

**Aproximación al diagnóstico de la calidad de agua de la quebrada La Mielita en la
Universidad Libre seccional Pereira**

**DANIELA CORREDOR ORTEGA
LUISA FERNANDA BEDOYA GUTIÉRREZ**



Universidad Libre Seccional Pereira

Trabajo de grado

Liliana Bueno López

Docente

MAYO 2018

RESUMEN

La calidad de agua es definida por parámetros físicos químicos de determinada muestra de agua, se realiza cuando se pretende conocer su estado. Al igual que la correcta selección de punto de muestreo en los procesos de evaluación de las condiciones ambientales como la contaminación de recursos hídricos, orientado hacia la búsqueda de estrategias para un diagnóstico de la calidad de la quebrada.

La quebrada la Mielita hace parte de la subcuenca del río Consota, la cual recorre áreas urbanas tales como: El Dorado, Normandía, Avenida de las Américas y el Barrio Cuba, son las fuentes que abastecen el acueducto del área urbana del municipio de Pereira.-

Para el monitoreo del agua de la quebrada se establecieron tres puntos de muestreo, buscando con esto, tener una aproximación al diagnóstico de la de la calidad de agua en la quebrada, como punto de partida para un plan de manejo que hace parte de la Universidad Libre Seccional Pereira Sede Belmonte, en el sendero del campus universitario. La metodología las metodologías utilizadas fueron adaptadas de las propuestas por IDEAM, resaltando además que las muestras fueron tomadas en época de lluvia; en este sentido se realizaron pruebas microbiológicas como determinación de E. coli y algunos parásitos, además de pruebas fisicoquímicas como DBO, Demanda química de oxígeno, se determinó sólidos totales y el método soxhlet en grasas y aceites.

La zona donde se realizaron los estudios fueron de gran interés, por el estado en el que se encontró este cuerpo de agua (mal estado), debido a esto se plantea fortalecer los procesos de gestión ambiental para la conservación y el fortalecimiento de la cultura del agua, para contribuir de manera efectiva al desarrollo del área urbana de la quebrada la Mielita.

Palabras clave: pruebas físico químicas, Quebrada, Agua, Calidad, Contaminación.

SUMMARY

Water quality was defined by physical chemical parameters of the water sample, it is done when it is intended to know its status. As well as the correct selection of sampling point in the evaluation processes of environmental conditions such as the contamination of water resources, oriented to the search of strategies for a diagnosis of the quality of the stream. The La Mielita stream is part of the Consota River sub-basin, in which urban areas are registered, such as: El Dorado, Normandy, Avenida de las Américas and Barrio Cuba, the sources that offer the aqueduct of the urban area of the municipality of Pereira.

To monitor the water of the stream, three sampling points are established, seeking to have an approximation to the diagnosis of water quality in the stream, as a starting point for a management plan that is part of the Free Sectional University Pereira Headquarters Belmonte, on the path of the university campus. The Methodology The methodologies used were adapted to the ideas by IDEAM, highlighting that the samples were taken during the rainy season; In this regard, microbiological tests such as the determination of E. coli and some parasites, as well as physicochemical tests such as BOD, chemical oxygen demand, the total regime and soxhlet method in fats and oils were determined.

The area where the studies were conducted was of great interest, because of the state in which this body of water was found, because this is considered as an environmental management process for the conservation and strengthening of the water culture, for contribute effectively to the development of the urban area of La Mielita stream.

Keywords: Physical Chemical tests, ravine, water, quality, Pollution.

ÍNDICE

RESUMEN.....	
SUMMARY.....	
ÍNDICE.....	
1. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES.....	
1.1. Planteamiento del problema.....	
1.1.1. Pregunta de investigación.....	
1.2. Justificación.....	
1.3. Estado del arte.....	
1.4. Marco teórico.....	
1.4.1. El agua.....	
1.4.2. Microorganismos patógenos asociados al agua (<i>Escherichia coli</i> , <i>Giardia</i> y <i>cryptosporidium</i>).....	
1.4.3. Pruebas microbiológicas.....	
1.4.4. Pruebas presuntivas y confirmativas.....	
1.4.5. Medios de cultivo para pruebas presuntivas.....	
1.4.6. Medios de cultivo para pruebas confirmativas.....	
1.4.7. Método del flotador.....	
1.4.8. Pruebas fisicoquímicas.....	
1.4.9. Pruebas fisicoquímicas para análisis de aguas residuales.....	
1.4.10. Condiciones meteorológicas o climáticas.....	
1.4.11. Quebrada la Mielita.....	

2. COMPONENTE TÉCNICO	
2.1. Objetivos	
2.1.1. Objetivo general.....	
2.1.1. Objetivos específicos.....	
2.2 Metodología	
2.2.0. Cambio Climáticos en el mes de Abril.....	
2.2.1. Medición del caudal.....	
2.2.2. Toma de la muestra.....	
2.2.3. Filtración por membrana.....	
2.2.4. Pruebas presuntivas y confirmatorias para <i>Escherichia coli</i>	
2.2.5. Identificación de parásitos.....	
2.2.6. Demanda química de oxígeno.....	
2.2.7. Demanda Biológica de oxígeno.....	
2.2.8. Sólidos totales secados a 103°C.....	
2.2.9. Determinación de grasas y aceites en aguas por el método soxhlet.....	
3. Resultado	
4. Bibliografía	
5. Anexos	

1. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente la quebrada La Mielita se encuentra en muy malas condiciones, debido al aporte de escombros, cemento, agregados disueltos, entre otros, los cuales son procedentes del río Consota, el cual da origen a esta fuente hídrica; adicionalmente cuenta con vertimientos domésticos y de alcantarillado de las poblaciones cercanas incrementando en gran medida el índice de contaminación; la quebrada la Mielita hace parte de la subcuenca del río Consota. Cursa áreas urbanas tales como: El Dorado, Normandía, barrios que facilita una conexión con la Avenida Las Américas y su comunicación con el barrio Cuba. Estas zonas especialmente han contribuido a la contaminación del río por vertimientos domésticos y a su vez por la improvisación en la construcción de viviendas. Produciendo pérdida de la cobertura vegetal y afectando a especies nativas del cauce como carpinteros, garzas, barranqueros y guatines los cuales se abastecen de esta fuente hídrica. (Cárdenas Vélez, 2012), (Arias Hurtado, 2014), (Chulluncuy Camacho, 2011).

Por otra parte la erosión del suelo es inevitable, y la probabilidad de ocurrencia de enfermedades gastrointestinales cada vez es mayor al emplear esta agua como riego de cultivos aledaños como es el caso del café (Arias Hurtado, 2014).

Se ha determinado que muchas enfermedades de transmisión hídrica pueden ser prevenidas con el mejoramiento de la calidad del agua como por ejemplo emplear correctas prácticas sanitarias e higiénicas, las cuales aportan al saneamiento ambiental; en consecuencia el deterioro hídrico puede afectar diversas actividades para la población tales como: el consumo de agua, el riego de cultivos, el turismo, la recreación, el paisaje y estética del hábitat. Generando dificultades al invertir costos elevados para abastecer de agua potable a la sociedad. Al no existir la probabilidad de sustituir fuentes de agua que ya se han tornado inservibles por la contaminación (Chulluncuy Camacho, 2011).

Por ende ya teniendo en cuenta estos antecedentes es importante que la Universidad Libre Seccional Pereira sede Belmonte continúe con la propuesta del plan de manejo para la

recuperación de la quebrada, ya que esta se encuentra ubicada en el sendero del campus universitario, donde muchas personas pueden interactuar con ella, como por ejemplo emplearla como fuente de estudio (semilleros) para proporcionar conocimientos como el caso del programa de microbiología donde fue posible realizar un diagnóstico de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua con la finalidad de lograr conocer las condiciones reales de la zona y a partir de estas generar propuestas acertadas que permitan realizar un correcto manejo de este recurso vital.

De acuerdo con lo anterior, teniendo en cuenta esta propuesta de trabajo del programa de microbiología, se desea dar solución a la pregunta de investigación.

Pregunta de investigación:

¿Cuáles son las condiciones actuales de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de la quebrada la Mielita en el tramo que corresponde con la Universidad Libre sede Belmonte?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El agua es el líquido sinónimo de vida, es por ello que se debe cuidar para lograr darle el uso adecuado, manteniendo control sobre el impacto en sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, por eso, es muy importante en el campus de la Universidad Libre.

El objetivo consiste en, ver una aproximación al diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada La Mielita ubicado específicamente en el campus de la Universidad Libre Seccional Pereira, para realizar un diagnóstico de la calidad de la quebrada por medio de pruebas físicas y microbiológicas, dando así a conocer el deterioro del agua y detallando que no solamente se perjudica la calidad del agua sino que también amenaza la salud humana.

A partir de desechos, son considerados como fuentes contaminantes que afectan la fauna y la flora, los cuales, urgen de pronta recuperación. Pues bien, el fin de esta tesis es poder minimizar los efectos negativos y el deterioro que presenta el agua.

Ahora bien, entendiendo más a fondo esta situación es de gran importancia promover una capacitación que fomente una cultura ambiental dirigida a disminuir o mitigar la producción

de desechos y lograr un mejor aprovechamiento de residuos y contribuir la restauración y conservación de recursos naturales (Burbano portilla, 2018)

Por otra parte, se plantea proponer estrategias para llevar a cabo un plan de manejo ambiental para la quebrada, el cual, permitirá aplicar alternativas de soluciones en relación con la descontaminación, con el fin de promover un cambio, con el objetivo de que se mejore la calidad de vida de los estudiantes. (Burbano et al, 2012)

Adicionalmente, el mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua, la alteración de las características organolépticas, químicas y microbiológicas sobre el índice del nivel de riesgo sanitario presenciado en el agua, pues a esto, se le definiría como el riesgo de transportar agentes contaminantes que traen o pueden causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales (Torres et al., 2009). Con el fin de concebir la responsabilidad de percepción frente a una seguridad, y no generando una inseguridad para que no se convierta en depósito de residuos mediante esta quebrada, pues más bien, contribuir de manera efectiva al desarrollo del área urbana de la quebrada La Mielita, cuya ubicación la podemos hallar exactamente en la subcuenca del Río Consota sobre el área de la Universidad Libre. (Noreña et al, 2009)

De este modo, hay que tener en cuenta las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas, para el análisis de aguas y las precauciones ante este hecho. También aclarar que, para poder llevar a cabo dentro del ordenamiento del recurso para la aplicación de pruebas, este, se deberá realizar de una forma periódica, basándonos al marco normativo cuya vigencia se haya en el DECRETO Número 3930, del cual nos ilustra sobre el ordenamiento del recurso hídrico con el fin de realizar la clasificación de las aguas, en el Artículo 7 nos habla sobre los modelos de simulación de la calidad del recurso hídrico, en el párrafo nos instruye sobre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial donde se utilizan los siguientes parámetros, donde se expresa de manera amplia, sobre los análisis pertinentes para su manejo, Demanda Bioquímica Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos, Ph, Temperatura, Caudal, Coliformes Totales y Fecales. (Decreto Número 3930,2010).

1.3 ESTADO DEL ARTE

El Plan de Saneamiento Hídrico, consiste en interceptar todas las aguas residuales por medio de la construcción de colectores paralelos a los cauces de los ríos y quebradas, la contaminación actual de los ríos Otún y Consota en el tramo urbano de la ciudad de Pereira es realmente crítica; el río Otún tiene una situación menos crítica que el Consota, por su caudal más alto y condiciones hidráulicas y ambientales mejores que hacen que tenga una mayor capacidad de autodepuración. El primer beneficio inmediato del plan es el saneamiento del río Consota, sin necesidad de hacer la planta de tratamiento, el cual puede recuperarse en un 70% con unas obras de alcantarillado (Aguas y aguas, 2018)

Los usos potenciales propuestos y la capacidad de autodepuración natural de cada río, definen el nivel de tratamiento requerido por las aguas residuales, según la fuente que se utilice como receptor final de los efluentes tratados. De esta manera, si las aguas residuales tratadas se descargan al río Consota la planta debe tener una remoción de DBO5 mínimo del 70% mientras que si se descargan al río Otún, la remoción debe ser del 30% de DBO5. De acuerdo con el Decreto 1594 de 1984, del Ministerio de Salud, al establecer estos usos se define la calidad del agua que debe tener esa corriente de agua, la cual está determinada por los niveles de oxígeno disuelto. En lo que respecta a Pereira, en ambos casos, los ríos deben tener niveles de oxígeno disuelto superiores a cinco partes por millón y, en cuanto al Consota, antes de la descarga a La Vieja, debe tener niveles bacteriológicos muy inferiores a los actuales.(Aguas y aguas, 2018)

De los mayores aportantes de agua residual para la cuenca del río Consota se encuentra el distrito que drena a la Quebrada La Arenosa (Los Alpes), explicando el hecho de que ésta quebrada aparezca entre los tributarios que mayor cantidad de vertimientos recibe junto a la quebrada el oso con sus distritos sanitarios Cuba este y Alameda, Posteriormente aparece, el Poblado que es un distrito del río Consota. De cualquier forma no existe una tendencia generalizada a aumentar o disminuir debido al comportamiento demográfico diferenciado que existe en cada uno de los distritos sanitarios. (Cárdena, 2012, p. 61)

El río Consota nace a una altura de 2100 msnm y recibe el flujo de numerosas quebradas a lo largo de su recorrido, de 43 km, entre las que se destacan las siguientes: El Chocho, Boston,

La Dulcera, La Parida, La Mielita, Punta Piedra, El Oso, El Tigre y El Caucho. Posteriormente, el Consota desemboca en el río La Vieja (tributario del río Cauca) a una altitud de 950 msnm. La cuenca de drenaje del río Consota se estima en 160 km² y el 159 Carolina Arias Hurtado Compiladora caudal medio en la desembocadura de 3,0 m³ /s, caudal que se incrementa considerablemente durante períodos de fuertes lluvias (Gutiérrez et al, 2012).

