfatos	mg/L	0,9	0,68	0,61	0,73
Nitratos	mg/L	0,04	0,02	0,02	0,03
pH	U. de pH	7,12	7,20	7,18	7,17
Temperatura del Agua	°C	24,0	22,0	21,0	22,3
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos Totales	mg/L	200	198	201	199,7
Oxígeno Disuelto	mg/L	9,02	8,57	8,08	8,6
Turbidez	NTU	1,19	1,06	1,21	1,2

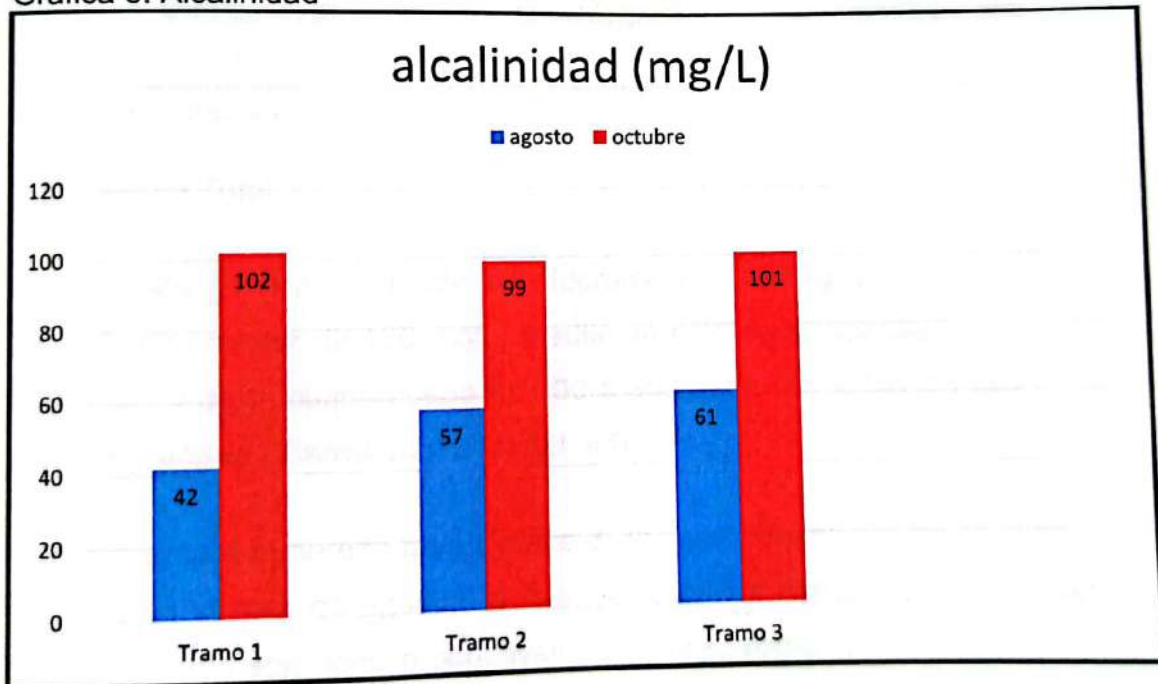
Fuente: Laboratorio Aquateknica Ltda.

2.3.1 Alcalinidad

Por lo general, la alcalinidad está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa (Barrenechea Martel, s.f).

En este caso los valores mínimos de alcalinidad se presentaron en el mes de agosto en el tramo 1 con un valor de 42 mg/L, mientras que en el tramo 1 en el muestreo de octubre se obtuvo un valor máximo de 102 mg/L. sin embargo no hubieron cambios bruscos o repentinos en el contenido de la alcalinidad. Gráfica 6.

Gráfica 6. Alcalinidad



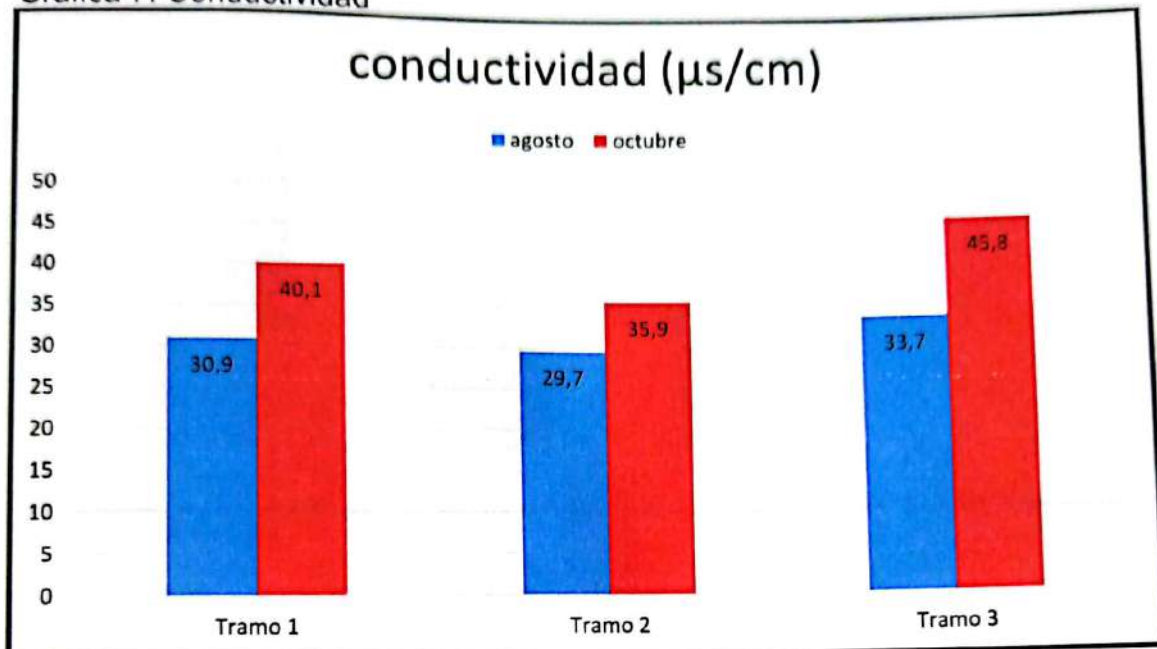
Fuente: este trabajo

2.3.2 Conductividad

La conductividad tuvo una variación de 29,7 $\mu\text{s/cm}$ en el tramo 2 en agosto a 45,8 $\mu\text{s/cm}$ en el tramo 3 en octubre. Los valores normales de conductividad según (Roldán, 2003) están entre los 30 y 60 $\mu\text{s/cm}$, resultados por debajo de

estos valores indican baja productividad, y valores por encima indican alta productividad. Gráfica 7.

Gráfica 7. Conductividad



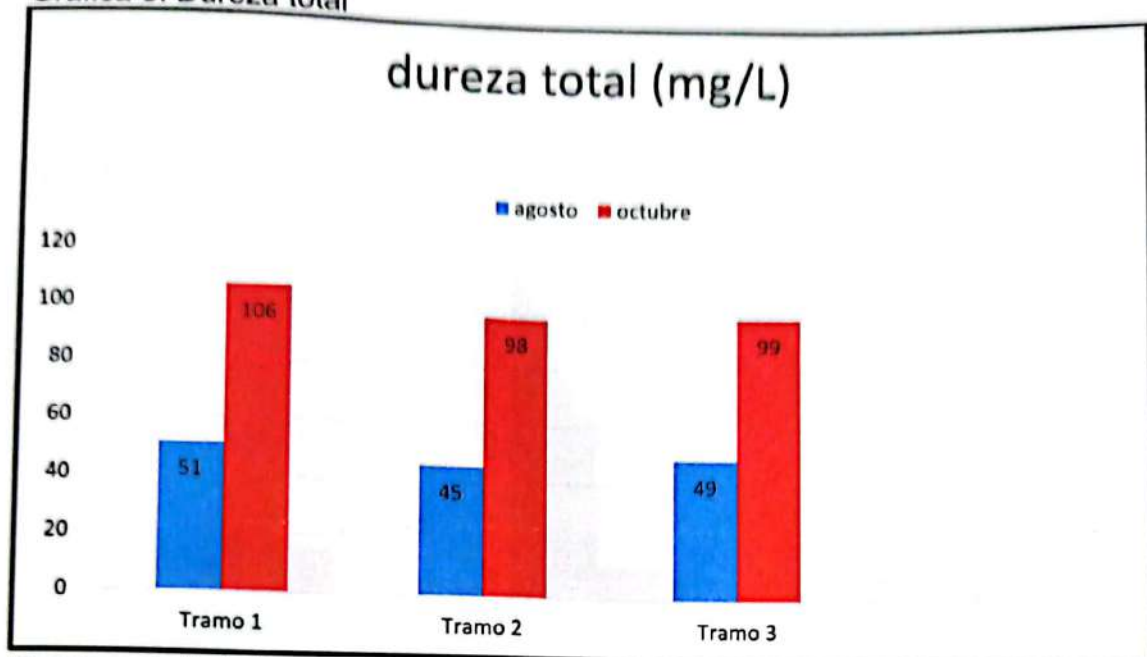
Fuente: este trabajo

2.3.3 Dureza Total

En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como CaCO₃), añade (Barrenechea Martel, s.f).

Con respecto a la dureza total Gráfica 8, el valor mínimo fue de 45 mg/L en el tramo 2 en el mes de agosto, la cual se la puede considerar como blanda y biológicamente son poco productivas, el valor máximo fue de 106 mg/L en el tramo 1 en el muestreo de octubre, por ende se las denomina como medianamente dura, sin embargo pueden poseer fauna y flora más variada pero son menos productivas en términos de biomasa (Roldán, 2003).

