

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL  
CORREGIMIENTO DE BERLÍN (SAMANÁ- CALDAS)**

**RODRIGO ALFONSO PINZÓN TORRES**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
BOGOTÁ**

**2021**

**Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el corregimiento de Berlín  
(Samaná- Caldas)**

**Rodrigo Alfonso Pinzón Torres**

**Trabajo de grado para optar por el título de Licenciado en biología**

**Director:**

**Hugo Mauricio Jiménez M.  
Microbiólogo, M. Sc.  
Universidad de los Andes.**

**Línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación**

**Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Departamento de Biología  
Licenciatura en Biología  
Bogotá  
2021**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

---

---

---

**Firma de asesor**

---

---

---

---

**Bogotá, 2021**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi mamá y a mis hermanos quienes me enseñaron que la constancia y la determinación son elementos fundamentales para alcanzar mis sueños, su apoyo fue fundamental a lo largo de la carrera con palabras de ánimo y consejos para continuar con mi formación integral como ser humano.

A mi compañera y amiga por brindarme aliento y ayudarme con sus consejos, porque con su amor alivió el estrés y la tristeza.

Agradezco a mi Director de Trabajo de Grado Hugo Mauricio Jiménez Melo porque desde el principio creyó en esta propuesta, apoyó con profesionalismo y paciencia en todo momento, siendo un excelente maestro en todo el proceso.

A la familia Sánchez Ospina por guiarme dentro de Berlín, presentarme con la comunidad y acompañarme durante la realización del muestreo sin importar las condiciones climáticas o la hora.

A los jurados por tomarse su tiempo para evaluar este trabajo, tener paciencia y aportar desde sus conocimientos.

A la Universidad pedagógica Nacional por ser el recinto donde aprendí, experimenté y descubrí nuevas formas de conocer el mundo, comprenderlo y aportar a él desde mi papel como maestro.

Finalmente, a los habitantes del corregimiento de Berlín por participar y compartir sus conocimientos y experiencias.

## TABLA DE CONTENIDO

1.0	Introducción .....	1
2.0	Planteamiento del problema.....	4
3.0	Justificación .....	7
4.0	Objetivos .....	10
	4.1 Objetivo general.....	10
	4.2 Objetivos específicos .....	10
5.0	Antecedentes .....	11
	5.1 Antecedentes Internacionales.....	11
	5.2 Antecedentes Nacionales .....	14
6.0	Marco teórico .....	21
	6.1 Marco teórico disciplinar .....	21
	6.1.1 Calidad del agua en los ríos de Colombia.....	21
	6.1.2 Legislación del agua para consumo humano en Colombia: Resolución 2115 de 2007 y decreto 1575 de 2007 .....	23
	6.1.3 Microorganismos asociados a la contaminación microbiológica del agua .....	25
	6.1.3.1 Escherichia coli.....	26
	6.1.3.2 Enterococcus faecalis.....	26
	6.1.3.3 Pseudomonas aeruginosa .....	27
	6.1.3.4 Salmonella typhi .....	28
	6.1.4 Análisis microbiológico de la calidad del agua para consumo humano .....	28
	6.1.5 Técnicas para la detección de bacterias en muestras de agua .....	29
	6.1.5.1 Diluciones seriadas .....	29
	6.1.5.2 Siembra en medios de cultivo selectivos .....	30
	6.1.5.3 Cultivo en EMB .....	30
	6.1.5.4 Cultivo en Agar Macconkey .....	31
	6.1.5.5 Cultivo en Agar Cetrimide.....	31
	6.2 Marco teórico pedagógico.....	31
	6.2.1 El concepto de taller como estrategia interactiva .....	31
7.0	Metodología .....	33
	7.1 Área de Estudio.....	33