La cuenca del Consota es un territorio altamente vulnerable a actividades sísmicas, procesos erosivos y deslizamientos, lo que ha generado con el tiempo la configuración de diferentes escenarios de riesgo Durante los años 2006 al 2010 (Quintero et al, 2012).

1.4 MARCO TEÓRICO:

1.4.1 El Agua

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor proporción en el planeta Tierra. También es el gran responsable de la posibilidad de desarrollo de las distintas formas de vida: vegetales, animales y el ser humano; además, hace parte del componente mayoritario de muchos seres vivos (Agua. org, 2017).

El agua puede presentarse como sinónimo de calidad de vida y de esta manera puede tanto verse como vital o como mortal si por ejemplo contiene materiales peligrosos para la salud. La Organización Mundial de la salud (OMS) establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo humano si se encuentra libre de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal; sin embargo, la presencia de coliformes en una muestra de 100 mL no siempre funciona como un indicador de que el agua está contaminada con microorganismos patógenos, aunque en términos estadísticos, su concentración es una característica que alerta sobre la existencia de contaminación fecal y de microorganismos patógenos. Adicionalmente, la densidad del grupo de coliformes es un indicador del grado de contaminación y por lo tanto, de la calidad sanitaria que determina el uso que se le dará al agua ((Bautista Olivas...et al. 2013), (Decreto 3930, 2010)).

1.4.2 Microorganismos patógenos asociados al agua.

Coliformes totales: Son bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperaturas de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas.

Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β Galactosidasa. Estos no solo tienen la habilidad de persistir en el intestino, sino también de estar presente en suelo y agua, y es también considerado un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano, este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Citrobacter* y *Klebsiella* (Resolución Número 2115, 2007).

Coliformes fecales (*Escherichia coli*): o también denominados como coliformes termotolerantes, son un subgrupo de los coliformes totales. Son bacilos aerobios Gram Negativo no esporulados que se caracteriza por fermentar lactosa y producir indol a partir del triptófano a una temperatura de 44.5°C y tener enzimas específicas como la β Galactosidasa y β glucuronidasa, este puede habitar exclusivamente en las heces, y es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano (Resolución Número 2115, 2007).

Escherichia coli es un bacilo corto Gram negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* patógenas que provocan enfermedades diarreicas. Estas *E. coli* se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca la enfermedad por un mecanismo diferente. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos (Camacho, Ortegón, Serrano, Velázquez, 2009).

Según el Decreto número 1575 de 2007 “Por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable”. Artículo 25. El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico. Filtración por membrana: Coliformes totales. 0 UFC/100mL y *E. coli*, 0 UFC/100mL. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007)

Giardia: *Giardia duodenalis* es un protozoo flagelado, perteneciente al filo *Metamonada*. Su ciclo de vida comprende dos estadios: la forma vegetativa móvil, que parasita el intestino

delgado (trofozoítos) y la forma de vida libre e infectante (quiste). (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2015).

El trofozoíto es anaerobio aerotolerante, heterótrofo y se multiplica por fisión binaria longitudinal cada 9 a 12 horas. Tiene forma de pera, mide de 9 a 21 micras (μm) de largo y de 5 a 15 μm de ancho y su espesor es de 2 a 4 μm ; presenta dos núcleos colocados en la parte anterior, un disco ventral convexo en la mitad anterior, con el que se adhiere a la mucosa intestinal, y cuatro pares de flagelos que participan en la locomoción (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2015).

Los quistes son de forma ovalada, con paredes finas y un tamaño de 11-14 μm de longitud, de 7-10 μm de ancho y de 0,3-0,5 μm de espesor (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2015).

- Mecanismo de propagación e infección: La transmisión se produce principalmente por la ingesta accidental de los quistes presentes en el agua o los alimentos contaminados. Una vez que la persona se ha infectado, el parásito vive en el intestino y se excreta en las heces. También puede transmitirse de persona a persona por vía fecal-oral (manos u objetos contaminados), principalmente por escasa higiene personal. Además, puede darse la transmisión entre el hombre y los animales (zoonosis). y la transmisión por vía aérea también puede ser posible (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2015).
- Enfermedad: Giardiasis, lambliasis o diarrea de los viajeros. Es una enfermedad gastrointestinal, en la mayoría de las ocasiones asintomática. En caso de síntomas, tras un periodo de incubación de siete a catorce días se puede manifestar: diarrea súbita acuosa o pastosa, sin sangre, esteatorrea (evacuaciones grasosas, generalmente explosivas y fétidas), dolor epigástrico (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2015).

Cryptosporidium (hominis-parvum): Los ooquistes de *Cryptosporidium* presentan una pared muy dura, lo que les permite sobrevivir fuera del cuerpo durante largos periodos, estos son esféricos u ovoides, mide entre 4,5 y 5,9 μm de diámetro. Presenta una línea de sutura por donde emergen los esporozoítos; La capa externa mide 5 nm de espesor y presenta

abundante material filamentosos y glicoproteínas ácidas (Córdoba & Basualdo, 2009), (Gómez sandoval & Aguirre García, 2017).

Los esporozoítos son su fase móvil, son periféricos y poseen un cuerpo residual central. Que infecta a las células circundantes del intestino delgado. Por cada ooquistes se encuentra en su interior 4 esporozoítos (Gómez sandoval & Aguirre García, 2017, P. 24).

- **Enfermedad:** La criptosporidiosis es una enfermedad gastrointestinal que se caracteriza en humanos por la presencia de abundantes diarreas acuosas no sanguinolentas, dolor abdominal, vómito, náuseas, pérdida de apetito, pérdida de peso, fatiga, deshidratación y fiebre (Gómez sandoval & Aguirre García, 2017).
- **Propagación e infección:** Su ciclo vital es continuo y más del 70 % ocurre en el intestino delgado. Una vez ingerido los ooquistes (día 1) se reproducen rápidamente en el yeyuno e íleon. Luego de 16 días los coccidios se desarrollan e invaden el intestino grueso (Rossanigo, 2006).

Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico: el valor aceptable para Giardia es de cero (0) Quistes y para Cryptosporidium debe ser de cero (0) Ooquistes por volumen fijado según la metodología aplicada (Resolución Número 2115, 2007).

1.4.3 Pruebas Microbiológicas

Filtración por membrana: Esta es una técnica altamente reproducible y proporciona resultados numéricos, es una manera rápida y simple de estimar las poblaciones bacterianas en el agua, y especialmente útil al evaluar grandes volúmenes o al realizar diariamente muchas pruebas de coliformes totales o fecales (Carrillo Zapata & Lozano Caicedo, 2008).

La técnica de filtración por membrana es utilizada como un mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es menor que el tamaño del poro (0.45 μm); esto es posibles gracias a una bomba eléctrica que ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que esta se filtre. Los microorganismos

que quedan retenidos en la membrana son llevados a un medio enriquecido, selectivo o diferencial con el fin de evidenciar su crecimiento en unidades formadoras de colonias (Carrillo Zapata & Lozano Caicedo, 2008).

Importancia del análisis en aguas residuales para la detección de parásitos: En Colombia, la Giardiasis y la criptosporidiosis constituyen las dos protozoosis patógenas más relevantes. Uno de los estudios epidemiológicos más recientes, fue llevado a cabo en el departamento del Quindío, donde revelan altos porcentajes de morbilidad a causa de las malas condiciones de higiene y el consumo de agua no potable. Encontrándose la presencia de quistes de *Giardia spp.* En el 60,4% de la población. Por lo que es de esperarse. Ya que frente a la ausencia de un adecuado tratamiento de aguas, las heces de estas personas seguirán contaminando las aguas superficiales. De las cuales después harán disposición de ellas para el consumo humano y de uso agrícola. Repitiéndose de tal forma el ciclo, de aquí viene la importancia de realizar análisis microbiológicos en aguas. (Alarcón, Beltrán, Cárdenas, Campos, 2005).

1.4.4 Pruebas presuntivas y confirmatorias: De acuerdo a su capacidad de detección para una enfermedad, microorganismo, analito, metabolito o condición que busquemos, las pruebas de laboratorio se clasifican en presuntivas y confirmatorias (Villanueva & Matamoros Zelaya, 2016).

-Análisis o pruebas presuntivas, de cribado, tamizaje o screening: Son aquellas que permiten de manera rápida, económica, pero estandarizada inferir la presencia o ausencia alguna enfermedad, analito, metabolito o microorganismo de interés. Usualmente poseen alta sensibilidad, aunque puedan producir falsos positivos ya que lo que se desea es captar el mayor número de individuos con la condición a investigar, debido a que la no detección podría tener graves consecuencias para el individuo, la comunidad, otros usuarios o terceros (Villanueva & Matamoros Zelaya, 2016).

-Análisis o Pruebas Confirmatorias: Son las que con un nivel aceptable de certeza establecen o identifican la presencia de la enfermedad, microorganismo, analito o condición que busquemos; usualmente conllevan mayor complejidad analítica y es recomendable que tengan un fundamento analítico diferente al que se utilizó con las pruebas presuntivas, los costos

pueden ser elevados. Las pruebas confirmatorias además de tener niveles de sensibilidad iguales o superiores al de las pruebas presuntivas, tienen altos niveles de especificidad (Villanueva & Matamoros Zelaya, 2016).

1.4.5 Medios de cultivo para pruebas presuntivas:

Chromocult: El agar para coliformes Chromocult es un medio de cultivo cromógeno diferencial para el análisis microbiológico de muestras de agua. En un plazo de 24 horas este medio permite la detección, la diferenciación y la enumeración simultáneas de *E. coli* y bacterias coliformes del agua potable. El recuento de coliformes se basa en la capacidad de la β -D-Galactosidasa, una enzima que es característica de las bacterias coliformes, para escindir el sustrato Salmon-GAL. La reacción produce colonias de coliformes de color rojo asalmonado (Merck Millipore, 2014).

El recuento de *E. coli* se basa en la escisión de los sustratos X-glucurónido por la β -D-glucuronidasa y Salmon-GAL por la β -D-Galactosidasa, una combinación enzimática que es característica de *E. coli*. Cuando hay *E. coli* presente se escinden los dos sustratos, lo que da lugar a colonias que adquieren un color entre azul oscuro y violeta en oposición al rojo asalmonado de otras colonias de bacterias coliformes. Las bacterias no coliformes aparecen como colonias incoloras o, con baja frecuencia, de color turquesa. La formulación del agar para coliformes Chromocult (CCA) contiene, como inhibidor de las bacterias Gram positivas, heptadecilsulfato sódico (por ejemplo, Tergitol), que no tiene efectos negativos sobre el crecimiento de *E. coli* ni de las bacterias coliformes que se desean cultivar, el empleo de este agar se encuentra basado en la norma ISO 9308-1 para estudios de validación (Merck Millipore, 2014).

Caldo lactosa: Es un medio rico en nutrientes y no contiene inhibidores del crecimiento bacteriano. Permite recuperar células injuriadas, diluye sustancias tóxicas o inhibitorias y favorece el desarrollo de *Salmonella* y coliformes con respecto a otras bacterias. El extracto de carne y la peptona son la fuente de carbono y nitrógeno. Mientras que la lactosa es el hidrato de carbono fermentable. Por la fermentación de la lactosa se produce ácido y gas el cual se evidencia al utilizar las campanas de durham (Britania, 2015).

Agar nutritivo: Medio de cultivo nutritivo no selectivo, en el cual la pluripectona y extracto de carne constituyen la fuente de carbono, nitrógeno y aportan nutrientes para el desarrollo bacteriano. El agregado de cloruro de sodio mantiene el balance osmótico y el agar es el agente solidificante (Britania, 2015).

Puede ser suplementado con agar sangre ovina desfibrinada estéril para favorecer el crecimiento de microorganismos exigentes en sus requerimientos nutricionales y permite una clara visualización de las reacciones de hemólisis (Britania, 2015).

1.4.6 Medios de cultivo para pruebas confirmatorias:

Caldo verde brillante bilis: En el medio de cultivo, la peptona aporta los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo bacteriano, la bilis y el verde brillante son agentes selectivos que inhiben el desarrollo de bacterias Gram positivas y Gram negativas a excepción de coliformes, y la lactosa es el hidrato de carbono fermentable. Es una propiedad del grupo coliforme, la fermentación de lactosa y producción de ácido y gas (Britania, 2015).

Agar con eosina y azul de metileno (EMB): Es un medio de cultivo empleado para el aislamiento selectivo de enterobacterias y bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y estas exigencias nutricionales (Britania, 2015).

Es un medio nutritivo por la presencia de peptona que favorece el desarrollo microbiano. La diferenciación entre organismos capaces de utilizar la lactosa o sacarosa, y aquellos que son incapaces de hacerlo, está dada por los indicadores eosina y azul de metileno; estos ejercen un efecto inhibitorio sobre una amplia variedad de bacterias Gram positivas. El agar es el agente solidificante (Britania, 2015).

Muchas cepas de *Escherichia coli* y *Citrobacter*. Presentan un característico brillo metálico. Las cepas que utilizan la lactosa poseen centro oscuro con periferia azulada o rosada. Mientras que las que no lo hacen son incoloras (Britania, 2015).