Gráfica 8. Dureza total

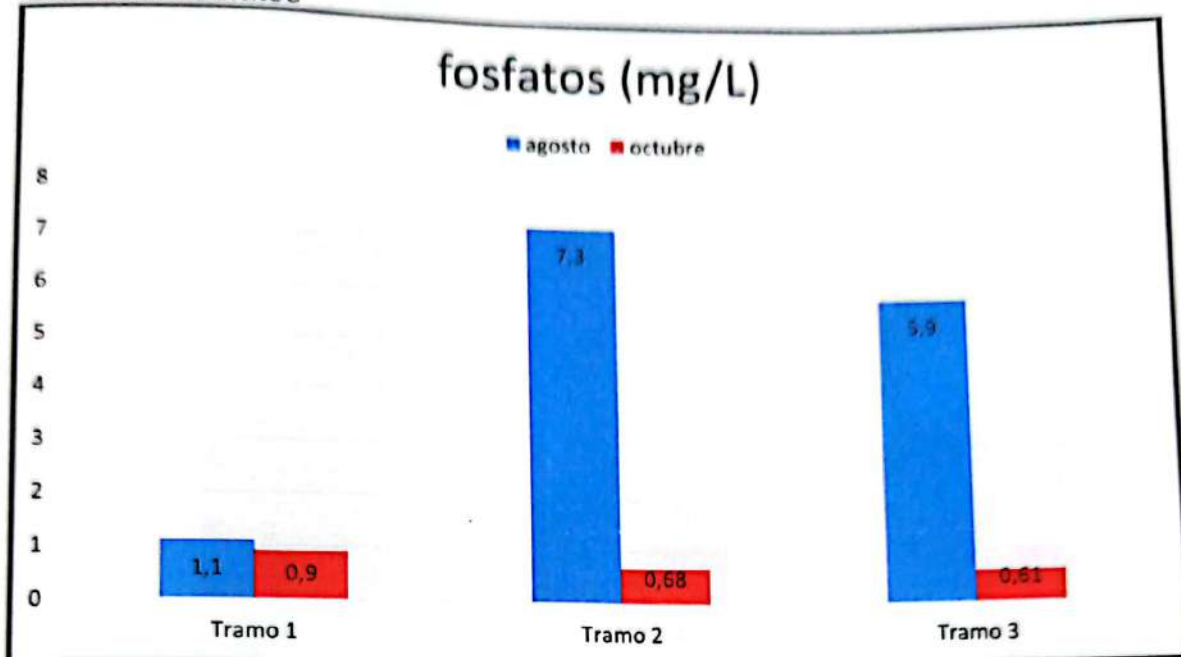


Fuente: este trabajo

2.3.4 Fosfatos

Los valores más altos de los fosfatos se registraron en el tramo 2 en agosto con una concentración de 7,3 mg/L, causados respectivamente por el vertimiento de contaminantes domésticos, el valor aumenta debido a la extracción de material de arrastre, y el menor valor de concentración de fosfatos se presentó de 0,61 mg/L en el muestreo de octubre en el tramo 3, este valor se debe a que en esta área el vertimiento de edificadores domésticos es menor que en los otros tramos. Gráfica 9.

Gráfica 9. Fosfatos

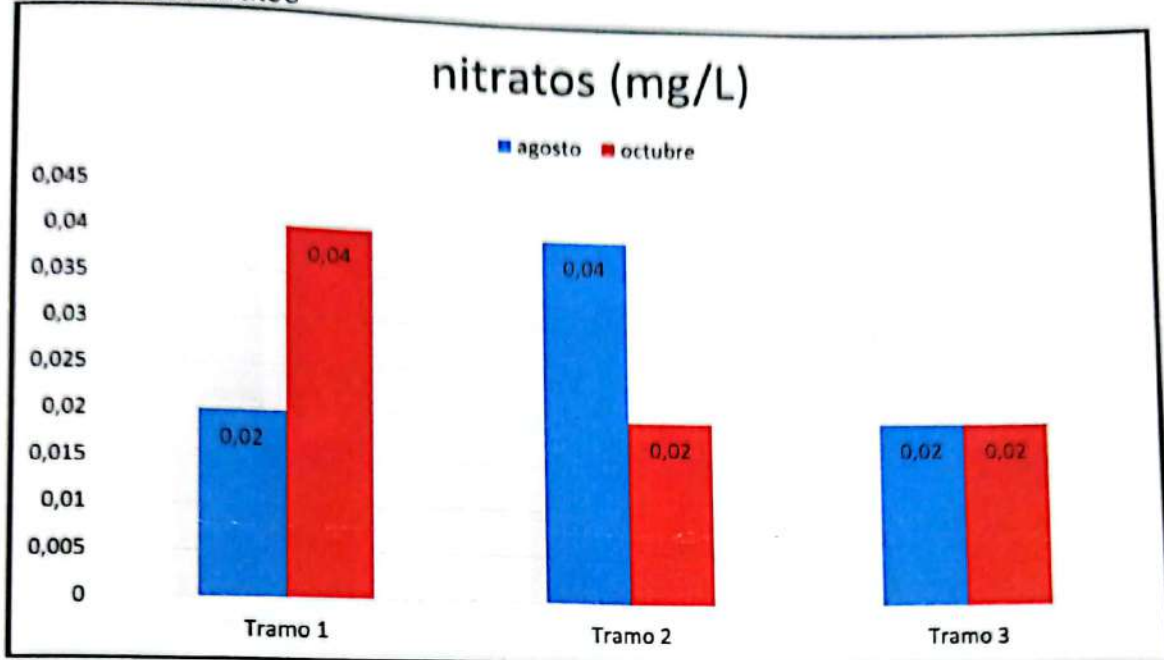


Fuente: este trabajo

2.3.5 Nitratos

Las concentraciones de nitratos en el mes de agosto son iguales a las del mes de octubre, siendo 0,4 mg/L el valor más alto y 0,2 mg/L el valor mínimo, donde se observa poca contaminación por aguas grises. Gráfica 10.

Gráfica 10. Nitratos

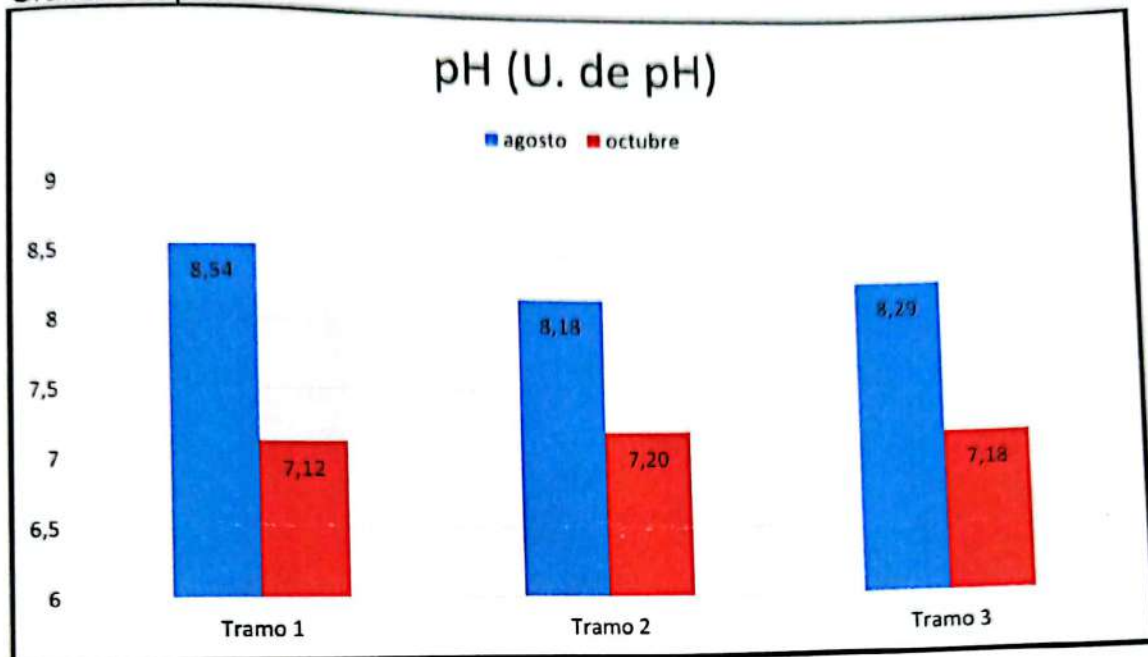


Fuente: este trabajo

2.3.6 pH

El pH varío de 7,12 unidades en el tramo 1 en octubre del 2016 (verano) a 8,54 unidades en el tramo 1 en agosto (invierno), Gráfica 11. Donde se obtuvieron datos que indican un pH entre 6,0 y 9,0 para clasificar aguas naturales (Roldán, 2003).