7. 2 Fase 1 Implementación de Indagación socioambiental (Talleres y encuesta)	33
7.2. 1 Diseño, descripción de los talleres y de la encuesta .....	34
7.3 Fase 2 Muestreo de aguas y análisis bacteriológico .....	35
7.3.1 Planificación, descripción y desarrollo del muestreo .....	35
7.3. 2 Planificación y descripción del análisis bacteriológico .....	42
7.4 Fase 3 Comparación de datos obtenidos a nivel socioambiental y bacteriológico.....	43
7.5 Socialización de los resultados con la comunidad de Berlín .....	43
8.0 Resultados y Análisis.....	44
8.1 Resultados de Indagación socioambiental (Talleres y encuesta) .....	44
8.1.1 Resultados de Taller 1 Presentación del proyecto y reconocimiento de ideas previas	44
8.1.2 Análisis del Taller 1 .....	49
8.1.3 Resultados de Encuesta sobre los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica.....	49
8.1.4 Análisis de Encuesta .....	55
8.1.5 Resultados de Taller 2 Calidad del agua para consumo humano.....	56
8.1.6 Análisis Taller 2.....	60
8.2 Resultados de Análisis Bacteriológico.....	60
8.2.1 Análisis bacteriológico de la Muestra 1 (Acueducto de Berlín) .....	61
8.2.2 Análisis bacteriológico de la Muestra 2 (Predio el Tesoro).....	61
8.2.3 Análisis bacteriológico de la Muestra 3 (Colegio de Berlín).....	62
8.3 Análisis integral de resultados .....	64
9.0 Conclusiones.....	66
10.0 Recomendaciones .....	67
11.0 Referencias.....	68
Anexos .....	74
Anexo 1 .....	74
Anexo 2 .....	77
Anexo 3 .....	80
Anexo 4 Acta de concertación de puntos de muestreo .....	83
Anexo 6 Formato de asistencia diligenciado .....	85
Anexo 7 Acta de concertación diligenciada.....	86

Anexo 8 Acta de toma de muestras punto 1 .....	87
Anexo 9 Acta de toma de muestras punto 2 .....	88
Anexo 10 Acta de toma de muestras punto 3 .....	89
.....	89
Anexo 11 Formato de recepción de muestras en laboratorio.....	90
Anexo 12 Informes de análisis bacteriológicos en laboratorio.....	91
Anexo 13 Evidencias fotográficas de Indagación socioambiental y de socialización de resultados con la comunidad .....	94
Anexo 14 Autorización para uso de informes de BIOTRENDS S. A. S .....	96

## Lista de tablas

Tabla 1. Valores máximos aceptables para características fisicoquímicas según resolución 2115 de Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).....	24
Tabla 2. Valores máximos aceptables para características microbiológicas según resolución 2115 de Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).....	24
Tabla 3. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N1 Acueducto de Berlín. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-140-0.....	61
Tabla 4. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N2 Predio el Tesoro. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-141-0.....	62
Tabla 5. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N3 Colegio de Berlín. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-142-0.....	63

## Lista de gráficos

Gráfico 1. Taller 1. Respuestas pregunta No. 1. ....	44
Gráfico 2. Taller 1. Respuestas pregunta No. 2. ....	45
Gráfico 3. Taller 1. Respuestas pregunta No. 3. ....	46
Gráfico 4. Taller 1. Respuestas pregunta No. 4. ....	46
Gráfico 5. Taller 1. Respuestas pregunta No. 5. ....	47
Gráfico 6. Taller 1. Respuestas pregunta No. 6. ....	47
Gráfico 7. Taller 1. Respuestas pregunta No. 7. ....	48
Gráfico 8. Taller 1. Respuestas pregunta No. 8. ....	48
Gráfico 9. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 1. ....	50
Gráfico 10. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 2. ....	50
Gráfico 11. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 3. ....	51
Gráfico 12. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 4. ....	51
Gráfico 13. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 5. ....	52
Gráfico 14. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 6. ....	52
Gráfico 15. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 7. ....	53
Gráfico 16. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 8. ....	54
Gráfico 17. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 9. ....	54
Gráfico 18. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 10. ....	55
Gráfico 19. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 1. ....	56
Gráfico 20. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 2. ....	57
Gráfico 21. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 3. ....	58
Gráfico 22. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 4. ....	58
Gráfico 23. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 5. ....	59