Agar triple azúcar hierro (TSI): se emplea para la diferenciación de *Enterobacteriaceae*, en especial *Salmonella* de otras bacterias entéricas. El agar triple azúcar hierro contiene tres carbohidratos (glucosa, lactosa y sacarosa). Cuando dichos carbohidratos se fermentan, la producción resultante de ácido es detectada por el indicador rojo fenol. Se producen cambios

de color: amarillo para la producción de ácido y rojo para la alcalinización. Dado que la lactosa y la sacarosa se encuentran presentes en concentraciones mucho más elevadas que la glucosa, la formación de ácido en la base del tubo se debe a dichos azúcares, mientras que la formación de ácido a partir de la glucosa es suprimida por la rápida oxidación de una pequeña cantidad de ácido en el área inclinada del tubo, lo que genera una reacción de pH neutro o alcalino cuando se fermenta sólo glucosa (Becton Dickinson France, 2003).

Motilidad Indol Ornitina (MIO): Medio utilizado en la identificación de miembros de la familia *Enterobacteriaceae* en base a la movilidad, producción de indol y actividad enzimática ornitina descarboxilasa (Britania, 2015).

La tripteína aporta gran cantidad de triptófano, sustrato de la enzima triptofanasa a partir del cual se forma indol que puede ser revelado con el reactivo de kovacs por la formación de un anillo rojo (Britania, 2015).

La glucosa es el hidrato de carbono fermentable, la ornitina es el sustrato para la detección de la enzima ornitina descarboxilasa, el púrpura de bromocresol es el indicador de pH, que en medio alcalino es de color púrpura y en medio ácido es de color amarillo. El agar es el agente solidificante y a esta concentración le otorga el medio la propiedad de ser semisólido, condición necesaria para detectar movilidad. Que se evidencia por el enturbiamiento del medio o por crecimiento que difunde más allá de la línea de inoculación del microorganismo (Britania, 2015).

Medio sulfuro indol para movilidad (SIM): Medio de cultivo en el cual al tripteína y la peptona aportan nutrientes para el desarrollo microbiano. El triptófano es un aminoácido constituyente de muchas peptonas y particularmente de la tripteína y puede ser metabolizado por algunas bacterias para formar indol. En el proceso interviene un conjunto de enzimas llamadas triptofanasa. El indol producido se combina con el aldehído del reactivo de ehrlich o de kovacs, para originar un compuesto color rojo (Britania, 2015).

A partir del tiosulfato de sodio los microorganismos pueden generar ácido sulfhídrico que reacciona con el hierro presente formándose un compuesto color negro. El agar es el agente solidificante y a esta concentración le otorga al medio la propiedad de ser semisólido, condición necesaria para detectar movilidad que se evidencia por el enturbiamiento del medio

o por crecimiento que difunde más allá de la línea de siembra del microorganismo en estudio (Britania, 2015).

Simmons citrato agar: En el medio de cultivo, el fosfato monoamónico es la única fuente de nitrógeno y el citrato de sodio es la única fuente de carbono. Ambos componentes son necesarios para el desarrollo bacteriano. Las sales de fosfato forman un sistema buffer, el magnesio es cofactor enzimático. El cloruro de sodio mantiene el balance osmótico, el azul de bromotimol es el indicador de pH, que vira al color azul en medio alcalino y el agar es el agente solidificante (Britania, 2015).

El medio de cultivo es diferencial en base a que los microorganismos capaces de utilizar citrato como única fuente de carbono usan sales de amonio como única fuente de nitrógeno, con la consiguiente producción de alcalinidad (Britania, 2015).

Reactivo de kovacs: Los reactivos de Kovac y Ehrlich son utilizados para la detección de la producción de indol por enterobacterias. El reactivo de Kovac se utiliza como indicador de producción de indol que se forma por la degradación metabólica del aminoácido triptófano. Esta prueba es importante para muchas especies de enterobacterias, siendo especialmente útil para diferenciar *Escherichia coli*, *Klebsiella* y *Enterobacter* (Lourdes, Belkis Bott, Drullet Pérez, Betancourt Arguello, Sánchez Romero).

1.4.7. Medición de caudales

Método del flotador: La metodología del Flotador. De acuerdo al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM (2007), es un método de aforo que solo es recomendable utilizarlo en casos especiales, como cuando se quiere medir de forma rápida el caudal en una canal natural o artificial cuya lámina de agua sea poco profunda, Estas mediciones brindan solo las velocidades superficiales de la corriente a estudiar. (IDEAM, 2007); (Rueda-Urueña y Chitiva, 2016).

1.4.8 Pruebas fisicoquímicas

Sin duda alguna, el agua es uno de los elementos más importantes desde el punto de vista fisicoquímico, hasta tal punto que sus temperaturas de transformación de un estado a otro han sido tomadas como puntos fijos, Su importancia reside en que casi la totalidad de los

procesos químicos que suceden en la naturaleza, no solo en organismos vivos sino también en la superficie no organizada de la tierra.

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua, turbiedad, Color, Olor, Sabor, Temperatura, pH. (Martel et al 2014)

Color

El término color se define como la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. En un análisis de aguas residuales es necesario determinar dos tipos de color: el aparente y el verdadero. Se conoce como color aparente, aquel que es proporcionado tanto como por la materia disuelta como por las sustancias en suspensión. Por otro lado, el color verdadero o real, es aquel que se presenta después de que la muestra fue sometida a procesos de filtración o centrifugación para eliminar la turbidez, es decir, las sustancias suspendidas; y es un requisito primordial para poder llevar a cabo el método espectrofotométrico (Pérez et al, 2013)

Sabor

Las aguas adquieren un sabor salado a partir de 300 ppm de Cl^- , y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de $\text{SO}_4^{=}$. El CO_2 libre en el agua le da un gusto "picante". Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un olor y sabor desagradables. (Menorca et al 2018)

Olor

El olor de las aguas residuales es causado por compuestos derivados de la actividad microbiana, normalmente; son debidos a los gases producidos por la descomposición de materia orgánica. (Siles et al 2013)

Temperatura

Es la medida relativa que indica la cantidad energía térmica contenida en el agua residual. Las dos escalas de temperatura, Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) o Celsius ($^{\circ}\text{C}$), las temperaturas elevadas

implican aceleración de la putrefacción, con lo que aumenta la DBO y disminuye el oxígeno disuelto (Siles et al 2013).

Pruebas químicas:

El análisis químico del agua residual provee una amplia variedad de información concerniente a las características de mencionada agua, generando información sobre las concentraciones de sustancias específicas, (Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días). Su determinación implica medir la variación de oxígeno disuelto en agua a través del tiempo debido a las reacciones bioquímicas involucradas en el metabolismo microbiano de la materia orgánica. (Siles et al 2013)

1.4.9 Pruebas fisicoquímicas para análisis de aguas residuales.

Relación entre la DQO con la DBO

El valor de la DQO siempre será superior al de la DBO debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente.

La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica.

La relación entre la DBO5 y la DQO nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas. (DBO5/DQO)

- Si la relación (DBO5/DQO) <0,2 entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza industrial, poco biodegradables y son convenientes los tratamientos físico-químicos.
- Si la relación (DBO5/DQO) >0,5 entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor. Estas aguas residuales, puede ser tratadas mediante tratamientos biológicos. (Laboratorio. INTEMAN S.A)

Demanda química de oxígeno

La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de la materia orgánica presente en la muestra y oxidable por agente químico oxidante fuerte. Específicamente representa el contenido orgánico total de la muestra oxidable por dicromato en solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO5 y

no está sujeto a tantas variables como las que se pueden presentar en el ensayo biológico (Córdova et al 2013).

Las especies inorgánica reducida, tales como ion ferroso, sulfuro, manganeso, etc. se oxidan bajo condiciones de la prueba; para concentraciones altas de estas especies, se pueden hacer las correcciones al valor de DQO obtenido, según los cálculos estequiométricos en caso de conocer su concentración inicial (Fernández et al 2017).

Aceites y grasas

El método de extracción Soxhlet para la determinación de grasas y aceites es aplicable para determinar lípidos biológicos, hidrocarburos ya sea fracciones pesadas o relativamente polares del petróleo y cuando los niveles de grasas no volátiles pueden alterar el límite de solubilidad del solvente. El método es aplicable en aguas residuales o afluentes tratados que contengan estos materiales, aunque la complejidad de la muestra puede producir resultados desviados a causa de la falta de especificidad (IDEAM, 2007)

Sólidos totales

La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimente una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante entre 103 a 105 °C¹⁰. Un metro cúbico de agua residual pesa aproximadamente 1, 000,000 de gramos. Contiene alrededor de 500 gramos de sólidos totales; estos pueden estar en forma suspendida o en disolución. Los resultados se expresan en mg/L I (Cordova et al 2013)

pH

El pH es una forma de expresar la concentración de ion hidrógeno de ácidos bases y sus reacciones, es una reacción ácido base. El agua, según el modelo de Brönsted-Lowry es un anfótero: puede actuar como ácido y como base pues es capaz de aceptar y donar protones, así que la reacción entre dos moléculas de agua es una reacción entre un ácido y una base. El pH y pOH están relacionados, como las concentraciones de H₃O⁺ y OH⁻, por la constante de autodisociación del agua K_w. (Monte et al 2016)

1.4.10 Condiciones meteorológicas o climáticas.

El clima son aquellas características que nos permiten evaluarlo, definirlo y clasificarlo, mientras que sus factores son los hechos astronómicos, geográficos y aún meteorológicos que determinan las particularidades de aquellos elementos. Entre los factores astronómicos del clima deben mencionarse los movimientos de la tierra y la latitud del lugar; entre los geográficos, la continentalidad u oceanidad, barreras orográficas, altitud, proximidad del mar, corrientes marinas, topografía, etc., y entre los meteorológicos, la distribución de los centros semipermanentes de presión atmosférica, los vientos y las grandes perturbaciones atmosféricas. Entre los elementos del clima que son de importancia directa en la adaptación animal al calor y al frío se encuentran: temperatura ambiente, humedad atmosférica, radiación solar y movimiento del aire. Existen también factores indirectos tales como pluviosidad, luz, nubosidad y presión atmosférica. (Bavera et al, 2003)

1.4.11 Quebrada la Mielita

El municipio de Pereira está compuesto por dos cuencas río Otún y río La Vieja y siete subcuencas, las cuales son río Consota, río Barbas, quebrada Cestillal, quebrada Combia, quebrada Del Guayabo, quebrada Piñal y río Azul. La ubicación de la subcuenca del río Consota se encuentra en un 100% en jurisdicción del municipio de Pereira. (Acevedo, G, 2015)

Nace entre los corregimientos de La Bella y Tribunales, municipio de Pereira a una altura de 2.150 m.s.n.m. con una dirección nor-occidental, pasa por el costado sur del tramo urbano de Pereira, atravesando la ciudad de oriente a occidente, para desembocar en el río la Vieja a una altura de 930 m.s.n.m. entre el Corregimiento de Cerritos, municipio de Pereira y el municipio de Cartago en el departamento del Valle del Cauca. (Acevedo, G, 2015)

Se encuentra ubicada sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, al suroriente del departamento de Risaralda en el municipio de Pereira y hace parte de la cuenca baja del río La Vieja. Tiene un área de 16.374 has y una extensión aproximada de su corriente principal de 46.5 km lineales y tiene aproximadamente 316.240 habitantes. (Acevedo, G, 2015)

Sistema de Drenaje del Río Consota: Quebrada El Chocho, Quebrada La Mina, Quebrada El Pulpito, Quebrada El Bizcochuelo, Quebrada Boston, Caño Boston, Quebrada La Dulcera,

Caño La Julita, Caño Universidad Tecnológica, Caño Torres de León, Caño El Terminal, Quebrada La Arenosa, Quebrada El Tigre, Caño Vergara, Quebrada San José, Quebrada Bedoya, Quebrada El Oso, Quebrada Letras, Caño Condina, San Joaquín, Quebrada Cundina, Quebrada Punta e Piedra, Quebrada Naranjito, Quebrada Sánchez, Caño El Recreo, Quebrada Encuentros y la Quebrada La Mielita. (Acevedo, G, 2015)

Sistema ambiental:

El sistema ambiental enmarcado dentro del Plan Parcial está representado especialmente por el área de protección del río Consota, definido como Parque Corredor Ambiental de cobertura metropolitana; “que bordea la zona en una extensión aproximada de 48000 m²” así como la quebrada la Mielita afluente del Consota. (Vanegas, 2008)

Estado actual:

El río Consota, en su extensión de 9 km, lleva en su trayecto hasta La Vieja los residuos de procesos erosivos y domésticos de sus áreas de construcción; es también un lugar providencial en cuanto al servirse del agua para asuntos domésticos y percibir desde la superficie de su cauce el sobrevuelo de carpinteros, garzas y barranqueros que se abastecen de ella. (Arias Hurtado, 2014)

En Pereira en la década de 1970 - 1980 se realizaron grandes transformaciones urbanísticas en el oriente de la vía Armenia- Pereira y en dirección al occidente del río Consota, con la consecuente pérdida de la cobertura vegetal y el aumento de vertimientos domésticos de una población en crecimiento. (Arias Hurtado, 2014)

2. COMPONENTE TÉCNICO DEL PROYECTO

2.1. OBJETIVO

2.1.1 Objetivo general

Establecer un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada “la Mielita” ubicada en la de la Universidad Libre Pereira sede Belmonte.