Gráfica 11. pH

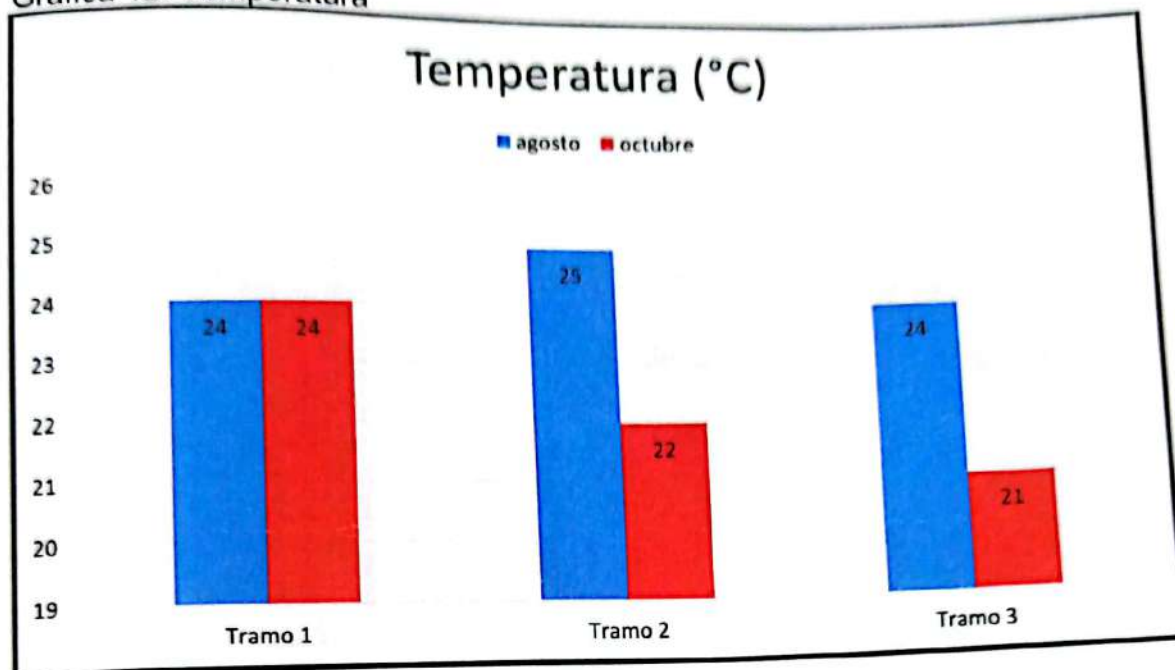


Fuente: este trabajo

2.3.7 Temperatura del Agua

El comportamiento de la temperatura es consecuencia de la altura sobre el nivel del mar, la época y la hora de muestreo, presentándose temperaturas más altas en periodo de lluvia y en el segundo tramo. La temperatura más alta se presentó en agosto en el tramo 2 con un valor de 25 °C en donde se puede estar acelerando la descomposición de materia orgánica y la más baja en el tramo 3 con un valor de 21°C en periodo de sequía. A pesar de esto la temperatura no muestra grandes variaciones, debido a la ausencia de descargas industriales y la baja actividad que pueda influenciar este parámetro de forma significativa. Gráfica 12.

Gráfica 12. Temperatura

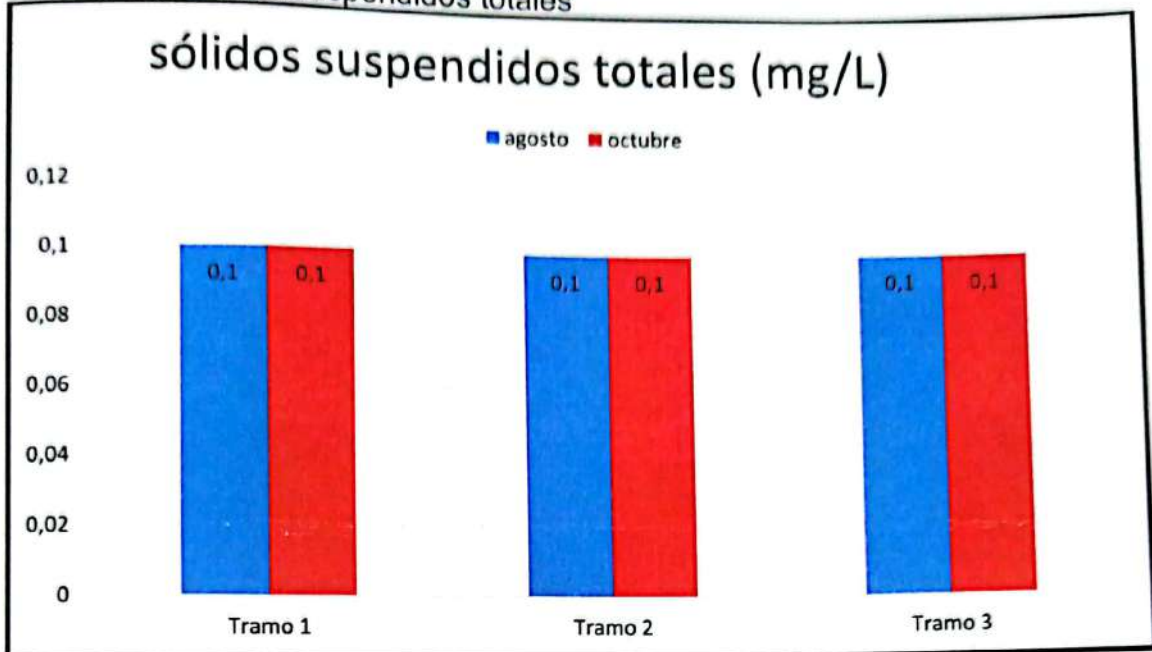


Fuente: este trabajo

2.3.8 Sólidos Suspendidos Totales

Según los resultados entregados por el laboratorio Aquateknica Ltda. En las dos épocas muestreadas los valores de sólidos suspendidos totales fueron menores a 0,1 mg/L en todos los tramos, esto se debe a que el color aparente de este río es apto para realizar actividades recreativas de contacto primario como la natación. Gráfica 13.

Gráfica 13. Sólidos suspendidos totales

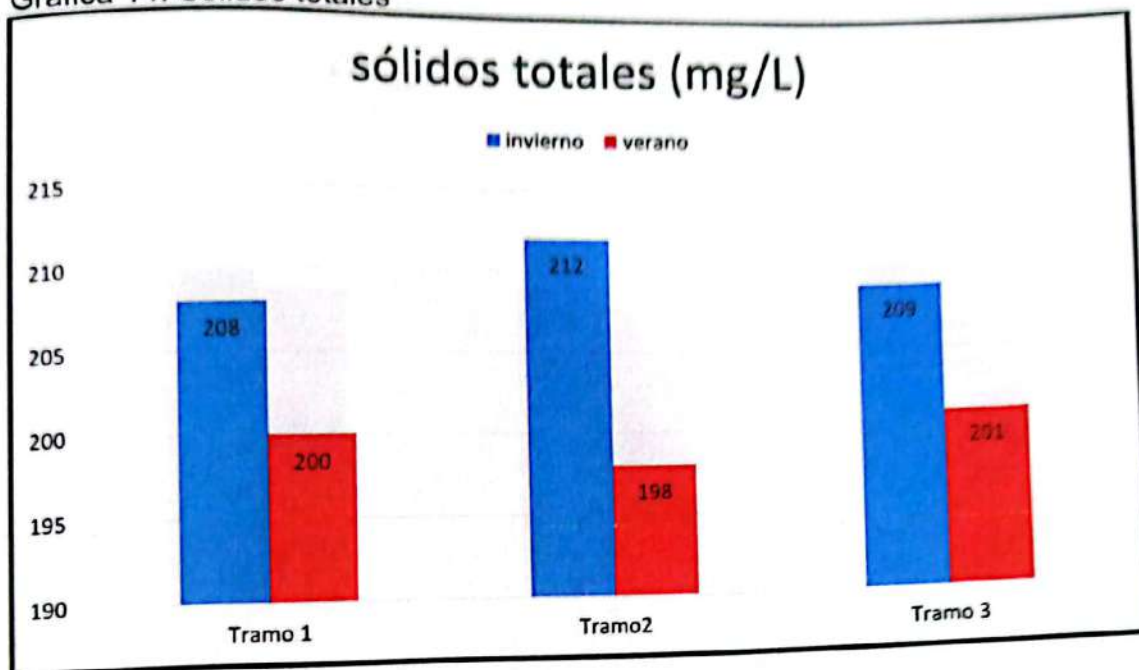


Fuente: este trabajo

2.3.9 Sólidos Totales

Los sólidos totales registraron un comportamiento donde los datos presentaron un rango de valores entre 198 mg/L, en el tramo 2 en el mes de octubre, a 212 en el tramo 2 en agosto, lo cual indica que en el tramo 2 en la fecha de agosto debido a la temporada de lluvias hubo erosión del terreno, un aumento en el transporte de sólidos totales aumentando la productividad, ocasionando una disminución en la diversidad de especies. Gráfica 14.

Gráfica 14. Sólidos totales

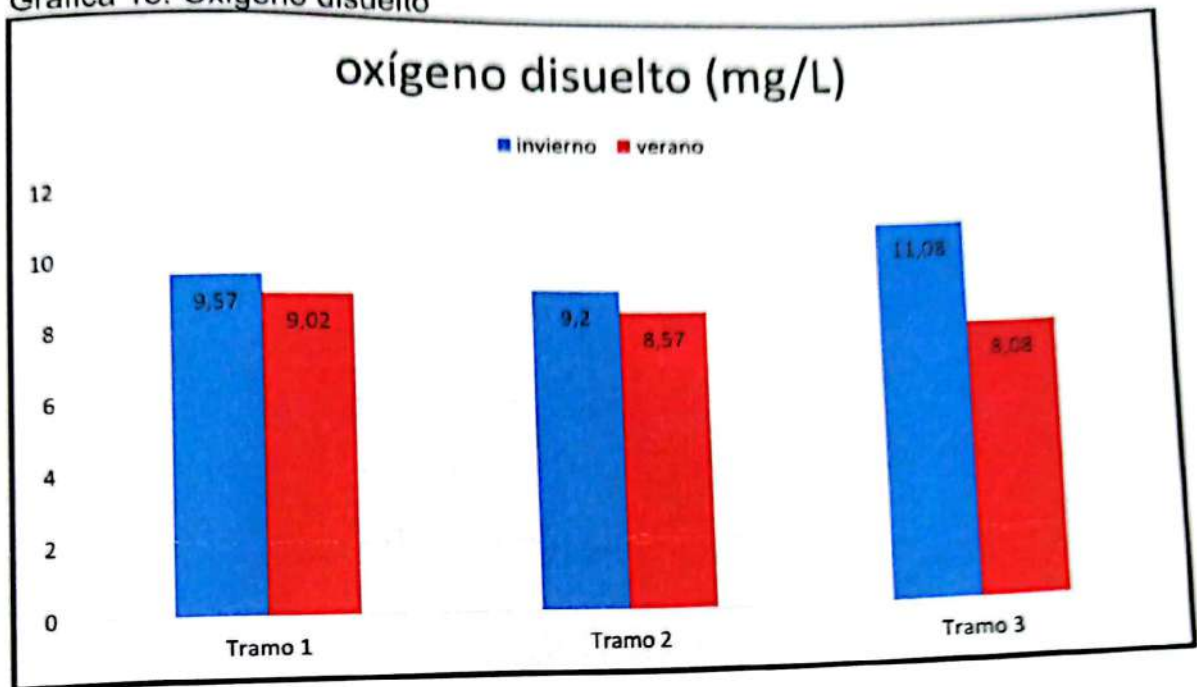


Fuente: este trabajo

2.3.10 Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto mínima, 8,08 mg/L, fue registrada para el tramo 3 en el mes de octubre (verano) y la concentración máxima de oxígeno disuelto fue de 11,08 mg/L en el tramo 3 en el muestreo de agosto (invierno), por lo cual se evidencia un funcionamiento ecológico normal en el cuerpo de agua y su calidad. Gráfica 15.