Gráfico 24. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 6. ....	59
Gráfico 25. Comparación de bacterias encontradas en muestra 2 y valores permitidos en la resolución 2115 de 2007. ....	62
Gráfico 26. Comparación de bacterias encontradas en muestra 3 y valores permitidos en la resolución 2115 de 2007. ....	63

## **Lista de imágenes**

Imagen 1. Tanque con caja de inspección. Tomada por Pinzón, R. (2020). ....	37
Imagen 2. Toma de muestra en la caja de inspección. Tomada por Pinzón, R. (2020). ....	37
Imagen 3. Muestra 1 empacada. Tomada por Pinzón, R. (2020). ....	37
Imagen 4. Predio “El tesoro”. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	38
Imagen 5. Desinfección del grifo en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	38
Imagen 6. Purga del grifo en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	39
Imagen 7. Toma de muestra en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	39
Imagen 8. Muestra 2 empacada. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	40
Imagen 9. Desinfección del grifo en el colegio de Berlín. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	40
Imagen 10. Purga del grifo en el colegio de Berlín. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	40
Imagen 11. Toma de muestra en el colegio de Berlín. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	41
Imagen 12. Muestra 3 empacada. Tomada por Pinzón, R. (2020). ....	41
Imagen 13. Muestras almacenadas en nevera. Tomado por Pinzón, R. (2020). ....	42

## 1.0 Introducción

El agua es el constituyente inorgánico más importante de los organismos y también el más requerido para llevar a cabo procesos fisiológicos, sus características facilitan la acción como regulador de pH, disolvente y hábitat de diversos seres vivos, etc. El consumo de agua por parte de las poblaciones humanas se convierte en algo esencial, puesto que, la ingesta de este fluido permite la hidratación de las células y la realización de reacciones químicas necesarias para mantener la homeostasis y el correcto funcionamiento de los sistemas anatómicos del cuerpo. El agua aparece como uno de los derechos fundamentales, puesto que al ser un recurso esencial en estado de disminución compromete la continuidad de todas las actividades humanas y procesos naturales, Díaz *et al*; (2009) cuentan que el acceso al agua potable y al saneamiento básico hace parte de un derecho humano, ya que es indispensable para la vida por su importancia para llevar a cabo los procesos biológicos y proporcionar servicios ecosistémicos vinculados con el abastecimiento para consumo doméstico, agrícola y pecuario; argumentan que su importancia social radica en la calidad que posee debido a que determina los posibles usos desde el consumo humano hasta el desarrollo productivo que minimiza la pobreza y la desigualdad social en términos de empleo y cobertura sanitaria.

Además, Díaz *et al*; (2009) expresan que el agua es fundamental para garantizar el cumplimiento de algunos derechos como la salud, la alimentación e incluso el saneamiento ambiental, de manera, que su gestión y manejo adecuado desde los contextos político, económico y social establece las garantías para velar por la protección de los derechos humanos que se hallan vinculados. En este sentido, mencionan que en Latinoamérica el acceso limitado al agua potable impulsó diferentes iniciativas en pro de garantizar la disponibilidad, calidad y abastecimiento, una de estas iniciativas fue la Declaración Latinoamericana del agua en el año 2009 donde el líquido fue considerado como patrimonio común de todos los habitantes de la región y como un derecho primordial inherente a la vida y a la dignidad humana. Así mismo, en Colombia se tienen varios argumentos legales para ratificar el agua como derecho y resaltar su importancia social:

La Constitución política colombiana establece que la prestación de servicios públicos y el saneamiento ambiental están a cargo del Estado, al igual que el establecimiento de políticas para la prestación del servicio por parte de entes privados, según el caso, y el establecimiento de políticas de vigilancia y control (artículo 49). En el artículo 366, la Constitución Política de Colombia, de forma explícita, establece que hace parte de las funciones del Estado colombiano proveer bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos a partir de los servicios de salud, de educación, saneamiento ambiental y de agua potable, y la importancia de que el gasto público tenga prioridad en estos temas. (Díaz *et al*; 2009, p.103).