2.1.1 Objetivos específicos

1. Analizar la calidad microbiológica del agua de la quebrada la Mielita.
2. Determinar las características fisicoquímicas del agua de la quebrada la Mielita.
3. Proponer estrategias para llevar a cabo un manejo sostenible de esta quebrada.

2.2. METODOLOGÍA

2.2.0 Condiciones climáticas del mes de abril del año 2018 en Colombia Pereira.

Las condiciones climáticas, la cual establece en el mes de abril de 2018, fue la primer temporada de lluvias, el promedio de temperatura fue de 26,3°C por lo general la humedad que se presentó en este mes fue de un 78% y la precipitación 221.3mm. El promedio temporal de lluvias fue de 21 días tanto que la luz diurna de insolación fue de 4.5h, el día en que se tomó la muestra fue el 26 de abril, por lo general se destaca que a las 2:30 fue la hora más nublada del día y en la cual nos encontramos con llovizna, cuando la probabilidad de cielo nublado es de 97%. (Accuweather Pereira, 2018)

Las muestras fueron tomadas al finalizar la tarde con una precipitación total de 1,00 milímetro en Pereira en todo el día de 26 de abril, en promedio con una probabilidad del 83%, por eso ese día se prevé que todo era lluvia, en el transcurso del día la humedad era de un 13% y los vientos de 3,5 kilómetros por hora (Weather Spark, 2018). Las muestras fueron preservadas para garantizar la integridad física, química y biológica de la misma durante un periodo transcurrido entre la toma de y los análisis de las mismas. Las técnicas de preservación pueden únicamente retardar los cambios físicos, químicos y biológicos. (Ginebra et al 2003)

En forma de lluvia puede alterar las pruebas empieza arrastrando las impurezas de la atmósfera, sigue recibiendo materiales en su recorrido superficial y a través de la capa del subsuelo, también debe tomar en cuenta la existencia de otros factores que influyen en la calidad del agua proveniente de una muestra tomada. Nos referimos al impacto del clima que pueda afectar la calidad química y microbiana así como la naturaleza distintiva de los microbios presentes en las muestras de agua. (Brito et al, 2007)

2.2.1 Medición del caudal. Siguiendo el método de (Franquet Bernis, J, 2009).

El procedimiento consiste en seleccionar dos puntos en el canal (sector de la quebrada a tomar la muestra) una de salida y otro de llegada, los cuales constituyen el recorrido que hará

el flotador seleccionado, para este caso consistió en una pelota plástica pequeña. Una vez seleccionados los dos puntos mencionados, se toma el tiempo que se demora la pelota en ir del punto inicial al punto final (figura 1 y 2).

Este procedimiento se realiza tres veces y una vez medidos se hace uso de la ecuación (1)

(Ec 1). $Q = A \times V$ donde $A = \text{área m}^2$ y $V = \text{velocidad}$

$A = (\text{ancho} \times \text{largo})$

$M = (\text{sumatoria de todos los tiempos} / \text{el número de veces})$

$V = (\text{Longitud} \div \text{tiempo})$

Con el fin de hacer buen uso de esta metodología se requiere: flotadores, cronómetro, decámetro.



Figura 1 y 2. Método del flotador para medición del caudal. Campus Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

2.2.2 Toma de la muestra basada en la normatividad de (IDEAM, 2007).

Para la toma de muestra se emplearon envases de vidrio tapa rosca. Los cuales fueron esterilizados, rotulados, y cubiertos en el interior de las tapas con una pequeña fracción de papel aluminio para evitar el contacto de las muestras con la parte interna de las tapas, se utilizaron 3 envases por práctica (1 por cada punto de muestreo) los cuales fueron sumergidos cuidadosamente hasta la mitad del caudal e inmediatamente se cerraron. Dejando una burbuja de aire en el interior de estos.

Finalmente fueron transportadas hasta el laboratorio con una adecuada refrigeración empleando una nevera portátil con sus correspondientes geles para evitar cualquier tipo de alteración en los resultados (figura 3).



Figura 3. Almacenamiento de las muestras en nevera portátil. Campus Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

2.2.3 Filtración por membrana basada en la normatividad del (IDEAM, 2007).

Al momento de tener las muestras ya refrigeradas en el laboratorio. Se procedió a realizar la filtración por membrana. Teniendo en cuenta que todo el material de vidrio que se empleó debió de ser lavado con hipoclorito al 2 % y esterilizado antes de continuar con el análisis.

Inicialmente se prepararon diluciones 1:100 es decir, 1 ml de la muestra madre diluido en 99 ml de agua peptona estéril. Hasta el factor de dilución 10^{-8} con la ayuda de una Micropipeta para puntas azules, una vez ya realizado esto se llevó a cabo la preparación del equipo de filtración, con mucha delicadeza y con pinzas metálicas previamente flameada se tomó cuidadosamente cada una de las membranas y fueron depositadas sobre los portafiltros. Finalmente sobre estos mismos fueron depositados los embudos a los cuales se le adiciono los 100 ml de cada punto de muestreo ya diluidos con anterioridad, para así filtrarlos mediante una bomba al vacío.



Figura 4 y 5. Filtración por membrana 1:100 hasta factor de dilución 10^{-8} . Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Luego de realizar la filtración a cada una de las muestras diluidas hasta 10^{-8} , las membranas se disponen a ser incubadas durante un lapso de 24 horas a una temperatura de 37°C en agar chromocult. Al cual se le practicó prueba de esterilidad para confirmar que no se encontrara contaminado (figura 6).



Figura 6. Membranas dispuestas en agar chromocult para ser incubadas. Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

2.2.4 Pruebas presuntivas y confirmatorias

A partir de las diluciones preparadas anteriormente (10^{-8}). Se extrajeron 0.1 ml de cada punto de muestreo y fueron depositados en 5 tubos de ensayo con caldo lactosa y sus correspondientes campanas de durham. Es decir 5 tubos de ensayo fueron correspondientes para las dilución 10^{-8} para así ser inoculados cada uno con 0.1 ml de muestra; una vez inoculados se incubaron por 24 horas a una temperatura de 36°C .

Luego de las 24 horas se tomaron 0.1ml de los tubos que presentaban gas y turbidez, con el fin de inocular tubos que contenían caldo Brilla y se dejaron 48 horas a 36°C. Una vez transcurrido este tiempo se observan las mismas características, y aquellos caldos que cumplían con estas condiciones fueron sembrados por superficie en agar eosina azul de metileno (EMB) los cuales se dejaron incubando por 24 horas a una temperatura de 36°C (figura 7).



Figura 7. Siembra por superficie en agar (EMB). Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Al cumplirse las 24 horas se examinaron las colonias que crecieron en este medio, aquellas que presentaron colonias de color verde brillante características de *Escherichia coli*. Fueron aisladas e inoculadas en agar nutritivo inclinado mediante siembra por estría con asa en punta para enriquecer su crecimiento (figura 8), seguidamente fueron incubadas durante 24 horas a una temperatura de 36°C. Y finalmente se les realizó tinción de Gram para verificar la presencia de bacilos Gram negativos.

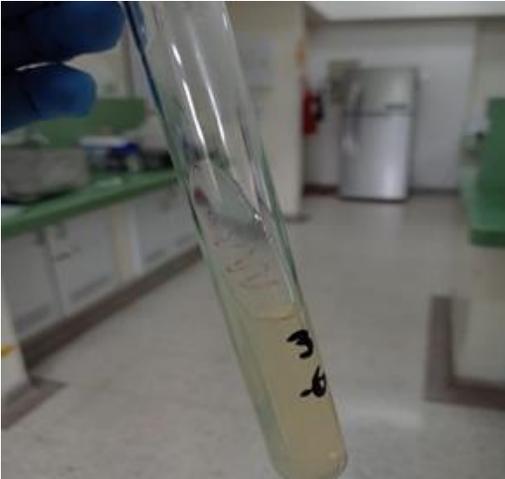


Figura 8. Siembra por estría en agar nutritivo inclinado. Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Se realizaron 4 medios para pruebas confirmatorias de *E. coli* (figura 9), las cuales fueron:

- Triple Sugar Iron (TSI): se empleó 3 gr de agar en 100 ml de agua destilada. Se dejó hervir, se autoclavó y se sirvió en tubos de ensayo en posición de pico de flauta. Se dejó atemperar y con ayuda de un asa de punta se tomó el inóculo y se realizó una punción en el centro del medio, y en la superficie se realizó siembra por estría. Para después ser incubado durante 24 horas a una temperatura de 37°C. (Mast Group Ltd, 2016).
- Simmons citrate agar: se empleó 2,3 gr de agar en 100 ml de agua destilada. Se dejó hervir, se autoclavó y se sirvió en tubos de ensayo en posición de pico de flauta. Se dejó atemperar y con ayuda de un asa de punta se tomó el inóculo y se realizó una punción en el centro del medio, y en la superficie se realizó siembra por estría. Para después ser incubado durante 24 horas a una temperatura de 37°C (Mast Group Ltd, 2016).
- Motility Indole Ornithine (MIO): se empleó 3,1 gr de agar en 100 ml de agua destilada. Se dejó hervir, se autoclavó y se sirvió en tubos de ensayo en posición vertical. Se dejó atemperar y con ayuda de un asa de punta se tomó el inóculo y se realizó una punción en el centro del medio, para después ser incubado durante 24 horas a una temperatura de 37°C; una vez se cumpla este lapso de tiempo se adicionó 4 gotas del reactivo de kovacs (Becton, dickinson and company, 2007).

- Sulfide, Indole, Motility. (SIM): se empleó 3 gr de agar en 100 ml de agua destilada. Se dejó hervir, se autoclavó y se sirvió en tubos de ensayo en posición vertical. Se dejó atemperar y con ayuda de un asa de punta se tomó el inóculo y se realizó una punción en el centro del medio, para después ser incubado durante 24 horas a una temperatura de 37°C; una vez se cumpla este lapso de tiempo se adicionó 4 gotas del reactivo de kovacs (Becton, dickinson and company, 2008).

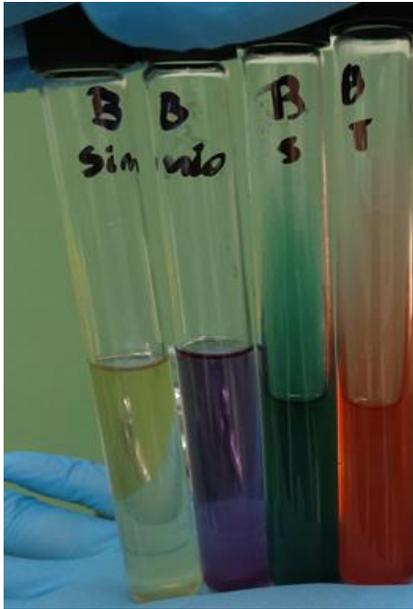


Figura 9. Preparación de los medios de cultivo para pruebas confirmatorias. Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

2.2.5 Identificación de parásitos

Esta determinación se llevó a cabo en el laboratorio del grupo de investigación de Polifenoles de la Universidad Tecnológica de Pereira, en microscopios Leica".

Cryptosporidium basada en la tinción de kinyoun (Procesamiento de muestras para diagnóstico de parásitos intestinales, 2012).

Inicialmente se procede rotular los portaobjetos según corresponda el punto de muestreo, una vez ya rotulados. Mediante un hisopo estéril se tomó la muestra y se esparció sobre la placa dejándola secar a temperatura ambiente, Después de que se secara la muestra se le adiciono 1 gota de metanol y con ayuda del mechero se fijó mediante calor.

Una vez fijada, esta se cubrió con una fina capa del reactivo de fucsina durante 5 minutos, después de este tiempo fue lavada con agua destilada estéril y se dejó secar a temperatura ambiente, al estar nuevamente seca se le adiciono 1 gota de alcohol ácido durante 30 segundos, se lavó con agua destilada y se le adiciono dos gotas de azul de metileno durante 30 segundos, para así finalmente ser lavada con agua destilada y dejarla secar a temperatura ambiente para llevar a cabo su análisis en el microscopio.

Giardia lamblia basada en la tinción de yodo y cloruro de sodio (Instituto nacional de salud. parasitología y micología, 2001).

Inicialmente se procedió a marcar las placas de la siguiente manera: se realizaron dos cuadrantes por portaobjetos. Uno para mezclar la muestra con lugol y otro para mezclar la muestra con solución salina. Una vez ya rotuladas las placas se procedió a depositar una gota de lugol y una de solución salina en sus respectivos cuadrantes, y después con un asa microbiológica redonda se tomó el inóculo de la muestra para así ser homogenizado en cada cuadrante. Y finalmente depositar sobre ellas un cubreobjetos para observarlas en el microscopio a un objetivo de 40X.

Para analizar las muestras en el microscopio con objetivo de 100X se rotularon de la siguiente manera: se realizó un solo cuadrante a lo largo de la placa, después se le adiciono una gota de lugol, luego de esto mediante un asa redondeada se tomó la muestra y se homogeneizó por toda la placa, Se dejó secar a temperatura ambiente y finalmente se le adiciono una gota de aceite de inmersión para después ser analizada en el microscopio.

2.2.6 Demanda química de oxígeno. Método oxitop Basado en el procedimiento usado por el laboratorio de química Ambiental, grupo de investigación en agua y saneamiento, Universidad Tecnológica de Pereira.

Se a homogeneizar y posteriormente tomar 10 ml de muestra exactamente y agregarlos a un balón aforado de 500 ml y se aforó a 100 ml con agua destilada (Figura 10).