Gráfica 15. Oxígeno disuelto

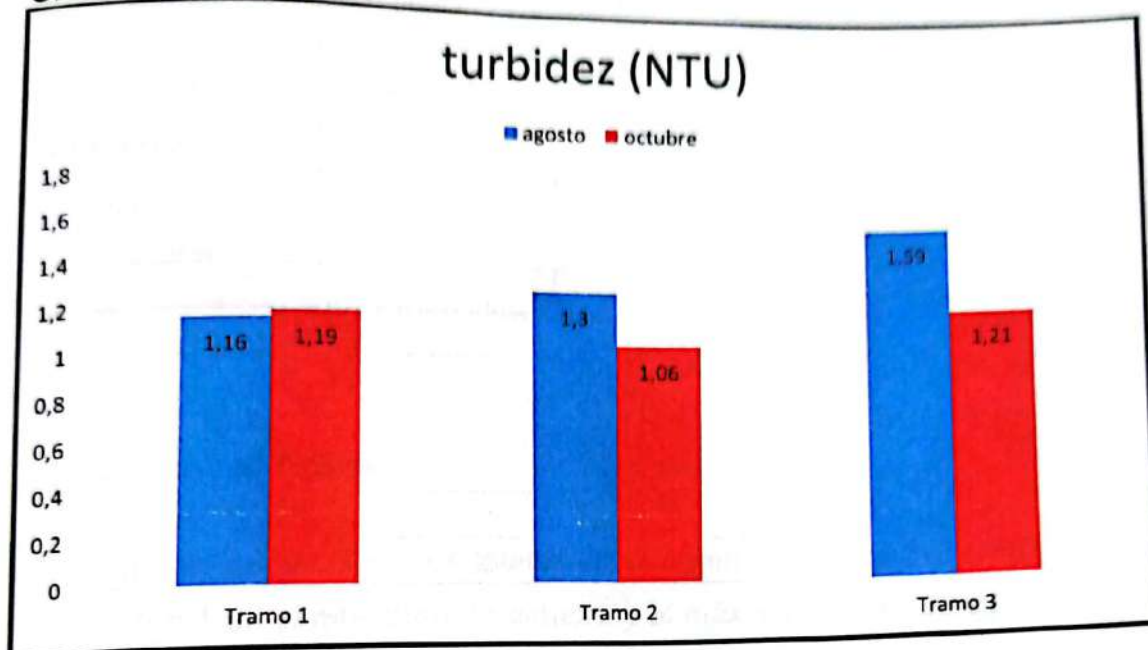


Fuente: este trabajo

2.3.11 Turbidez

La turbidez es una medida visual de contaminación, determina la transparencia del agua y es una limitante al paso de la luz, el valor mínimo de turbidez fue de 1,06 NTU en el tramo 2 en el mes de octubre, en cambio el valor máximo se dio en el tramo 3 en agosto con 1,59 NTU, esto se debe a que antes del muestreo hubo presencia de lluvia ocasionando que el agua se torne un poco más turbia. Gráfica 16.

Gráfica 16. Turbidez



Fuente: este trabajo

2.4 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados correspondientes a los parámetros microbiológicos en época de invierno son mostrados en la Tabla 14, por otro lado en la Tabla 15 se exponen los resultados microbiológicos en época de verano, donde se describe lo obtenido en cada tramo con respecto a coliformes totales y coliformes fecales.

Tabla 14. Promedio de parámetros microbiológicos tomados en época de invierno

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS TOMADOS EN ÉPOCA DE INVIERNO					
MUESTRAS	UNIDADES	T1	T2	T3	PROMEDIO
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	638	698	696	677,3
Coliformes Fecales	UFC/100 cm ³	22	36	44	34

Fuente: Laboratorio Aquateknica Ltda.

Tabla 15. Promedio de parámetros microbiológicos tomados en época de verano

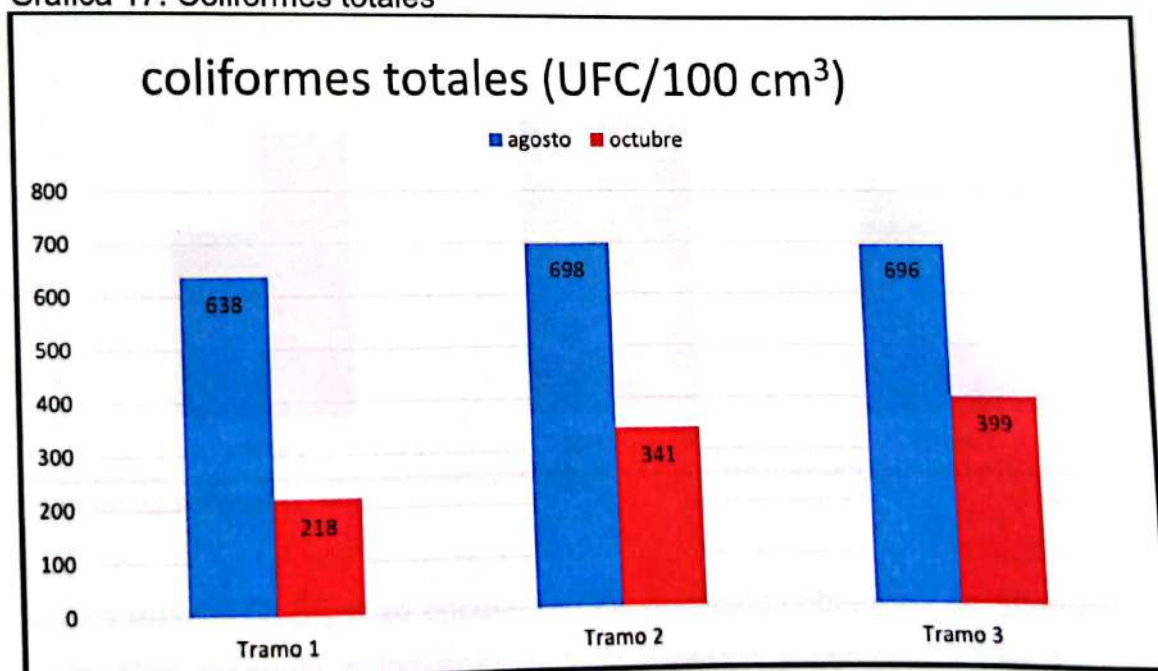
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS TOMADOS EN ÉPOCA DE INVIERNO					
MUESTRAS	UNIDADES	T1	T2	T3	PROMEDIO
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	218	341	399	319,3
Coliformes Fecales	UFC/100 cm ³	34	36	39	36,3

Fuente: Laboratorio Aquateknica Ltda.

2.4.1 Coliformes Totales

Con respecto a los coliformes totales el valor mínimo fue de 218 UFC/100 cm³ en el tramo 1 en el muestreo de octubre y el máximo fue de 698 UFC/100 cm³ en el tramo 2 en el mes de agosto, esto indica la contaminación del agua y suelo por vertimientos residuales. Gráfica 17.

Gráfica 17. Coliformes totales



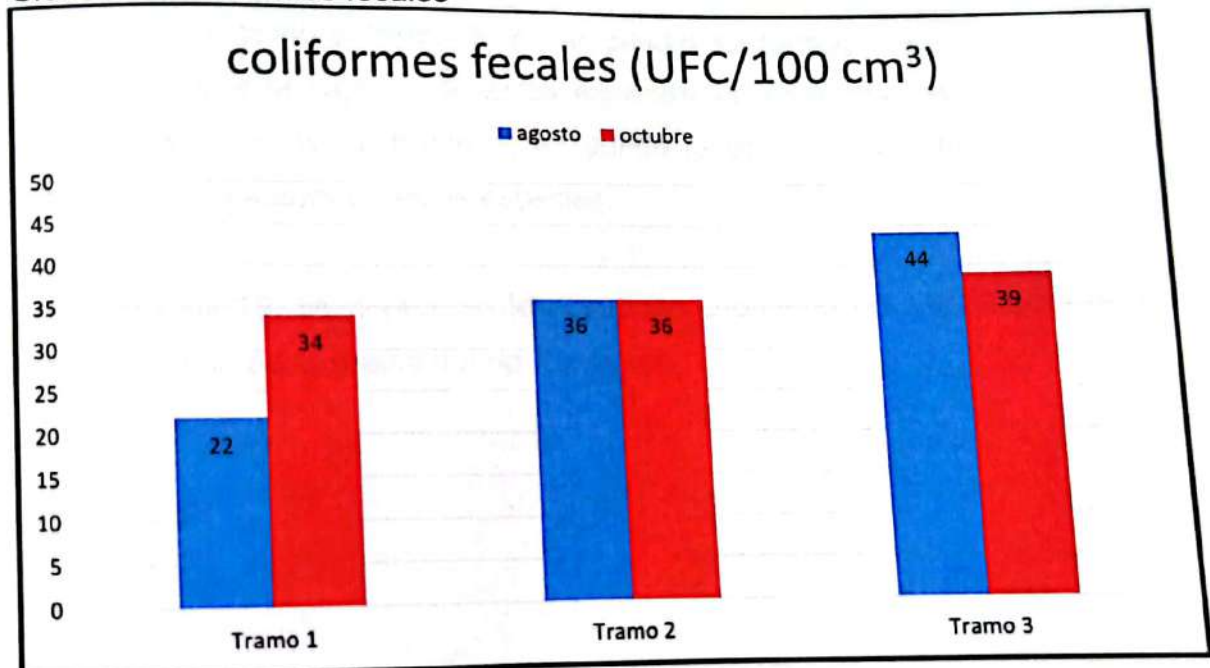
Fuente: este trabajo

2.4.2 Coliformes Fecales

Para (Llano, 2012), los Coliformes fecales son de origen intestinal, su presencia en el agua indica la contaminación bacteriana resiente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua".