Colombia al ser un país productor de materias primas realiza explotación agropecuaria para garantizar la demanda interna y externa, por lo que, la producción en los campos está ligada al consumo de agua y a la alta disponibilidad de esta para regar los cultivos, alimentar al ganado y abonar el suelo. Díaz *et al*; (2009) explican que en el perfil ambiental de Colombia para el año 2001 el mayor consumo de agua para el sector agrícola fue del 55 % superando al 9 % de la explotación pecuaria y al 12 % del sector doméstico, si se piensa en el incremento demográfico y en la ampliación de la frontera agrícola durante los últimos 19 años podría pensarse que el gasto hídrico en el país ha tenido un aumento considerable sin tener en cuenta la contaminación de fuentes superficiales por la minería y el uso inadecuado del recurso. Esto indica que la demanda de agua aumenta proporcionalmente con el número de habitantes y su oferta disminuye a causa de los impactos ambientales que la afectan, provocando que las comunidades compitan y accedan al recurso de manera desigual para desarrollar sus actividades productivas y satisfacer sus necesidades básicas.

Por su parte, el municipio de Samaná localizado en el Departamento de Caldas se caracteriza por su alta variedad de climas y ecosistemas debido a la estructura topográfica e hidrográfica, siendo uno de los lugares de Colombia con mayor disponibilidad de agua y suelos fértiles. Sin embargo, también es uno de los mayores productores de café, maíz, caña de azúcar y cacao. (Alcaldía municipal de Samaná, 2020). La economía del municipio está concentrada en la explotación agropecuaria por lo que debe disponer de grandes cantidades de agua para mantener los cultivos, además, los ríos para el abastecimiento de las zonas rurales se encuentran amenazados por la minería ilegal de oro, Ríos (2020) señala que esta situación la enfrentan los ríos Samaná y La miel en las veredas de Puente Hierro y el Jaguar en cercanía con los corregimientos de Berlín y San Diego, por lo que, el suministro de agua para uso doméstico y agropecuario de la región se está viendo afectado por la extracción de oro. Al tiempo que la contaminación por el vertimiento de excretas de ganado y de aguas residuales domésticas representa otro problema para la calidad del agua en las fuentes hídricas que abastecen los acueductos veredales.

Esta información se corrobora con lo mencionado por Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental (2016) quienes señalan que en las zonas rurales de Colombia la posibilidad de contar con agua apta para consumo humano va disminuyendo debido a la contaminación, uso inadecuado y falta de sistemas de tratamiento en las comunidades. Ello implica que las personas tengan que consumir agua de arroyos, ríos, quebradas y acuíferos para suplir sus necesidades alimenticias y de higiene, pero a menudo las mismas dinámicas del cuerpo hídrico como las actividades humanas mencionadas anteriormente hacen que la calidad del líquido no sea la adecuada pudiendo generarse a causa de ello afectaciones a la salud de quienes la consumen debido a la presencia de microorganismos patógenos o de sustancias como metales pesados, excretas de animales e incluso agroquímicos.