Figura 10: 10 ml de muestra en Balón aforado. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.



Figura 11: Diluciones con la muestra, digestora, catalizadora, blanco. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

Cuando la muestra tenga una DQO mayor se prepara una dilución de la muestra a un volumen final, este procedimiento se hizo con una dilución por triplicado de cada muestra. Se tomó 2 ml de la muestra con una pipeta en cada tubo de ensayo con sus referentes muestras de la muestra 1, 2, 3 y el blanco. Agregar 2 ml de $K_2Cr_2O_7$ que es la digestora, luego completar 3 ml de la catalizadora como se puede ver en la (Figura 11) que se emplea sulfato de plata (Ag_2SO_4). Agitar suavemente con movimiento circular al adicionar y homogenizar la solución.

Cerrar el extremo abierto del digestor o termoreactor para prevenir la presencia de materia extraña en la mezcla de reflujo, dejar el reflujo por un periodo de 2 horas, la temperatura de la reacción de la mezcla debe ser a $150^\circ C$.

Titular con FAS el exceso de $K_2Cr_2O_7$ como indicador de ferroin se adicionan (3 gotas), se toma como punto final de la titulación, el primer cambio bien definido es de color amarillo, verde que persista por un minuto o más; el color azul verde (Figura 12) puede aparecer hasta dar un color café. (Figura 13)



Figura 12: Titulación con su respectivo color: **A:** Amarillo, **B:** verde, **C:** Azul. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

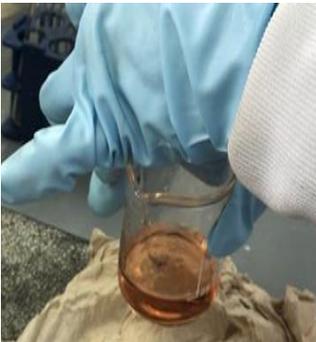


Figura 13: Color café de la titulación. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

2.2.7 Demanda Biológica de oxígeno Basado en el Laboratorio de Química Ambiental. Grupo de investigación en agua y saneamiento, Universidad Tecnológica de Pereira.

Se tomó tres puntos de muestras. Como primer paso se procede agitar la muestra para homogeneizar, se midió con una probeta 200 ml de muestra exactamente y agregarlos a un balón aforado de 1000 ml. (Figura 14) con agua destilada.

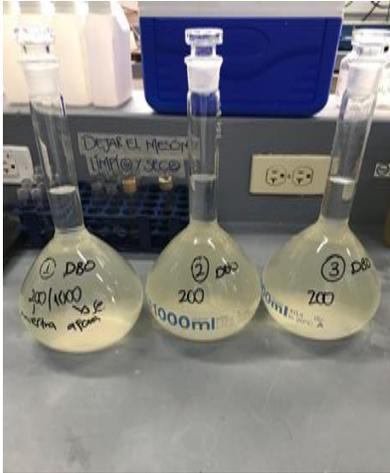


Figura 14: 200 ml de muestra en Balón aforado. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

Para la preparación de agua, en cada frasco de muestra y con un factor de dilución de cinco (Figura 15) en cada frasco se le adicionada magnetos y tres perlas de hidróxido de sodio.



Figura 15: Frascos con una factor de dilución de 5. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

Los frascos se dejan con un Oxitop, es necesario tomar precauciones para que no se contaminen almacenados en frascos tapados durante cinco (5) días en particular por la acción de materia orgánica, para asegurar la concentración de oxígeno disuelto, se dejan los frascos en una plancha de calentamiento por 35°C durante cinco (5) días.(Figura 16)



Figura 16: Frascos con sus respectivas muestras con su oxitop. Laboratorio Universidad Tecnológica de Pereira 2018.

2.2.8 Sólidos totales secados de 103 a 105°C. Basado en la normatividad (IDEAM)

Para el procedimiento de sólidos totales, se tomaron las muestras con tres frascos tapa roscas, es importante marcar cada cápsula con un número para identificar la cápsula.

En un horno secar la cápsula a 105°C (Figura 17) durante dos horas y llevar la cápsula a un desecador, dejar enfriar la cápsula durante dos horas y se asegura el peso inicial (peso seco).



Figura 17: Peso seco de las cápsulas en el Horno. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

Para iniciar con el siguiente paso es muy importante retirar las partículas gruesas flotantes, se procede a agitar la muestra varias veces, con una probeta se midió 100 ml de muestra y se transfirió a la cápsula correspondiente (Figura 18)

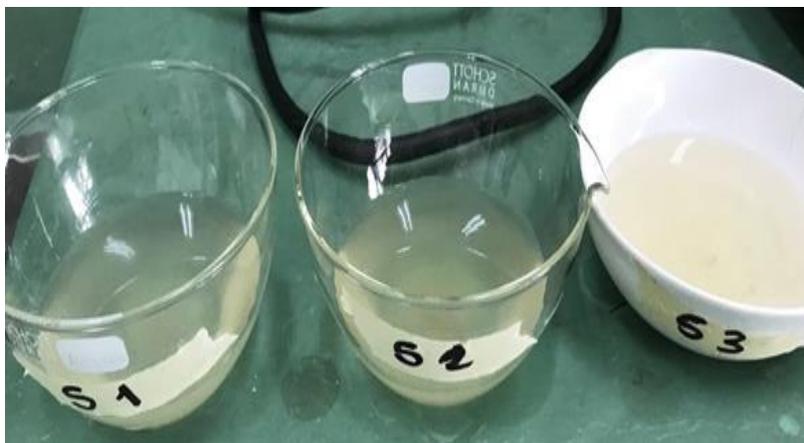


Figura 18: Cápsulas con 100 ml de muestra. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

En un horno secar la cápsula con la muestra a 105°C durante dos horas (Figura 19) llevar la cápsula a un desecador dejar enfriar, se pesa el peso de la cápsula con la muestra en una balanza analítica, con cada muestra se toma el pH (Figura 20)



Figura 19: Cápsulas en el horno en una temperatura de 105°C. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.



Figura 20: PH de cada muestra 1, muestra 2, muestra 3. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

2.2.9 Grasas y aceites en aguas por el método soxhlet. Basado en la normatividad (IDEAM)

Para el procedimiento de grasas, se tomaron las muestras con HCL se acidifica el pH con (aproximadamente 2 gotas) se verifica con papel indicador de cada muestra (Figura 21).

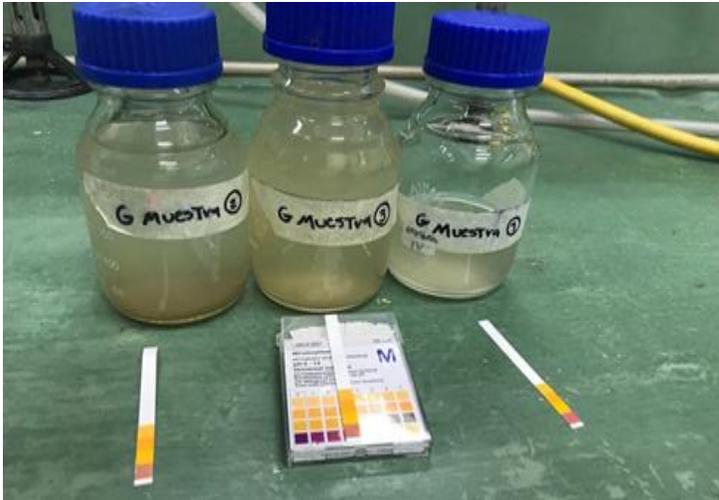


Figura 21: PH con papel indicador de cada muestra. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

En un horno secar tres crisoles a 105°C durante una (1) hora y llevarlos a un desecador, dejar enfriar y se asegura el peso inicial en una balanza analítica (peso seco). para el siguiente procedimiento se deben pesar 3 gramos tierra de diatomáceas con 300 ml de agua destilada y se transfirió en un Beaker. Se pesó 100 ml de muestra en una probeta se transfirió en cada Beaker de la muestra 1, 2,3.

Se realizó una filtración al vacío (Figura 22) de las tierras de diatomáceas con cada muestra, después lavar con abundante agua destilada, suspender la filtración hasta cuando no pase más agua y garantizar la simetría del papel y la homogeneidad de la capa de las tierras diatomáceas.

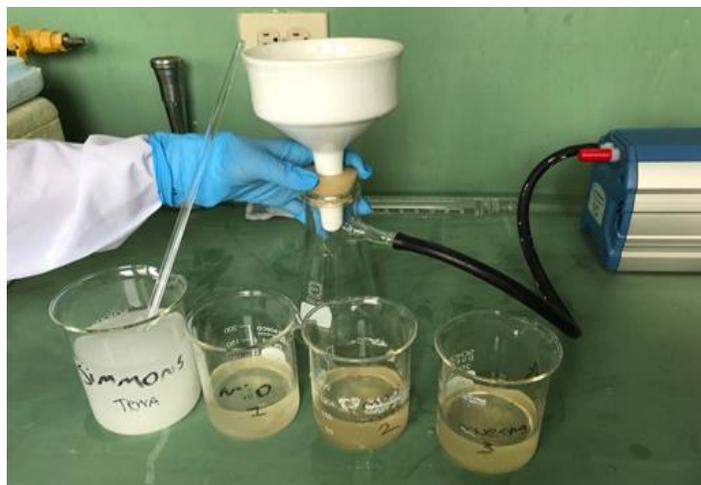


Figura 22: Filtración al vacío. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

Extractor por solventes “velp scientific” ser 148/3,3, made in Italy, ISO 9001, apto para AOAC, TAPPI, UNI, EPA, ASTM, APHA, AWWA, WEF.

Para el método soxhlet (Figura 23) adicionar el solvente en cada uno de los crisoles con 50 ml de hexano para la extracción y llevarlo a la plancha de calentamiento del equipo del extractor, llevar los dedales al extractor soxhlet, se realiza la extracción durante 4 horas a partir del primer sifón que realice el equipo.



Figura 23: Extracción método soxhlet. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

Determinación del peso final de los crisoles en una balanza analítica (Figura 24)



Figura 24: Peso final de grasas de la muestra 1, 2, 3 en una balanza analítica. Laboratorio Universidad Libre Seccional Pereira 2018.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Medición del caudal

De acuerdo con lo descrito por Sánchez Ramos, (2015), la toma de la muestra debe hacerse a una distancia adecuada. Es decir ni muy corta ni muy larga a la hora de medir la longitud del caudal con el fin de considerar correctamente el efecto de dilución sobre los contaminantes, esto quiere decir que de acuerdo con la medición del caudal en cada punto de muestreo teniendo en cuenta la longitud, la velocidad y el tiempo influye en gran medida con la relación que tiene el caudal en metros cúbicos con la carga microbiana u otros contaminantes que se puedan asociar a esta fuente hídrica.

Por lo anterior, se considera que el punto tres (3) fue el punto con mayor volumen de agua ($0.08 \text{ m}^3/\text{seg}$) que equivalen a 80 L de agua por segundo, teniendo en cuenta además que la lluvia funciona como un potente diluyente (tabla 1) (García Gill, L., Abell C & Moreno Amich, R. 2012). Caso contrario fue el del caudal del punto 1 y 2 ya que estos sí presentaron

menor volumen (0.02 m³/ seg) es decir 20L de agua por segundo. observar (tablas 1-2); por otra parte es de gran importancia saber que la fecha en que se realizó las mediciones del caudal el clima fue lluvioso y se encontraba a una temperatura de 23°C para el día 26 de abril en la ciudad de Pereira (Weatherspark. 2018).

Tabla 1. Cálculos para determinar la medición del caudal.

Puntos de muestreo	Medición del caudal ($Q = A \times V$)
Punto 1	Q= 0.02 m ³ / seg
Punto 2	Q= 0.02 m ³ / seg
Punto 3	Q= 0.08 m ³ / seg

Filtración por membrana

Los análisis realizados en cada punto de muestreo de la quebrada la Mielita revelaron la presencia tanto de coliformes totales (colonias fucsia) como de coliformes fecales, en este caso *E. coli* (colonias púrpuras) (figura 25), lo cual indica que esta agua no se encuentra en óptimas condiciones para hacer disposición de ella sin importar el uso debido a que según se menciona tanto en el decreto número 1575 de 2007 (agua potable), como en el decreto 3930 de 2010 (usos del agua) los valores admisibles desde el punto de vista microbiológico para la filtración por membrana debe de ser: para coliformes totales 0 UFC/100mL y *E. coli*, 0 UFC/100mL (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Teniendo en cuenta los resultados obtenidos ninguno de estos puntos cumple con este estimado, resultado muy lógico ya que está quebrada recibe aguas residuales y presenta un mal uso por parte de la población aledaña. (Figura 25).