Se presentaron valores entre 22 UFC/100 cm³ en el muestreo de agosto en el tramo 1, y 44 UFC/100 cm³ en la fecha de agosto, en el tramo 3, esto indica que antes o durante los muestreos hubieron efes fecales producidas por animales o personas que se encontraban realizando actividades recreativas en estos sectores. Gráfica 18.

Gráfica 18. Coliformes fecales



Fuente: este trabajo

En los anexos D, E y F se encuentran los resultados obtenidos de Aquateknica Ltda. Con respecto a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en cada tramo en la época de invierno (agosto); por otro lado los resultados obtenidos en la época de verano (octubre) en cada tramo de muestreo se los halla en los anexos G,H e I.

2.5 AFORO DE CAUDAL

En la Tabla 16, se detallan los valores promedios de los caudales obtenidos en los muestreos en cada tramo.

Tabla 16. Valores promedio de los caudales en cada tramo

TRAMO	CAUDAL PROMEDIO EN (m ³ /s)
1	2,02
2	2,00
3	1,37

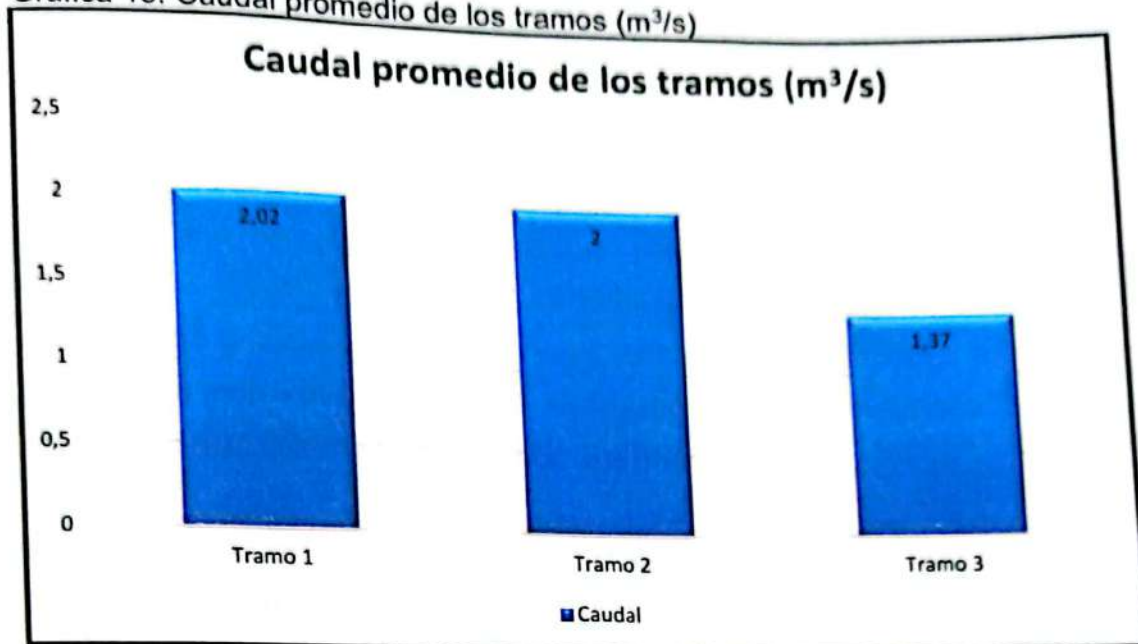
Fuente: este trabajo

Generalmente cuando los caudales de los ríos son bajos las poblaciones de macroinvertebrados aumentan.

En estaciones como el tramo 3 con un caudal aproximado de 1,37 m³/s, son excelentes para la captura de estas especies sin embargo hay lugares más caudalosos como en el tramo 1, en donde la corriente arrastra sedimentos dificultando la captura de estas especies.

En la Gráfica 19, se presentan los caudales promedio de cada tramo de un transecto de la parte media del río Rumiayaco.

Gráfica 19. Caudal promedio de los tramos (m³/s)



Fuente: este trabajo

Por el trabajo realizado en el transecto de la parte media del río Rumiaco, se puede decir que los sitios con alta presencia de macroinvertebrados acuáticos son las zonas de calma y con presencia de vegetación a sus alrededores, sin embargo hay especies que si toleran corrientes moderadas de agua como es el caso de la familia Psephenidae, Ptilodactylidae y Perlidae.

De lo cual se deduce que los sitios perfectos para realizar una excelente captura, son los lugares con caudal moderado, abundante vegetación, troncos y hojarasca.

3. CONCLUSIONES

La comunidad de macroinvertebrados reportados en un transecto de la parte media del río Rumiayaco durante los muestreos realizados en los meses agosto y octubre del año 2016 estuvo mejor representada durante el segundo muestreo, donde posiblemente las condiciones de bajo caudal se encontraban favoreciendo la exposición de un mayor número de microhábitats en los que gracias a la baja velocidad de corriente se favoreció el establecimiento de una comunidad más representativa y mejor estructurada.

La asociación de macroinvertebrados estuvo compuesta por el phylum Arthropoda, clase insecta, por 8 órdenes, 32 familias y 53 géneros, de los cuales 3 están sin determinar, el mayor número de géneros fue para el orden Coleóptera (18), seguido por Ephemeroptera (13), Trichoptera (9), Hemíptera (5), Díptera (4), Odonata (2), Plecóptera (1), Megaloptera (1). Dentro de los órdenes colectados se resaltaron los valores más significativos en número de individuo: Ephemeroptera (62%), Trichoptera (11%), Hemíptera (9%), Coleóptera (8%), Díptera (7%), Plecóptera (2%), Megaloptera (1%), Odonata (0%).

Las comunidades de insectos acuáticos reportadas en los cuerpos de agua de un transecto de la parte media del río Rumiayaco parecen estar fuertemente influenciadas por el efecto del régimen hidrológico, que no solo modifica las condiciones físicas de los sistemas sino que además ocasiona cambios en la concentración de diversas variables químicas que favorecen o limitan en diferentes grados y formas la composición y abundancia de la comunidad.

Cabe destacar la presencia de individuos de la familia Perlidae que se encontraron en todos los tramos de muestreo, esto está relacionado con la ausencia de factores de contaminación severos, lo cual incide en los resultados encontrados que reflejan la presencia de familias susceptibles a la contaminación.

Se puede resaltar la presencia de individuos de la familia Carabiadae que se encontró en el tramo 3, son encontrados en hábitats a orillas de ríos, y se caracterizan por ser depredadores, cazando principalmente otros insectos, lombrices y caracoles, con lo que contribuyen a controlar sus poblaciones

El mayor número de individuos colectados se presentó en el tramo (T2) 338 individuos, representados en 38% por la familia Leptophlebiidae y 20% por la familia Veliidae. Mientras que el menor número de individuos fue hallado en el tramo (T1) con 279 individuos, las familias que predominan en este tramo son Leptophlebiidae (48%) y Leptohyphidae (12%). En cuanto al tramo T3 ubicado aguas abajo el número de individuos colectado fue de 313 y las familias predominantes son Leptophlebiidae y Baetidae con 24%.

La aplicación del método BMWP/Col, define las aguas de los tres tramos como aguas no contaminadas. De acuerdo a los valores permisibles para agua de uso recreacional según el decreto 1594 de 1984, a partir de esta norma se puede afirmar que fisicoquímicamente el transecto evaluado de la parte media del río Rumiayaco cuenta con aguas apropiadas para dicha actividad ya sea de contacto primario o secundario, en promedio, de pH (7,8), porcentaje de Oxígeno disuelto (93%).

Con respecto a los tensoactivos no fue posible realizar muestreo debido a la falta de recursos para este parámetro, sin embargo se cuentan con familias de macroinvertebrados acuáticos como Gerridae y Veliidae las cuales son indicadoras de la presencia o ausencia de tensoactivos, estas familias fueron encontradas en los tramos evaluados, por ende se concluye que no hay presencia de tensoactivos en el transecto evaluado ya que estas familias no pueden vivir si hay cualquier agente tensoactivo que reduzcan la tensión superior del agua.

Microbiológicamente el número de coliformes totales, en cuanto a la actividad recreacional son menores (498,3 UFC/cm³), siendo 1000 UFC/cm³ el valor

admisible con lo cual se puede decir que el riesgo para la salud humana es bajo, en cuanto a coliformes fecales fue de 35,15 UFC/cm³ siendo 200 UFC/cm³ el valor admisible, de igual forma son pocas las posibilidades de que las personas al realizar actividades recreativas en este lugar sufran algún riesgo para su salud.

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos se puede concluir que la calidad de agua del transecto evaluado de la parte media del río Rumiayaco es buena, a pesar de la alta influencia en este sector para actividades recreacionales.

4. RECOMENDACIONES

Realizar el mismo estudio durante otras épocas del año ya que el establecimiento de estas especies durante dos jornadas de muestreo puede no ser una representación faunística suficiente.

Generar más estudios con macroinvertebrados acuáticos ya que son buenos indicadores de la calidad de agua natural, y son pocas las investigaciones que se han realizado en los afluentes de la región.