Para mejorar la calidad del agua las entidades de salud realizan análisis fisicoquímicos y microbiológicos, estos sirven para monitorear las características del líquido, mitigar e incluso disminuir los riesgos que trae consigo el consumo de agua contaminada o inviable

sanitariamente, en Colombia es empleado el Índice de Riesgo para la calidad del agua potable (IRCA) para diagnosticar el estado del líquido consumido en los asentamientos urbanos y rurales, su aplicación ha traído consigo que la vigilancia a los acueductos sea más constante y cumpla con los parámetros señalados por el Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007) en la resolución 2115 de 2007. Sin embargo, en el Municipio de Samaná hacia las zonas rurales el IRCA ha indicado que la calidad del agua no es muy buena y que los corregimientos más lejanos a la cabecera municipal son los más afectados por la falta de seguimiento, recursos e infraestructura de los acueductos veredales.

En el caso del corregimiento de Berlín del Municipio de Samaná, se sabe que el agua proviene de quebradas y riachuelos aledaños a la parte alta del pueblo que son susceptibles a contaminación por excretas de ganado y aguas residuales, mientras que para otras veredas proviene del río Manso que confluye con los ríos La miel y Samaná donde como ya se mencionó existe minería ilegal de oro y materiales de construcción, por lo que la calidad del agua varía considerablemente para cada una de las veredas. El acueducto central está encargado de realizar una remoción de sólidos y una desinfección con pastillas de cloro, sin embargo, el agua no es potable por lo que las personas deben hervirla para cocinar, mientras que para bañarse la usan directamente exponiéndose a microorganismos que logran causar daño a través de la piel.

El presente trabajo pretende diagnosticar la calidad bacteriológica del agua que consumen los habitantes del corregimiento de Berlín a través de un análisis bacteriológico para así reconocer las bacterias que ponen en riesgo la salud de los consumidores, con ello se pretende hacer un estudio que permita a los habitantes del lugar conocer la calidad del agua que están consumiendo, los riesgos a los cuales están sujetos y las medidas que pueden tomar para disminuir la contaminación microbiológica partiendo desde la identificación de los focos donde son alteradas las propiedades del líquido. Por ello, para el desarrollo de este trabajo se plantean una etapa de muestreo de aguas, una de Indagación socioambiental, una de análisis de laboratorio y tratamiento estadístico para finalmente realizar la socialización de los resultados con la comunidad y así mismo sugerir medidas de control para mitigar la contaminación del agua y mejorar su calidad a través de la mejora en los procedimientos realizados en el acueducto.

## 2.0 Planteamiento del problema

El agua representa uno de los elementos más importantes para la vida, sus propiedades fisicoquímicas lo hacen indispensable para los procesos biológicos y sociales como la agricultura, la salud y la alimentación. Además, su aplicación en la realización de actividades de diferente naturaleza ha logrado mejorar las condiciones de producción y facilitando procesos beneficiosos para la humanidad. Así mismo, el manejo inadecuado de los procesos productivos ocasiona afectaciones al agua desde aspectos ambientales como el vertimiento de sustancias químicas y microorganismos que alteran sus propiedades por lo que limitan su uso, no es lo mismo observar las aguas de un afluente en su cuenca alta donde los únicos residuos que recibe son del bosque a detallarlo en la cuenca baja donde hasta el cauce ha sido alterado, las conexiones erradas de aguas hervidas vierten constantemente y las alcantarillas desembocan en él. De esta manera, la contaminación hídrica es visualizada como un enorme problema para todas las poblaciones de organismos, ya que, ni siquiera las grandes plantas de tratamiento de aguas logran devolver el líquido a sus condiciones iniciales, por ejemplo, la demanda química de oxígeno (DQO) va a incrementar conforme comiencen a añadirse nuevos materiales al agua, puede ser materia orgánica como grasas, madera en descomposición, residuos industriales e incluso residuos sólidos de origen doméstico, ésta propiedad va a alterarse significativamente hasta el punto en que después de su tratamiento cumplirá con la legislación pero estará lejana a sus valores iniciales antes del aprovechamiento, por lo que probablemente llegue a causar problemas en los ecosistemas y organismos que tengan contacto con ella.