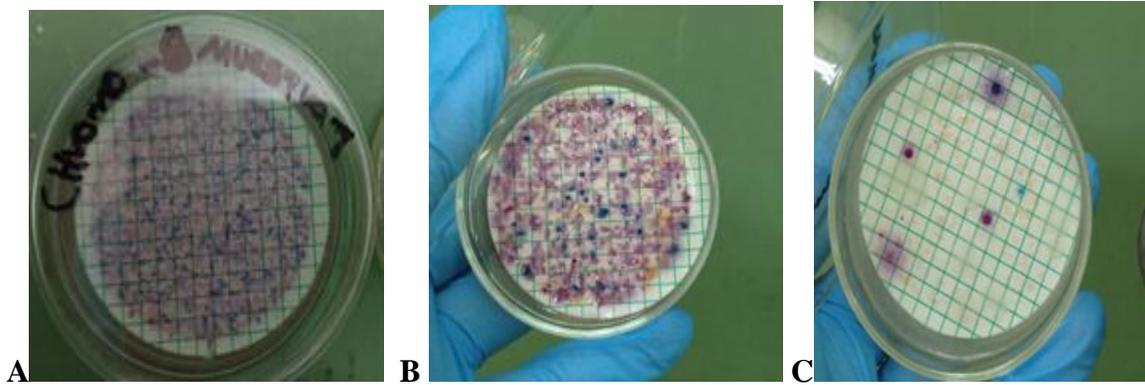


Figura 25. Filtración por membrana en agar Chromocult con factor de dilución 10^{-8} : punto de muestreo 1 (A), punto de muestreo 2 (B), y punto de muestreo 3 (C). Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Pruebas presuntivas y confirmatorias

De Acuerdo a los resultados obtenidos en la (figura 26) estos expresan que hay microorganismos con la habilidad de degradar glucosa y lactosa lo cual es característico de *E. coli* evidenciándose de tal forma con la presencia de gas en la campana de durham y de turbiedad en el medio según lo expresa (Montoya C, O & Pineda G, B, 2000)

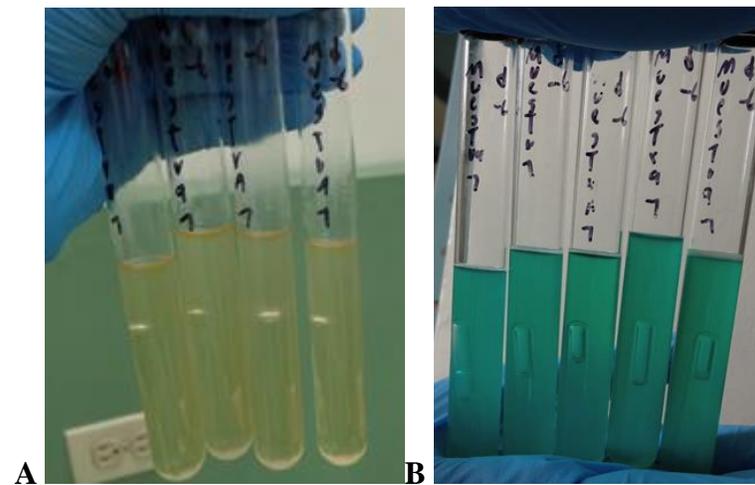


Figura 26. Turbidez y presencia de gas en caldo lactosa (A) y caldo bilis verde brillante (B). Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

TSI: Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los medios TSI, fue posible confirmar la presencia *E. coli*, debido a la producción de gas y el cambio en la coloración del medio, de rojo a amarillo y la producción resultante de ácido (imagen 27), que se genera por la

degradación de glucosa lactosa y sacarosa presentes en dicho agar (Becton Dickinson France, 2003).

MIO: Para los resultados obtenidos en el medio MIO basados en la movilidad, producción de indol y actividad enzimática ornitina descarboxilasa. Las pruebas dieron positivas para la presencia de *E. coli*. Ya que en ambos casos fueron visibles estas características. Por ejemplo la movilidad fue expresada por el crecimiento que se difundió más allá de la línea de siembra del microorganismo, el triptófano (sustrato de la enzima triptofanasa a partir del cual se forma indol) fue reflejado por la formación de un anillo rojo después de haberse combinado con el reactivo de kovacs y finalmente la ornitina fue el sustrato que detectó la enzima ornitina descarboxilasa, donde en medio ácido el agar se tornó de color amarillo (Britania, 2015).

SIM: Los resultados obtenidos para este medio. Fueron positivos para la presencia de *E. coli*. Debido a que la presencia de movilidad e indol fueron visualizados, la movilidad fue presenciada por el crecimiento que se difundió más allá de la línea de siembra, Y la producción de indol se dio por el triptófano que es un aminoácido constituyente de muchas peptonas y particularmente de la tripteína. Que puede ser metabolizado por algunas bacterias para formar indol y que en este caso permitió la formación de un anillo rojo después de la adición del reactivo de kovacs (Britania, 2015).

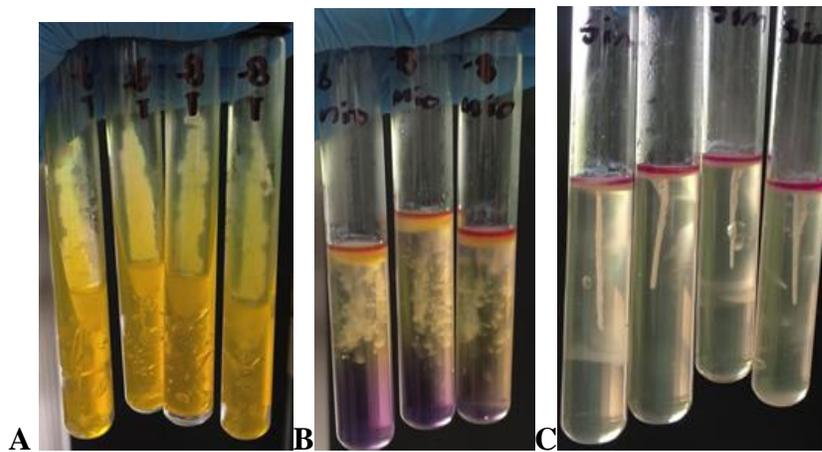


Figura 27. Pruebas confirmatorias para *E. coli* en medios diferenciales. TSI (A) MIO (B) SIM (C). Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Simmons Citrate: Este medio de cultivo es diferencial para aquellos microorganismos capaces de utilizar citrato como única fuente de carbono, usando además sales de amonio

como única fuente de nitrógeno con la consiguiente producción de alcalinidad, lo cual no es característico de *E. coli* por lo que se entiende el por qué no hubo crecimiento de estas colonias en dicho medio (Britania, 2015).



Figura 28. Pruebas confirmatorias para *E. coli* en medios diferenciales. Simmons citrate. Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Cryptosporidium y *Giardia*

Según el análisis morfológico de cada placa examinada de acuerdo a los puntos de muestreo, todos presentaron las mismas características para la identificación de quistes de *Cryptosporidium* (figura 29), pues estos se relacionan por poseer una pared muy resistente, esférica u ovoide ((Córdoba & Basualdo, 2009), (Gómez sandoval & Aguirre García, 2017)). Adicionalmente, se destacan por ser microorganismos ácido-alcohol resistentes, gracias a que poseen una pared celular lipídica especial, que contiene ácido micólico, que les permite resistir la decoloración con ácido-alcohol después de la tinción con colorantes básicos como la fucsina y revelar una apariencia de color rosa-rojizo, mientras que el resto de los microorganismos se tiñen con el colorante de contraste (Ruiz Jiménez, R ,2016).

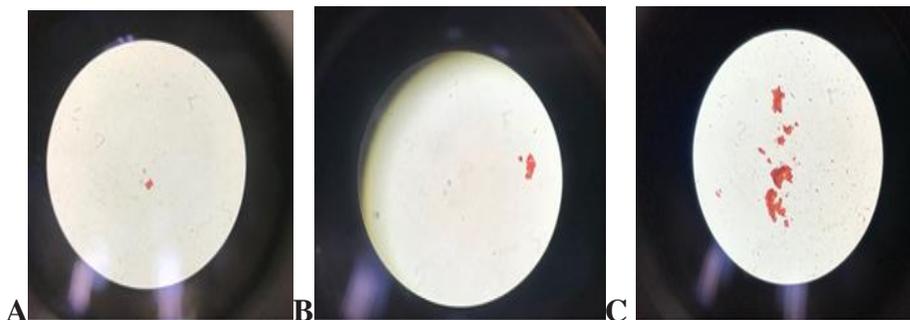


Figura 29. Tinción de Kinyoun para identificación de quistes de *cryptosporidium* de acuerdo a cada punto de muestreo: punto 1 (A), punto 2 (B). Punto 3 (C). Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018. Según el análisis realizado en cada punto de muestreo para identificación de *Giardia lamblia*, los resultados revelaron que no se encuentra presencia de esta, esto no quiere decir que la quebrada se encuentra totalmente exenta de este microorganismo, por lo contrario se deben de realizar más análisis pertinentes para asegurar este comportamiento y no realizar la toma de la muestra en temporada de invierno ya que la lluvia funciona como un potente factor diluyente haciendo más difícil su diagnóstico.

Aunque no se logró evidenciar *Giardia*, se pudo observar una posible sospecha de *Coccidios* (imagen 30), posiblemente del género *Cyclospora cayetanensis*. Ya que se observó como una estructura esférica con doble pared, de pequeño tamaño aproximadamente de (7,7 a 9,9 μm) y color grisáceo. Lo cual es característico de este microorganismo (Chacín Bonilla, L Fernando Barrios, F. 2011).



Figura 30. Posible identificación de *Coccidias*: punto de muestreo 3. Laboratorio Universidad Libre Pereira Sede Belmonte 2018.

Demanda Química de Oxígeno

Los resultados obtenidos para la DQO fueron: 333,3 (mg/L) para la muestra uno (1) y un promedio total para la muestra dos (2) de 550 (mg/L), mientras que en el punto de muestreo tres (3) fue de 200 (mg/L), referente a ese total el agua está medianamente contaminada lo cual indica que esta no se encuentra en óptimas condiciones, de las muestras analizadas es posible apreciar que el mayor valor para la DQO se presenta en la muestra uno (1) Bolaños. (2015)

De acuerdo con lo escrito por Bolaños (2015) el cual expresa los resultados que se obtuvieron en la Demanda Química de Oxígeno, es válido mencionar, el oxígeno que se presente en este estudio que indica 344 mg/L, 335 mg/L y 335 mg/L para los puntos de muestreo 1, 2 y 3 de la quebrada, lo que significa que el agua superficial en la quebrada se puede clasificar como agua de clase 4, que equivale a un río con contaminación severa, con un promedio de 173 mg/L obteniendo como grado de contaminación la quebrada (Bolaños .2015)

También se señala que un agua con un valor de DQO mayor a 200 mg/L son clasificadas como fuertemente contaminadas y se consideran como aguas superficiales con un fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales. Asimismo, materiales orgánicos biodegradables en agua son perjudiciales debido a que eliminan del agua el oxígeno necesario para sustentar la vida; entre las fuentes de esos materiales que demandan oxígeno, se incluyen las aguas negras, los desechos industriales (Bolaños. 2015)

Demanda Bioquímica de oxígeno

Se tomó con la muestra de la quebrada la Mielita, y se procedió a realizar con un factor de dilución de 5 para estabilizar la materia orgánica en un periodo de cinco días, donde no hubo presencia de oxígeno, por lo general no se hallaron resultados reproducibles, sin tener datos, esto indica que la posible causa de estos niveles de DBO, puede ser consecuencia de contaminación con lixiviados, Espinosa et al (2013)

Rodríguez, (2015) indica que la DBO con niveles bajos de oxígeno, son asociados a presencia de materia orgánica y la época lluviosa. hace referencia en otro punto de vista en el cual el valor del índice disminuye conforme el agua fluye, de esta manera, desde la parte más alta de la micro Cuenca hacia la más baja, junto con un mayor caudal de las aguas lo que es considerado (Pérez, et al 2008) actualmente una característica inherente de ciertos humedales es tener bajos niveles de oxígeno debido a la acumulación de material biodegradable en el fondo y por el lento flujo del agua que limita la capacidad de intercambio gaseoso con el aire, sería por la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos, que no ejercen repercusiones importantes en la contaminación orgánica y la deflexión del oxígeno disuelto.

(León et al 2012) Con la DBO por dilución, ha demostrado las variaciones en la composición de los residuos, la concentración del sustrato, la mezcla y las concentraciones de oxígeno de una fuente de agua residual a otra, esto generalmente impiden una relación entre el consumo de oxígeno y la DBO5 por dilución a 20°C. Comparando los resultados en el presente estudio y lo indicado por el autor en mención. (Marín et al 2010) se puede inferir el comportamiento que se presenta, debido el efluente y las concentraciones bajas sobre esta quebrada, se nota por el cambio y la inestabilidad, así mismo el resultado es sinónimo, lo cual es algo muy extraño para este parámetro, es válido mencionar que si se realiza una variabilidad de concentraciones del agua residual, debido a varias investigaciones realizadas por el instituto mencionado, han arrojado como resultado que el agua residual obtiene unos contenidos muy bajos de efluente de Demanda Biológica de Oxígeno.

Sólidos totales

A partir de tres muestras analizadas, se determinó el peso crisol más muestra, referente a un total de SST (mg/L). En este análisis se mostró un conjunto de variables que tuvieron diferentes pesos, el mayor fue de la muestra 1 con un total de 584,425 SST (mg/L), el menor resultado el cual fue la muestra 2 con un total de 570,377 SST (mg/L) y por último las de baja relación de la muestra 3 con un total de 118,908 SST (mg/L).

Zambrano et al,(2013) hace referencia a la turbidez y cantidad de sólidos en el agua, el cual asocia que estos dos factores están ligados, por ello se presenta un índice de contaminación, lo cual indica que evidentemente se ha trastornado la naturaleza de éste cuerpo de agua, alterando así las condiciones óptimas de su calidad del agua.