Implementar programas de educación ambiental, desde escuelas, colegios y universidades para la conservación de este recurso debido a la buena calidad de estas aguas por parte de los entes territoriales y no esperar a que sea demasiado tarde para generar medidas de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Andrade, J. F. (2011). Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Alcaldía de Bogotá. (23 de Julio de 1984). Decreto 1594 DE 1984. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>
- Álvarez arango, L. F. (2005). Metodología para la utilización para los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Álvarez, S., & Pérez, L. (Diciembre de 2007). Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/524/1/T2516.pdf>
- aparicio Mijares, F. J. (2007). Fundamentos de hidrología de superficie. México: Limusa.
- Arce, O. (2006). Indicadores biológicos de calidad de agua. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Arija, C. (2012). Taxonomía, Sistemática y Nomenclatura, herramientas esenciales en Zoología y Veterinaria. Recuperado el 27 de Noviembre de 2016, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070712/071220.pdf>

Barrenechea Martel, A. (s.f). Aspectos físicoquímicos de la calidad del agua. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomol/uno.pdf>

Biocagua. (s.f). Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca) mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, aplicando el método BMWP. Cundinamarca, Colombia: UNICIENCIA.

Briones Sánchez, G., & García Casillas, I. (2008). Aforo del agua en: canales y tuberías. México: Trillas: UAAAN.

Castellón Garay, R. D. (2013). Evaluación Rápida De La Calidad Del Agua. Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de <https://acchonduras.files.wordpress.com/2014/08/evaluacion-rapida-de-la-calidad-del-agua.pdf>

Chapman, D. (1996). Water Quality Assessments. En A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring (pág. 626). London: Chapman Hill.

Chávez Sifontes, J. M., & Orantes Guerrero, E. E. (2010). Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. . San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.

Collazos Peñaloza, H., & Duque Muñoz, R. (1998). Residuos Sólidos. Santafé de Bogotá, D.C: ACODAL.

Consejo de Europa. (1968). Carta del Agua.

CORPOAMAZONIA. (Junio de 2008). "Plan Básico de Manejo Ambiental y Social (PBMAS) de la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa, en el Departamento de Putumayo. Recuperado el 03 de Mayo de 2016, de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1530647>

Correa, I. (2000). Desarrollo de un índice biótico para evaluar la calidad ecológica del agua en los ríos de la cuenca alta del Río Chama utilizando macroinvertebrados bentónicos. Venezuela: Universidad de los Andes.

CORTOLIMA. (s.f). Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016, de https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/e01.pdf

Cuenca Rumiyaco. (22 de Agosto de 2015). ejecución de estrategias ambientales participativas para el mejoramiento de la conectividad ecológica del paisaje, como un aporte a la ordenación territorial la microcuenca del río Rumiyaco. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de <https://cuencarumiyaco.wordpress.com/>

De la Lanza, G., Hernandez, S., & Carvajar, J. (2000). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México: plaza y Valdez S.A. de C.V.

Defensoría del Pueblo. (2005). Diagnóstico sobre la calidad del agua para el consumo humano en Colombia. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/foro4/06Informe.pdf>

Echarri, L. (2007). Contaminación del agua. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.unav.es/ocw/ecologiaing0708/Tema%208%20Contaminacion%20de%20agua%2007.pdf>

Giacometti, J., & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Boletín Técnico 6, Serie Zoológica 2: 17-32. , 20.

Gil Gómez, J. A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del río Garagoa. Manizales, Caldas, Colombia: Universidad de Manizales.

Gutiérrez, j., Riss, W., & Ospina, R. (2006). Bioindicación de la calidad del agua en la sabana de Bogotá Colombia, mediante la utilización de la lógica difusa neuro-adaptativa como herramienta. Bogotá: Caldasia.

Jiménez Rodríguez, A. (2007). Limnología aplicada. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de https://www.upo.es/export/portal/com/bin/portal/fcex/titulaciones/cam/asignatura_5037/1189770141085_programa07-08.pdf

Ladrera Fernández, R. (Agosto de 2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas de Información Ambiental.

Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. Ikastorratza. e-Revista de Didáctica 11, 2.

Letterman, R. D. (2002). Calidad y tratamiento de agua: manual de suministro de agua comunitaria. Madrid, España: Mc Graw Hill.

Llano, C. (2012). Respuesta de los macroinvertebrados bentónicos a las condiciones de calidad de agua en el tramo medio-alto del río Felidia, cuenca

del río Call, Valle del Cauca. Santiago de Cali: universidad Autónoma de Occidente.

Martinez, N. (2010). Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del balneario Hurtado, río Guatapurí, Valledupar Cesar. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Ministerio de Ambiente y Energía. (2003). Propuesta de Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Nava C., R., Armijo T., R., & Gastó C., J. (1996). Ecosistema: la unidad de la naturaleza y el hombre. México: Trillas: UAAAN.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (s.f). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En E. Domínguez, & H. Fernández, Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos (pág. 1). San Miguel de Tucumán. Argentina: Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo.

Rocha, Z. (2004). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. *Revistasjdc*, 36.

Roldán Pérez, G. (1998). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Bogotá: Universidad de Antioquia.

Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología neotropical. Medellín: Universidad de Antioquia.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. En *Uso del método BMWP/Col* (pág. 170). Medellín: Universidad de Antioquia.

Romero Rojas, J. A. (1996). *Acuíquímica*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rosero P., P. L., & Carvajal V., A. L. (1998). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de contaminación en la parte baja del río Sangoyaco (municipio de Mocoa)*. Mocoa, Putumayo, Colombia: Instituto Tecnológico del Putumayo.

Senciales González, J. M. (s.f). Las actividades físico-recreativas, instrumentos de intervención socioeducativa ante la dominancia de la figura del "Winner-Ganador" entre los menores. Recuperado el 21 de Septiembre de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2547380.pdf>

Senciales González, J. (s.f). El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/109746.pdf>

Tercedor, A. (1996). *Macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua de los ríos*. En *Memorias IV Simposio del Agua en Andalucía* (pág. 203). Granada: Universidad de Granada.

Umaña Gómez, E. (Noviembre de 2002). *Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua*. Esteli, San Nicolas, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Umaña, G. (s.f). *Estudios Limnológicos en el CIMAR*. Recuperado el 15 de Febrero de 2016, de <http://www.conicit.go.cr/boletin/boletin14/cimar.pdf>

ANEXOS

1. ANEXO I: PLAN DE MANEJO DE RESERVA NATURAL DE LA SIERRA DE LA NEBLINA

2. ANEXO II: PLAN DE MANEJO DE RESERVA NATURAL DE LA SIERRA DE LA NEBLINA

Anexo A Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados identificados en el tramo 1 además del número de individuos colectados

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	No. Individuos colectados
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dryopidae	<i>Elmoparnus</i>	2
			Elmidae	<i>Huleechius</i>	1
				<i>Macrelmis</i>	1
				<i>Heterelmis</i>	10
				<i>Microcylloepus</i>	2
				<i>Notelmis</i>	1
				<i>Phanocerus</i>	1
				<i>Disersus</i>	1
				<i>Heterelmis</i>	1
				<i>Hrxanchorus</i>	1
			Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	1
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	3
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	1
		Staphylinidae	<i>Stenus</i>	1	
			<i>Stenus</i>	1	
		Diptera	Chironomidae	Orthocladinae	8
			Psychodidae	<i>Maruina</i>	2
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	2
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	4
				<i>Camelobaetidius</i>	4
				Indet.	1
				<i>Mayobaetis</i>	3
				<i>Nanomis</i>	1
				<i>Varipes</i>	2
			Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	34
			Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	1
				<i>Terpides</i>	1
<i>Thraulodes</i>	131				
Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	5		
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	2		

Continuación Anexo A

	Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	1
	Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	5
	Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	6
			<i>Protophila</i>	1
		Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	7
			<i>Smicridea</i>	13
		Hydroptilidae	<i>Leucotrichia</i>	9
	Leptoceridae	<i>Grumichella</i>	8	
Total individuos				279

**Anexo B Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados
identificados en el tramo 2 además del número de individuos colectados**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	No. Individuos colectados
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	8
				<i>Macrelmis</i>	5
			Hydrophilidae	Indet.	3
			Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	1
			Staphylinidae	Indet.	3
		Diptera	Chironomidae	Orthocladinae	5
			Simuliidae	<i>Simulium</i>	4
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	23
				<i>Camelobaetidius</i>	11
				<i>Mayobaetis</i>	4
				<i>Nanomis</i>	7
				<i>Leptohyphes</i>	19
			Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i>	1
				<i>Needhamella</i>	1
				Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>
			Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	1
			Hemiptera	Gerridae	<i>Trepobates trepidus</i>
		<i>Potamobates</i>			3
		Mesoveliidae		Mesoveloidea	2
		Veliidae		<i>Rhagovelia</i>	68
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	1
		Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i>	1
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	7
		Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	9
			Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	20
				<i>Leptonema</i>	1
			Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	1
			Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	1
Total individuos					338

Anexo C Clasificación taxonómica de los géneros de macroinvertebrados identificados en el tramo 3 además del número de individuos colectados

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	No. Individuos colectados		
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Carabidae	Indet.	1		
			Elmidae	<i>Disersus</i>	1		
				<i>Heterelmis</i>	3		
				<i>Huleechius</i>	3		
				<i>Macrelmis</i>	5		
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	1		
			Ptilodactylidae	<i>Tetraglossa</i>	1		
		Staphylinidae	<i>Stenus</i>	7			
		Diptera	Chironomidae	Orthocladinae	33		
			Psychodidae	<i>Maruina</i>	1		
			Simuliidae	<i>Simulium</i>	6		
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	3		
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	50		
				<i>Camelobaetidis</i>	17		
				<i>Mayobaetis</i>	2		
				<i>Nanomis</i>	6		
			Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	53		
			Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	1		
				<i>Thraulodes</i>	75		
		Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	1			
		Hemiptera	Mesoveliidae	<i>Mesoveloidea</i>	1		
			Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	1		
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	7		
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	2		
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	3		
		Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	1		
			Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	14		
				<i>Smicridea</i>	14		
		Total individuos					313

**Anexo D Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 1,
en época de invierno (agosto)**



AQUATEKNICA LTDA

TEL: 005 177 8704

Laboratorio de Aguas y Efluentes

Autorizado por el Ministerio de Salud y la Dirección Social según Resolución No. 1013, 2013

Resolución No. 1013-13

RESULTADOS DE LA BOGA TORO

INFORMACION DEL CLIENTE

CLIENTE: AITIRO CAROLINA MOLINA
DIRECCIÓN: MOCCA - PUTUMAYO
TELÉFONO: 0100000000
EMAIL: carlo_mol10@hotmail.com

INFORMACION GENERAL

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: MC1004-18
TIPO DE MUESTRA: AGUA RESIDUAL
ANÁLISIS SOLICITADO: FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
PUNTO DE MUESTREO: TRAMO BOGOTERO - RIO PUTUMAYO - MOCCA - PUTUMAYO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Lunes, 29 de agosto de 2013
HORA DE TOMA DE MUESTRA: 09:24 p.m.
FECHA DE ENTREGA AL LABORATORIO: martes, 30 de agosto de 2013
HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 10:00 a.m.
RESPONSABLE DEL MUESTREO: EL CLIENTE AITIRO CAROLINA MOLINA

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES Nº1 9110/07	CONCLUSIONES	MÉTODO	ANALISTA
Alcalinidad	49	mg/L	≤ 100 mg/L	aceptable	Tuñamanco	William C.
Conductividad	20,0	µS/cm	≤ 1000 µS/cm	aceptable	Conductividad	William C.
Dureza Total	81	mg/L	≤ 300 mg/L	aceptable	Tuñamanco	William C.
Resorte	1,1	mg/L	≤ 0,5 mg/L	no aceptable	Colorimétrico	William C.
Nitrosos	0,02	mg/L	≤ 10 mg/L	aceptable	Espectrofotométrico	William C.
pH	8,54	Unidades de pH	entre 6,5 y 9,0	aceptable	Sacrométrico	William C.
Temperatura de Agua	24,0	°C	N.A.	aceptable	Termométrico	William C.
Sólidos Suspensivos Totales	4,01	mg/L	NS	N.A.	Gravimétrico a 100-105 °C	William C.
Sólidos Totales	200	mg/L	≤ 1000 mg/L	aceptable	Secado a Membrana	William C.
Organo Clorado	0,50	mg/L	NS	N.A.	Nefelométrico	William C.
Turbidez	1,10	NTU	≤ 5 NTU	aceptable	Nefelométrico	William C.
Coliformes Totales	0,00	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Ronación por membrana	Dora L.
Coliformes Fecales	0,0	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Ronación por membrana	Dora L.

ANÁLISIS REALIZADO EN:

ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO NI AUTORIZADO POR ALCALDÍAS, GOBIERNOS LOCALES, EMPRESAS, INSTITUCIONES, NI POR PERSONAS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO.


DORA PATRICIA LOSADA
GERENTE - MICROBIÓLOGA




WILLIAM CASTRO
ING. QUÍMICO

ELIACRO RUIZ DEGRADO GARCIA
SIP - ING. AMBIENTAL

**Anexo E Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 2,
en época de invierno (agosto)**



AQUATEKNICA LTDA

BOGOTÁ 20100100

AQUATEKNICA LTDA

TEL: 300 1274700

LABORATORIO DE AGUAS Y SANEAMIENTO
CALLE 14 N° 25 - 40, ZONA SANTA CATALINA, BOGOTÁ, COLOMBIA

RESUMEN DE LA ORDEN DE SERVICIO

CLIENTE: ASESORÍA CAROLINA SUAREZ
DIRECCIÓN: ASESORIA - PUERTO RICO
TELÉFONO: 310 800 0000
CORREO: carolinasuarez@asesoria.com

INFORMACION GENERAL

ENTREGA DE LA MUESTRA: 10/02/2018
TIPO DE MUESTRA: AGUA SUPERFICIAL
ANÁLISIS SOLICITADOS: FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLOGÍA
PUNTO DE MUESTREO: TRAFICO - BOGOTÁ - RÍO NEGRAS - ASESORIA - PUERTO RICO
HORA DE TOMA DE MUESTRA: 04:10 PM
HORA DE ENTREGA AL LABORATORIO: 04:10 PM
HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 10:00 AM
RESPONSABLE DEL MUESTREO: EL CLIENTE ASESORIA CAROLINA SUAREZ

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLOGÍA

VARIABLE ANALIZADA	RESULTADO	UNIDADES	VALORES NOMINALES NO 21/10/07	REQUISITOS	MÉTODOS	APLICACIÓN
Acidez	0.1	mg/L	1000 mg/L	SEMPRE	Tuercas	Clasificación
Conductividad	25.7	µS/cm	1000 µS/cm	SEMPRE	Conductividad	Clasificación
Dureza Total	40	mg/L	1000 mg/L	SEMPRE	Tuercas	Clasificación
Resistencia	7.3	mg/L	100 mg/L	SEMPRE	Conductividad	Clasificación
Color	0.04	mg/L	10 mg/L	SEMPRE	Espectrofotómetro	Clasificación
pH	6.10	UNIDADES EN PH	6.5-8.5	SEMPRE	Colorimetría	Clasificación
Temperatura de Agua	20.0	°C	14	SEMPRE	Termómetro	Clasificación
Cloruro Sulfato y Fosfato	10.1	mg/L	10	SEMPRE	Gravimetría	Clasificación
Cloruro Total	21.0	mg/L	100 mg/L	SEMPRE	Gravimetría a 100-101 °C	Clasificación
Oxígeno Disuelto	6.00	mg/L	10	SEMPRE	ILA	Clasificación de Temperatura
Turbidez	1.20	NTU	1 NTU	SEMPRE	Fotómetro	Clasificación
Coliformes Totales	200	UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	SEMPRE	Filtración por membrana	Clasificación
Coliformes Fecales	20	UFC/100 ml	0 UFC/100 ml	SEMPRE	Filtración por membrana	Clasificación

ANÁLISIS REALIZADO EN:

ESTE RESULTADO ES VALIDO PARA UN MUESTREO EN UN PUNTO DE MUESTREO Y PARA UN MUESTREO EN UN PUNTO DE MUESTREO

Dora Patricia Losada
DORA PATRICIA LOSADA
GERENTE - MICROBIÓLOGA

Diego David García
DIEGO DAVID GARCÍA
SIS. FIS. AMBIENTAL



William Castro
WILLIAM CASTRO
ING. QUÍMICO

Calle 14 N° 25 - 40, Zona Santa Catalina, Bogotá, Colombia. Tel: 300 1274700 - 300 1274701 - 300 1274702

**Anexo F Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 3,
en época de invierno (agosto)**



AQUATEKNICA LTDA

Fecha: 07/08/18

NIT 900 107 8704

Laboratorio de Aguas y Alcantarales

Acreditado por el Ministerio de Salud y el Departamento de Salud Bucal y Odontología del 10/15/2014

AQUATEKNICA LTDA

RESULTADOS DE LA BODA TODO

INFORMACION DEL CLIENTE

CLIENTE: ANITRO CAROLINA MOLINA
DIRECCION: MOCCA - PUTUMAYO
TELÉFONO: 3102301088
EMAIL: carito_mol11@hotmail.com

INFORMACION GENERAL


IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: MC1008.18
TIPO DE MUESTRA: AGUA SUPERFICIAL
ANÁLISIS SOLICITADO: FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
PUNTO DE MUESTREO: TRAMO TERCERO - RIO PUMPIACO - MOCCA - PUTUMAYO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Lunes, 07 de agosto de 2018
HORA DE TOMA DE MUESTRA: 02:00 p.m.
FECHA DE ENTREGA AL LABORATORIO: martes, 08 de agosto de 2018
HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 10:00 a.m.
RESPONSABLE DEL MUESTREO: EL CLIENTE ANITRO CAROLINA MOLINA

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	VALORES REFERENCIALES NOR. 9115/07	SEÑALAMIENTO	MÉTODO	ANALISTA
Alcalinidad	81	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Tuñamanco	William C.
Conductividad	22,7	µS/cm	1000 µS/cm	aceptable	Conductometría	William C.
Dureza Total	40	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Tuñamanco	William C.
Resistencia	0,8	mg/L	100 mg/L	no aceptable	Colorimetría	William C.
Nitrosos	0,00	mg/L	10 mg/L	aceptable	Espectrofotometría	William C.
pH	6,20	Unidades de pH	entre 6,5 y 8,0	aceptable	Electrométrico	William C.
Temperatura de Agua	24,0	°C	N.A.	aceptable	Termómetro	William C.
Sólidos Suspendedos Totales	10,7	mg/L	100	N.A.	Gravimetría	William C.
Sólidos Totales	200	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Gravimetría a 105-120 °C	William C.
Oxígeno Disuelto	11,20	mg/L	10	N.A.	Secado de Membrana	William C.
Turbidez	1,60	NTU	10 NTU	aceptable	Nefelometría	William C.
Coliformes Totales	000	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Reacción por membrana	Dora L.
Coliformes Fecales	44	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Reacción por membrana	Dora L.

PARÁMETROS ANALIZADOS: 13

LOS RESULTADOS DE ESTE REPORTE SON AUTÓGRAFOS DE AQUATEKNICA LTDA. LOS RESULTADOS DE ESTE ANÁLISIS FUEERON OBTENIDOS POR LOS MÉTODOS DESCRITOS EN EL PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE AQUATEKNICA LTDA. LOS RESULTADOS DE ESTE ANÁLISIS FUEERON OBTENIDOS POR LOS MÉTODOS DESCRITOS EN EL PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE AQUATEKNICA LTDA.