En otro aspecto, la concentración de sólidos aumenta debido a las descargas que reciben las corrientes producidas por diversas actividades antrópicas, entre otros, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por (Berbesi et al 2012) se puede inferir la mayor concentración de sólidos, debido a que esta zona maneja la mayor cantidad de materia flotante, o en suspensión, que pueden ser de origen orgánico o inorgánico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con cada uno de los microbiológicos que se realizó (Filtración por membrana, pruebas presuntivas, pruebas confirmatorias e identificación de parásitos) se puede concluir que el agua de esta quebrada se encuentra en muy malas condiciones, ya que posee múltiples contaminantes biológicos lo cual puede ser perjudicial para la salud del ser humano, ya que de acuerdo a los resultados ninguna de estas pruebas cumple con los estándares normativos empleados para este estudio.
- Es importante tener en cuenta que para realizar la toma de la muestra el clima debe de ser favorable. para así obtener resultados más veraces, ya que como se mencionó anteriormente la lluvia funciona como un factor diluyente y a la hora de realizar los microbiológicos para las pruebas inmediatas va a ser más difícil darle un diagnóstico certero al microorganismo de estudio. como fue en este caso *Giardia lamblia* puesto que en las muestras analizadas no se encontró, pero no quiere decir que la quebradita se encuentre exenta de este microorganismo. ya que en la fecha que se realizó la toma de la muestra fue un día muy lluvioso.
- Sabiendo que el método del flotador para medición de caudal es un método rústico es de esperarse que haya la posibilidad de obtener resultados no tan precisos, y por esta misma razón es de gran importancia buscar otra metodología no rústica que permita medir el caudal sin tanta imprecisión Para así enriquecer y complementar los resultados de pruebas microbiológicas y fisicoquímicas que se lleven a cabo en la investigación a futuro.
- A partir del estudio físico, químico y microbiológico realizado en la quebrada la Mielita, en la sede del campus universitario de la Universidad libre seccional Pereira, se concluye que la quebrada no se encuentra en buenas condiciones, por ende motivo, los porcentajes de oxígeno disuelto en la quebrada son bastantes bajos, lo cual dificulta un poco el ambiente que se presenta allí, por la degradación de la materia orgánica, que empeoran la situación de restauración natural de la quebrada, así mismo, para los tres puntos de muestreo.
- De acuerdo con lo mencionado, hay una incorporación importante de materia orgánica, por su nivel de contaminación en el agua, el contenido de sólidos

suspendidos totales, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Biológica de oxígeno, a estas pruebas se clasificaron con unos resultados obtenidos sobre la quebrada como una calidad mala, sobre estos análisis de diagnóstico de calidad.

- Como acción propuesta hasta ahora para el diagnóstico de la calidad de la quebrada, es de que se presente más de un saneamiento hídrico, con una visión de apoyar los procesos que gestión ambiental, que se argumente desde acciones técnicas, con una mejor calidad de vida y culminar el territorio desde la Universidad libre, con una planeación, herramientas, para seguir con este proyecto sobre los procesos que involucra su ejecución para lograr mayores disminuciones en la carga contaminante.

ETAPAS FALTANTES PARA CULMINAR LA INVESTIGACIÓN

Método de medición del caudal no rústico (Aforo por vadeo)

La medición de caudal por aforo se debe realizar periódicamente, buscando cubrir toda la gama potencial de niveles, con el fin de obtener parejas nivel - caudal que facilite la calibración de la sección de aforos. La cual se plasma en la curva de calibración. Esta curva transformada en una expresión matemática (ecuación) o en una tabla obtenida por lectura de puntos sobre la curva y posterior interpolación, permite la conversión de niveles horarios en caudales horarios (IDEAM, 2007).

$$V = \left(S^{\frac{1}{2}} * R^{\frac{2}{3}} \right) / n$$

El aforo por vadeo Se utiliza cuando la profundidad es menor de un metro (< 1 m) y la velocidad de la corriente menor de un metro por segundo (< 1 m/s). Estas condiciones permiten que los operarios y los equipos se metan al cauce con seguridad, garantizando de esta manera que la medición se realice con comodidad y sin riesgo (IDEAM, 2007).

Requerimientos:

- Cinta métrica

- Varillas de vadeo
- Contador de revoluciones
- Molinete o micromolinete
- Cartera de aforos y planillero
- Personal: dos técnicos (Inspector y aforador)

DBO con un correcto factor de dilución:

Como etapas faltantes es bueno mencionar, antes de iniciar con el análisis, homogeneizar la muestra para que no hallan partículas, para la demanda Biológica de oxígeno hay que diluir muy bien la muestra no muy diluida por que no va a marcar un oxígeno, para un buen corrector factor de dilución se sugiere que se realice de 2 para que la lectura de oxígeno sea la adecuada o en caso tal de no obtenerlo con este se recomienda no realizar ninguna dilución, ya que en la dilución tomada de 5 y de 10 no arrojó lectura .

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la docente Liliana Bueno Lopez la cual fue nuestra tutora durante nuestro trabajo de investigación, por habernos orientado sobre cómo realizar pruebas microbiológicas y fisicoquímicas para análisis de aguas residuales. Lo cual nos sirvió de mucha ayuda para llevar a cabo nuestra práctica e inferir el diagnóstico de la quebrada la Mielita basándonos en la normatividad Colombiana.

Gracias a la ayuda del ingeniero ambiental Oscar Marulanda el cual tiene el objetivo actualmente de establecer políticas para la recuperación de la quebrada la Mielita junto con el apoyo de la CARDER. Su colaboración fue importante en la entrega de información valiosa sobre las condiciones en la que se encuentra está quebrada y los seguimientos que se le han realizado por organizaciones corporativas como la Carder aguas y aguas. Proporcionándonos de esta manera conocimientos relevantes con el fin de enriquecer nuestro análisis al momento de obtener todos los resultados y no hacer tan imprecisa esta metodología.

Un gran agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de este proyecto, en especial, para Estefanny Salemi y Luisa Ospina, gracias por la orientación y el seguimiento continuo de este proyecto y la supervisión continua sobre estas prácticas, pero sobre todo por la motivación, enfoque, dedicación, y el apoyo recibido, y por las sugerencias recibidas, gracias a ellas, por la gratitud y el vínculo especial.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Cárdenas Vélez, N. Análisis a la gestión del plan de saneamiento hídrico de Pereira desde la perspectiva integral del recurso, haciendo uso de WEAP como sistema soporte de decisión, Universidad tecnológica de Pereira Facultad de Ciencias Ambientales. Administración Ambiental. [internet] 2012. [citado 12 de mayo 2018]: 15. disponible en <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoanexos/36361C266.pdf>
- Arias Hurtado, C. Resignificación de la cuenca del Consota. Perspectivas ambientales del municipio de Pereira en sus 150 años. [internet] 2014. [citado 12 de mayo 2018]: 63-112. Disponible en <http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/LIBRO%20RESIGNIFICACION%20C3%93N%20CUENCA%20CONSOTA%202014.pdf>
- Chulluncuy Camacho, N. Tratamiento de agua para consumo humano. [internet] 2011. [citado 12 de mayo 2018]: 154. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495008.pdf>
- Burbano Portilla, J. Plan de Manejo Ambiental para la Quebrada Lavapiés Municipio de Sibundoy, Putumayo. Escuela superior de Administración Pública (ESAP) Facultad de Postgrados Especialización en Gerencia Ambiental. SIBUNDOY-PUTUMAYO. [internet] 2008. [citado 12 de mayo 2018]: 7. Disponible en <http://docplayer.es/75693165-Plan-de-manejo-ambiental-para-la-quebrada-lavapies-municipio-de-sibundoy-putumayo-jose-ignacio-burbano-portilla.html>.
- Agua. org. [internet]. México, Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones; 2017 [citado 18 de mayo 2018]: Disponible en <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>
- Secretaria jurídica distrital. [internet]. Bogotá, Decreto 3930 de 2010 Nivel Nacional; 2017 [citado 18 de mayo 2018]: Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Bautista Olivas, A., Tovar Salinas, J., Mancilla Villa, O., Magdalena Flórez, H, Ramírez Ayala, C., Arteaga Ramírez. et al. Calidad microbiológica del agua

obtenida por condensación de la atmósfera en Tlaxcala, Hidalgo y Ciudad de México. [internet] 2013. [citado 12 de mayo 2018]: 168. Disponible en http://www.redalyc.org/pdf/370/Resumenes/Abstract_37028275003_2.pdf

- Ministerio de la protección social, ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial resolución número 2115. [internet] 2007. [citado 12 de mayo 2018]:1-2. Disponible en http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, B., Serrano., Velázquez, O. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. [internet] 2009. [citado 12 de mayo 2018]: 2. Disponible en http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. DETERMINACIÓN DE ESCHERICHIA COLI Y COLIFORMES TOTALES EN AGUA POR EL MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA EN AGAR CHROMOCULT. [internet] 2007. [citado 12 de mayo 2018]: 2. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
- Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. *Giardia lamblia*. [internet] 2015. [citado 12 de mayo 2018]: 2-3. Disponible en <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Giardia%20lamblia%202016.pdf>
- Córdoba, A & Basualdo, J. Criptosporidiosis: una zoonosis emergente. [internet] 2009. [citado 12 de mayo 2018]: 187. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412009000300011
- Gómez sandoval, J & Aguirre García, M. Criptosporidiosis. [internet] 2017. [citado 12 de mayo 2018]: 23-24. Disponible en http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_1/PDF/criptosporidiosis.pdf
- Rossanigo, C. Coccidiosis y Criptosporidiosis. [internet] 2006. [citado 12 de mayo 2018]: 1. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protozoarios.pdf>
- Carrillo Zapata, M & Lozano Caicedo, A. Validación del método de coliformes totales y fecales en agua potable utilización de agar Chromocult. [internet] 2008. [citado 12 de mayo 2018]: 10. Disponible en <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>
- Alarcón, M., Beltrán, M., Cárdenas, M., Campos, M. Recuento y determinación de viabilidad de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en aguas potables y residuales en la cuenca alta del río Bogotá. [internet] 2005. [citado 12 de mayo 2018]: 355. Disponible en <file:///C:/Users/user/Downloads/1360-4981-1-PB.pdf>

- Villanueva, J & Matamoros, M. Ciencias Forenses y Pruebas Presuntivas. [internet] 2016. [citado 12 de mayo 2018]: 48-50. Disponible en <http://www.bvs.hn/RCFH/pdf/2016/pdf/RCFH2-2-2016-9.pdf>
- Merck Millipore. Chromocult Agar para coliformes Detección simultánea de bacterias coliformes y E.coli en el agua. [internet] 2014. [citado 12 de mayo 2018]: 2. Disponible en [file:///C:/Users/user/Downloads/DS4485ES00_Chromocult%20Coliform%20\(6-25\)%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/DS4485ES00_Chromocult%20Coliform%20(6-25)%20(4).pdf)
- Britania. Caldo lactosado. [internet] 2015. [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en <https://es.scribd.com/document/187160306/Caldo-Lactosado>
- Britania. Nutritivo agar. [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a28446b169d8.pdf
- Britania. Verde brillante bilis 2% caldo. [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a298c91358b4.pdf
- Britania. E.M.B. Agar (con eosina y azul de metileno) [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a28240e1c004.pdf
- Becton Dickinson France. INSTRUCCIONES DE USO – MEDIOS EN PLACA LISTOS PARA USAR. [internet] 2003 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en <http://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/HB/CE/PA/ES-PA-254458.pdf>
- Britania. MIO medio. [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2832fb81126.pdf
- Britania. SIM medio. [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en <https://es.scribd.com/document/171751591/medio-SIM>
- Britania. Simmons citrato agar. [internet] 2015 [citado 14 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a29779bd2be8.pdf
- Belkis Bott, A., Drullet Pérez, M., Betancourt Argüello, Y., Sánchez Romero, M. CENTRO PROVINCIAL DE HIGIENE Y EPIDEMIOLOGÍA DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA GUANTÁNAMO. [internet] [citado 15 de mayo 2018]: 1-3. Disponible en <file:///C:/Users/user/Downloads/478-1919-1-PB.pdf>
- Rueda Ureña, O & Chitiva, M. |ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES EN CANALES ABIERTOS. [internet] 2016 [citado 18 de mayo 2018]: 27. Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3367/1/RuedaUrue%C3%B1aOscarFernando2016.pdf>
- Franquet Bernis, J. EL CAUDAL MÍNIMO MEDIOAMBIENTAL DEL TRAMO INFERIOR DEL RÍO EBRO [internet] 2009 [citado 15 de mayo 2018]: 1. Disponible en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009b/564/MEDICION%20DEL%20CAUDAL%20DEL%20AGUA.htm>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Toma de muestras de aguas residuales. [internet] 2007 [citado 15 de mayo 2018]: 1-5. Disponible en http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResidual.es.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. COLIFORMES TOTALES Y E. COLI POR EL MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA EN AGAR CHROMOCULT [internet] 2007 [citado 15 de mayo 2018]: 2-7. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
- Norma técnica Colombiana NTC 4939. Calidad de agua. enumeración de coliformes y *Escherichia coli*. Técnica con tubos de fermentación y técnica de sustrato enzimático. [internet] 2001 [citado 15 de mayo 2018]: 2-7. Disponible en <https://es.slideshare.net/jamesdays/ntc-4939>
- Willey, J., Sherwood, L., Woolverton. Prescott, C. Harley y Klein Microbiología séptima edición. España; 2008.
- Ehas. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS PARA DIAGNÓSTICO DE PARÁSITOS INTESTINALES. [internet] 2012 [citado 15 de mayo 2018]: 7-8. Disponible en <http://www.telemicroscopia.ahas.org/assets/diagnostico-parasitos-intestinales.pdf>
- Instituto nacional de salud. parasitología y micología. [internet] 2001 [citado 15 de mayo 2018]: 270-272. Disponible en <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2660-1.pdf>
- Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. [internet] 2014 [citado 15 de mayo 2018]: 15-16. Disponible en <file:///C:/Users/user/Downloads/619.pdf>
- Mast Group Ltd. Triple Sugar Iron Agar (T.S.I). [internet] 2016 [citado 15 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.mastgrp.com/ifus/ifu354_spa.pdf
- Mast Group Ltd. Simmons citrate agar. [internet] 2016 [citado 15 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.mastgrp.com/IFUS/IFU347_SPA.pdf
- Becton, Dickinson and company. Motility Indole Ornithine (MIO) Médium. [internet] 2007 [citado 15 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/US/L007472%2808%29%280207%29_ES.pdf
- Becton, Dickinson and company. SIM médium. [internet] 2008 [citado 15 de mayo 2018]: 1. Disponible en http://www.bd.com/europe/regulatory/Assets/IFU/US/L007503%2808%29%280408%29_ES.pdf
- Montoya C, O & Pineda G, B, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE Medellín [internet] 2000 [citado 23 de mayo 2018]: 45. Disponible en http://bdigital.unal.edu.co/12228/2/olgainesmontoyacampuzano.2014_Parte2.pdf

- Arias Acevedo, G. Simposio gestión de la cuenca del río Bogotá. Recuperación, cultura y gobernanza Tarea de todos. [internet] 2015 [citado 15 de mayo 2018]: 7-12. Disponible en file:///C:/Users/user/Downloads/rio-consota.pdf
- Vanegas, B. parámetros ambientales a considerar en la etapa de formulación del plan parcial parque tecnológico. [internet] 2008 [citado 15 de mayo 2018]: 31. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1279/352086132V252.pdf;sequence=1>
- Ruiz Jiménez, R. Química clínica aplicada S.A, Para diagnóstico in vitro. [internet] 2016 [citado 19 de mayo 2018]: 1. Disponible en <http://www.cromakit.es/pdfs/inserts/992505.pdf>
- Chacín Bonilla, L Fernando Barrios, Cyclospora cayetanensis: biología, distribución ambiental y transferencia. [internet] 2011 [citado 10 de mayo 2018]: 134. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v31n1/v31n1a16.pdf>
- García Gill, L., Abell C & Moreno Amich, R. APORTE DE NUTRIENTES POR LOS TRIBUTARIOS SUPERFICIALES DEL LAGO DE BANYOLES. [internet] 2012 [citado 20 de mayo 2018]: 147. Disponible en <https://www.raco.cat/index.php/Scientia/article/viewFile/49568/54984>
- Slideshare.net [internet]. Medios diferenciales, 2010 [citado 21 de mayo 2018]: 20. Disponible en <https://es.slideshare.net/Prymer/medios-bioquimicos>
- Decreto 3930 usos del agua y residuos líquidos [internet]. 2010 [citado 22 de mayo 2018]: Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- IDEAM. PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL AGUA, [internet] 2007 [citado 21 de mayo 2018]: 35-36. Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>
- Burbano, G. Ojeda, C. El Comité Científico del I Congreso Científico Internacional. Impacto de las Investigaciones Universitarias, 2012. Pag 6 Disponible en: <https://www.uniandes.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/LA-SUSTENTABILIDAD-Y-LOS-DERECHOS-DE-LA-NATURALEZA-DEL-R%3%8DO-TAHUANDO-ECUADORIMBABURA.pdf>
- Torres, P. Cruz, H. Patiño, P. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. 2009

- Decreto 3930 del 2010, Capítulo II del ordenamiento del recurso hídrico, Artículo 4, Artículo 7 los modelos simulación de la calidad del recurso hídrico (Pag.5,8) Disponible en: <http://www.fedebiocombustibles.com/files/3930.pdf>
- Estado del Saneamiento de Ríos y Quebradas en la Ciudad de Pereira, Aguas y Aguas de Pereira. Disponible en: [https://www.aguasyaguas.com.co/images/licitaciones/2016/ESTADO%20DEL%20SANEAMIENTO%20DE%20RIOS%20Y%20QUEBRADAS%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20PEREIRA%20\(1\).pdf](https://www.aguasyaguas.com.co/images/licitaciones/2016/ESTADO%20DEL%20SANEAMIENTO%20DE%20RIOS%20Y%20QUEBRADAS%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20PEREIRA%20(1).pdf)
- Cárdenas, N. (2012). Análisis a la gestión del plan de saneamiento hídrico de Pereira desde la perspectiva integral del recurso, haciendo uso de weap como sistema soporte de decisión. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/36361C266.pdf>
- Gutiérrez, A. Ramírez, A. Gómez, H. Rojas, J. Guerrero, J. MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO CONSOTA, 5 Ingeniero Civil de la Universidad Antonio Nariño de Pereira 2012
- Quintero, C. La Problemática Ambiental del Tramo Urbano de la Cuenca del Río Consota, Universidad Nacional de Colombia 2012. Disponible en: <http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/LIBRO%20RESIGNIFICACION%20DE%20LA%20CUECA%20DE%20CONSOTA%202014.pdf>
- Zuluaga, M. Investigación Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Consota: Una Reflexión Académica desde la Planificación Territorial, Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. 2012
- Pérez, C. León, R. García, G. Tratamiento de Aguas Manual de Laboratorio. Universidad nacional autónoma de México facultad de estudios superiores Cuautitlán Mayo 2013
- Menorca, B. Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego, Escuela de Bonsái de Antoni Payeras. 2018
- Siles, L. Selección y Determinación de Dosis de Reactivos Químicos para la Optimización Económica de un proceso de Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Industria textil. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/portal2015/licenciaturas/iq/tesis/tesis_cerecedo_siles.pdf
- Fernández, J. Curt, D. Métodos Analíticos para aguas residuales. Fundación Global Nature. Ministerio de Agricultura y pesca y medio ambiental, 2017 Disponible en: <https://www.fundacionglobalnature.org/macrophytes/documentacion/Cap%20EDtulos%20Manual/Cap%20EDtulos%20Anexos1.pdf>
- Cordova, A. Determinación de Sólidos Totales, Suspendidos, Sedimentados y Volátiles, En el Efluente de las Lagunas de Oxidación situadas en la Parroquia Colón,

Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas. 2013

- Monte, P. Agua, pH y equilibrio químico, Universidad Humboldt de Berlín en el área de química inorgánica. 2016 Disponible en: <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>
- Bavera, G Clima y Ambiente; Elementos y Factores, Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Universidad Nacional de Río Cuarto. 2003
- Weatherspark [internet]. Pereira Risaralda, 26 de abril del 2018, 17, 05,2018. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/d/22431/4/26/Tiempo-promedio-el-26-de-abril-en-Pereira-Colombia#Sections-Precipitation>
- Ginebra, P. Evaluación Rápida de la Calidad del Agua Potable. Organización mundial de la salud, Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua ,2003. Disponible en: http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/25%20Evaluacion_CA_potable.pdf
- Brito, N. Alternativas de Potabilización para el Agua que Abastecera a la Ampliación del Aeropuerto internacional de la ciudad de México, Instituto politécnico Nacional, 2007. Pag 8. Disponible en: <http://www.elaguapotable.com/ALTERNATPOTAB.pdf>
- Laboratorio de Química Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Demanda Química de Oxígeno, Universidad Tecnológica de Pereira 2010.
- Laboratorio de Química Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Demanda Biológica de Oxígeno, Universidad Tecnológica de Pereira 2010.
- Carpio, M. SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, 2007. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103+-+105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>
- Bojacá, R. DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS POR EL MÉTODO SOXHLET. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, 2007. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Grasas+y+Aceites+en+agua+por+m%C3%A9todo+Soxhlet..pdf/15096580-8833-415f-80dd-ceaa788812>

- Moreno, D. Análisis de la Calidad del Agua de la Quebrada Limas, Localidad de Ciudad Bolívar, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, BOGOTÁ D.C. 2016 Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3488/1/MorenoVillamilDanielFelipeMontenegroGualteroNataliaIvonne2016.pdf>
- Bolaños, D. Moreno, N. Rodríguez, N. Sánchez, A. Calidad de aguas superficiales: estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón, Costa Rica, Universidad de Costa Rica - Sede de Occidente. 2015 Disponible en: <file:///C:/Users/luisafernanda/Downloads/Dialnet-CalidadDeAguasSuperciales-5821477.pdf>
- Montoya, M. Modelo Matemático que permita Evaluar el Cambio de la DBO5 soluble debido a agentes inhibitorios en un proceso de lodos activados. universidad nacional de Colombia 2012
- Rodríguez, C. Silva, M. Calidad del agua en la microcuenca alta de la quebrada Estero en San Ramón de Alajuela, Costa Rica, Universidad de Costa Rica - Sede de Occidente 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/luisafernanda/Downloads/22597-59646-1-PB.pdf>
- Pérez, C. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Escuela de Química, Universidad de Costa Rica, 2008
- León, A. Estandarización y Validación de una Técnica para Medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el método Respirométrico y la Demanda Química de Oxígeno por el Método Colorimétrico. Universidad tecnológica de Pereira 2012.
- Marín, P. Correa, C. Evaluación de la Remoción de Contaminantes en Aguas Residuales en Humedales Artificiales Utilizando la Guadua Angustifolia kunth, Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Tecnología Química Pereira. 2010
- Zambrano, A. Determinación de Sólidos Totales, Suspendidos, Sedimentados y Volátiles, en el efluente de las Lagunas de Oxidación Situadas en la Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí, Durante el Período de Marzo a Septiembre 2013, Universidad Técnica de Manabí. 2013
- Berbesi, C. Diagnóstico de la Contaminación por Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas y Residuos Sólidos Domésticos sobre la Microcuenca Monte adentro hasta el Sector de la Bocatoma del Acueducto de la Ciudad Pamplona. Universidad libre de Colombia. 2012

- Vidales, A. Yasabel, M. Campos, M. Extracción de grasas y Aceites en los Efluentes de una industria automotriz. Instituto Tecnológico de Aguascalientes México. 2012
- Suárez, L. Vélez, J. Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Americana de Curtidos Ltda. y Cía. S.C.A Universidad Tecnológica de Pereira 2014

5. ANEXOS

Anexo 1

Tabla 1. Cálculos para la determinación del Área y velocidad en cada punto.

Mediciones	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Largo	2.92 m	1.82 m	2.23 m
Tiempo	2: 32 = 152 seg	2: 47= 167 seg	1: 12= 72 seg
Velocidad (Largo÷ tiempo)	0.01 m/seg	0.01 m/seg	0.03 m/seg
Área m ² (ancho * largo)	2. 3 m ²	2.0 m ²	2.5 m ²

Anexo 2 Demanda química de Oxígeno

Tabla 2. Resultado de cada punto de muestra con su respectivo análisis

Nombre muestra	Volumen de FAS Consumido (ml)	CC REAL FAS	DQO (mg/L)	DQO TOTAL (mg/L)	DQO PROMEDIO (mg/L)
Muestra 1	8,1	0,025	30	300	333.33
	8,2		20	200	
	7,9		50	500	

Muestra 2	7,9		50	500	550
	7,8		60	600	
Muestra 3	8,0		40	400	200
	8,4		0	0	
Blanco de tandar	8,4		x	X	X

Muestra 1

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-8,1) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 30 \text{ (MG/L)} \times 10 = 300 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-8,2) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 20 \text{ (MG/L)} \times 10 = 200 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-7,9) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 50 \text{ (MG/L)} \times 10 = 500 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

Muestra 2

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-7,9) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 50 \text{ (MG/L)} \times 10 = 500 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-7,8) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 60 \text{ (MG/L)} \times 10 = 600 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

Muestra 3

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-8,0) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L} = 40 \text{ (MG/L)} \times 10 = 400 \text{ Total (mg/l)}}{2}$$

$$\text{DQO (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(8,4-8,4) \times 0,025 \times 8000 \text{ mg/L}}{2} = 0 \text{ (MG/L)} \times 10 = 0 \text{ Total (mg/l)}$$

Anexo 3. Sólidos Totales

Tabla 3. Resultados de peso crisol, peso crisol + muestra

Nombre muestra	Peso Crisol	Peso Crisol + Muestra	SST (mg/L)
Muestra 1	104,0945	162,5370	584,425
Muestra 2	99,9580	156,9957	570,377
Muestra 3	138,9122	150,803	118,908

Muestra 1

$$\text{ST} = \frac{(162,5370) - 104,0945}{100} = 584,425 \text{ SST (mg/L)}$$

Muestra 2

$$\text{ST} = \frac{(156,9957) - 99,9580}{100} = 570,377 \text{ SST (mg/L)}$$

Muestra 2

$$\text{ST} = \frac{(150,803) - 138,9122}{100} = 118,908 \text{ SST (mg/L)}$$

Determinación de grasas en aguas por el método Soxhlet

Tabla 4. Resultados de grasa.

Nombre muestra	Peso Crisol	Peso Crisol + muestra	Resultado de Grasa
Muestra 1	75,231	75,245	140 (g/ml)
Muestra 2	76,014	76,042	280 (g/ml)
Muestra 3	76,88	76,887	70 (g/ml)

$$GYA, mg/L = \frac{(Pf - Pi)}{V} * 10^6$$

Donde;

Pf = peso final del matraz de extracción, g.

Pi = peso inicial del matraz de extracción, g.

V = Volumen de muestra, mL

(IDEAM, 2007)