DORA PATRICIA LOSADA
GERENTE - MICROBIOLÓGICA




WILLIAM CASTRO
ING. QUÍMICO

BLAYRO ING. DIEGO OLIVERO SANCHEZ
CIP. ING. AMBIENTAL

**Anexo G Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 1,
en época de verano (octubre)**



AQUATEKNICA LTDA

LABORATORIO DE AGUA Y SANEAMIENTO

Tel: 005 127 41100

Laboratorio de Agua y Saneamiento

RESULTADOS DE LA OJEA TOTA

INFORMACION DEL CLIENTE

CLIENTE: ALFREDO CAROLINA MOLINA
 DIRECCIÓN: MOCCA - PUTUMAYO
 TELÉFONO: 310000000
 EMAIL: carola_mol@telefonos.com

INFORMACION GENERAL

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: MC-2018-18
 TIPO DE MUESTRA: AGUA SUPERFICIAL
 ANÁLISIS SOLICITADO: FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
 PUNTO DE MUESTREO: TRAMO BOYERÓ - RIO PUTUMAYO - MOCCA - PUTUMAYO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Domingo, 20 de octubre de 2018
 HORA DE TOMA DE MUESTRA: 11:03 a.m.
 FECHA DE ENTREGA AL LABORATORIO: Lunes, 21 de octubre de 2018
 HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 09:00 a.m.
 RESPONSABLE DEL MUESTRO: EL CLIENTE ALFREDO CAROLINA MOLINA

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES (M.L. 8115-07)	ESTADO	MÉTODO	ANALISTA
Acidez	100	mg/L	100 mg/L	aceptable	Tuercamento	William C.
Conductividad	40.1	µS/cm	1000 µS/cm	aceptable	Conductivímetro	William C.
Dureza Total	100	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Tuercamento	William C.
Resistencia	0.0	mg/L	100 mg/L	no aceptable	Colorímetro	William C.
Fluoruro	0.04	mg/L	1.0 mg/L	aceptable	Espectrofotómetro	William C.
pH	7.12	Unidades de pH	entre 6.5 y 8.5	aceptable	Sectómetro	William C.
Temperatura de Agua	24.0	°C	N/A	aceptable	Termómetro	William C.
Sólidos Suspendedos Totales	10.1	mg/L	N/A	N/A	Gravímetro	William C.
Sólidos Totales	100	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Gravímetro a 105-120°C	William C.
Oxígeno Disuelto	0.00	mg/L	N/A	N/A	Sectómetro de Membrana	William C.
Turbidez	1.10	NTU	5 NTU	aceptable	Nefelómetro	William C.
Coliformes Totales	210	UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	no aceptable	Placa por membrana	Carla U.
Coliformes Fecales	24	UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	no aceptable	Placa por membrana	Carla U.

LABORATORIO AQUATEKNICA LTDA

ESTE INFORME NO PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DE AQUATEKNICA LTDA. LOS RESULTADOS DE VALORES SUPERIORES A LOS ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVA VIGENTE SON INDICADORES DE CONTAMINACIÓN.

[Firma]
DORA PATRICIA LOSA DA
 GERENTE - MICROBIÓLOGA

WILCRO FALDINO OLIVEROS GARCIA
 S.P. ING. AMBIENTAL



[Firma]
WILLIAM CASTRO
 ING. QUÍMICO

Calle 14 N° 25 - 42 Barrio Tercero Cerro del Indio 074 1000 GUAYMA 01 17167070 - 1000000071 aquateknica@gmail.com Tels: +593

**Anexo H Reporte de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el tramo 2,
en época de verano (octubre)**



AQUATEKNICA LTDA

127 100 127 8700

Laboratorio de Aguas y Alcantarales

Autorizado por el Ministerio de Salud y el Directorio General de Aguas y Alcantarales No. 10.14.2014

RESULTADOS DE LA BODA TOPO

INFORMACION DEL CLIENTE

CLIENTE: NITRO CAROLINA MOLINA
 DIRECCION: MOCCA - RUMIRAYO
 TELEFONO: 3102001099
 EMAIL: carola_mol1@hotmail.com

INFORMACION GENERAL

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: NCI 2019 18
 TIPO DE MUESTRA: AGUA SUPERFICIAL
 ANALISIS REALIZADO: FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO
 PUNTO DE MUESTREO: TRAMO REGULADO - RIO RUMIRAYO - MOCCA - RUMIRAYO
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Domingo, 20 de octubre de 2019
 HORA DE TOMA DE MUESTRA: 10:01 am
 FECHA DE ENTREGA AL LABORATORIO: Lunes, 21 de octubre de 2019
 HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 10:00 am
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: EL CLIENTE NITRO CAROLINA MOLINA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES MGA. 2118/19	CONFORMIDAD	METODO	ANALISTA
Acolorados	0/0	mg/L	4.000 mg/L	aceptable	Tuqueamiento	William C.
Conductividad	25,0	µS/cm	4.000 µS/cm	aceptable	Conductividad	William C.
Dureza Total	0,00	mg/L	4.000 mg/L	aceptable	Tuqueamiento	William C.
Pefecto	0,00	mg/L	4,00 mg/L	no aceptable	Colorimetría	William C.
Fenoles	7,70	Unidades de PH	0,05 mg/L y 0,0	aceptable	Spectrofotometría	William C.
pH	9,0	°C	7,0	aceptable	Spectrofotometría	William C.
Temperatura de Agua	12,1	mg/L	NA	aceptable	Tuqueamiento	William C.
Sólidos Suspensivos Totales	1,00	mg/L	NA	aceptable	Gravimetría a 105±0,5°C	William C.
Sólidos Totales	1,57	mg/L	NA	aceptable	Secado de Membrana	William C.
Oxígeno Disuelto	1,00	mg/L	NA	aceptable	Titulometría	William C.
Turbidez	241	UPT/100 cm ³	5 UPT/100 cm ³	no aceptable	Relación por membrana	Corne L.
Coliformes Totales	28	UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	no aceptable	Relación por membrana	Corne L.
Coliformes Fecales						

ANALISIS REALIZADO: 18

ESTE INFORME PUEDE SER REPRODUCIDO SIN AUTORIZACION DE AGUATEKNICA LTDA. LOS RESULTADOS DE VALORES UNICO Y EQUIVOCADOS PARA LOS RESULTADOS REPRODUCIDOS.

Dora Patricia Losada
DORA PATRICIA LOSADA
 GERENTE - MICROBIOLOGA

Elisandro José Diego Quiroz García
ELISANDRO JOSÉ DIEGO QUIROZ GARCÍA
 S.P. ING. AMBIENTAL



William Castro
WILLIAM CASTRO
 ING. QUIMICO

Carretera 127 100 127 8700 - Calle 127 100 - Teléfono: 127 100 127 8700 - 127 100 127 8700 - 127 100 127 8700

**Anexo I Reporte de parámetros físicoquímicos y microbiológicos en el tramo 3,
en época de verano (octubre)**



AQUATEKNICA LTDA

BOGOTÁ 0010414

TEL: 001 107 4354

Laboratorio de Agua y Ambiente
Calle 14 N° 25 - 40 Barrio Santa Clara Teléfono: 001 107 4354 - 001 107 4354

RESULTADOS DE LA LABORATORIO INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: ANITO CAROLINA MOLINA
DIRECCIÓN: MODA - RUFUAYO
TELÉFONO: 31 220 0000
EMAIL: anito_carolina@hotmail.com

INFORMACIÓN GENERAL


IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: MC 1204-18
TIPO DE MUESTRA: AGUA PURIFICADA
ANÁLISIS SOLICITADO: FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
PUNTO DE MUESTREO: TRAMO TERCIERO - RIO RUFUAYO - MODA - RUFUAYO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: domingo, 20 de octubre de 2018
HORA DE TOMA DE MUESTRA: 08:57 a.m.
FECHA DE ENTREGA AL LABORATORIO: lunes, 21 de octubre de 2018
HORA DE ENTREGA DE LA MUESTRA: 10:00 a.m.
RESPONSABLE DEL MUESTREO: EL CLIENTE ANITO CAROLINA MOLINA

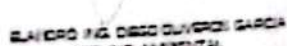
RESULTADOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES MCL 0115, 07	CONDICIONES	MÉTODOS	RESULTADO
Alcalinidad	101	mg/L	100 mg/L	aceptable	Tuometría	Atm C
Conductividad	40,0	µS/cm	1000 µS/cm	aceptable	Sonducción	Atm C
Cloruro Total	60	mg/L	1000 mg/L	aceptable	Tuometría	Atm C
Fluoruro	0,01	mg/L	1,00 mg/L	no aceptable	Tuometría	Atm C
Nitrato	0,01	mg/L	10 mg/L	aceptable	Colorimetría	Atm C
pH	7,10	Unidades de pH	entre 6,5 y 8,5	aceptable	Spectrofotometría	Atm C
Temperatura de Agua	21,0	°C	N/A	aceptable	Electrometría	Atm C
Sólidos Suspendedos Totales	1,01	mg/L	N/A	aceptable	Tuometría	Atm C
Sólidos Totales	1,01	mg/L	100 mg/L	aceptable	Gravimetría a 105-110°C	Atm C
Oxígeno Disuelto	6,00	mg/L	N/A	aceptable	Secado de Membrana	Atm C
Turbidez	1,21	NTU	1,0 NTU	aceptable	Tuometría	Atm C
Coliformes Totales	200	UFC/100 ml ¹	0 UFC/100 ml ¹	no aceptable	Detección por membrana	Care L
Coliformes Fecales	20	UFC/100 ml ¹	0 UFC/100 ml ¹	no aceptable	Detección por membrana	Care L

ANÁLISIS POR MUESTREO: 18

ESTE REPORTE DE RESULTADOS HA SIDO ELABORADO POR AUTORIZADOS DE AQUATEKNICA LTDA. LOS RESULTADOS DE VALORES UNICAMENTE INDICAN PARA LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.


DORA PATRICIA LOSADA
GERENTE - MICROBIOLOGA


RICARDO DIEGO QUIROZ GARCIA
GER. ING. AMBIENTAL




WILLIAM CASTRO
ING. QUÍMICO

Calle 14 N° 25 - 40 Barrio Santa Clara Teléfono: 001 107 4354 - 001 107 4354 - 001 107 4354