Paralelo al uso del agua por parte de la industria está el uso doméstico, donde son suplidas las necesidades de alimentación e higiene en las poblaciones humanas, teniendo esto presente en Colombia desde lo mencionado por el Ministerio de salud (1979) en la Ley 9 (Código Nacional sanitario) en el artículo 69 se estipula que toda agua para consumo humano debe ser potable sin importar su procedencia, también en el artículo 51 es de observar que se señala que el agua para consumo humano debe evitar la contaminación a través de la regulación en las actividades de monitoreo y sanidad desde los lugares de abastecimiento hasta las tuberías que llevan el líquido a los domicilios, teniendo en cuenta esto y las diferentes fuentes de contaminantes es pertinente abordar las características microbiológicas del agua en los entornos rurales y urbanos, debido a que la presencia o ausencia de microorganismos de interés sanitario posibilita ampliar el panorama que se tiene acerca de la calidad del agua para uso doméstico junto con el reconocimiento de las principales causas de alteración a sus propiedades y los riesgos para la salud humana.

En este sentido, el Ministerio de Protección social (2007) generó el decreto 1575 el cual establece el Sistema para la protección y calidad del agua para consumo humano donde están presentes los instrumentos para el monitoreo del agua, uno de ellos es el Índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano, en el cual son tomados en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicas para determinar la calidad del agua según los valores que establece el Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial. (2007) en la resolución 2115 de 2007. Partiendo de ello, se acude al Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental (2016) quienes señalan la preocupante situación que posee el Departamento de Caldas en cuanto al Índice de riesgo para la calidad del agua potable (IRCA), pues la valoración de este en el año 2015 para el 54.2 % de la población fue alto, mostrando así deficiencia en la calidad del agua, sin embargo, lo más relevante es que en las zonas rurales los valores del IRCA son de un 22.9% inviable sanitariamente, un 66.2% con riesgo alto, 2.2% de riesgo medio y sólo el 8.6 % sin riesgo. Lo cual señala que la gran mayoría de la población rural consumió agua en condiciones de riesgo, además, dentro de los parámetros microbiológicas las muestras procedentes de la zona rural tuvieron un 10.9 % de aceptabilidad para coliformes fecales y un 14.8% para *E. coli*, por su parte el municipio de Samaná presenta un IRCA del 67.73% con riesgo alto en su área rural, esto muestra las deficiencias en los sistemas de tratamiento, la incidencia de la contaminación hídrica y la falta de acceso al agua potable.

Como ya se observó, las características microbiológicas del agua son importantes para la salud de quienes la consumen puesto que la presencia de microorganismos determina la generación de enfermedades y patologías asociadas a la mala calidad del agua. Dentro de los grupos de agentes patógenos la Organización Mundial de la Salud (2018) cuenta que hay bacterias, virus protozoos y helmintos, también argumentan que existe un gran riesgo al consumir agua contaminada con heces de animales por lo que para evitar la contaminación se sugiere el seguimiento desde la cuenca, a la fuente de captación y los lugares de distribución. El autor menciona que bacterias como *Vibrio*, *Salmonella typhi*, *Salmonella entérica*, *Burkholderia* y *E coli* pueden causar graves enfermedades como la salmonelosis y el cólera, también, el Enterovirus, Rotavirus y Saprovirus junto con protozoos como *Cryptosporidium*, *Giardia* y *Ciclospora* son responsables de otras afecciones importantes. Al mismo tiempo, Atlas & Bartha (2002) afirman que en el mundo se producen más de 15 millones de muertes por infecciones transmitidas por el agua, análogamente, cuentan que las diarreas en niños pequeños causan casi dos millones de muertes al año en los países en vías de desarrollo. Los autores argumentan que la fiebre tifoidea, el cólera y la disentería amebiana causan la muerte en hombres adultos y sanos, atribuyendo la mayor contaminación del agua por presencia de heces fecales que al poseer microorganismos peligrosos pueden llegar a generar molestias estomacales en personas sanas mientras que en niños, adultos mayores e individuos debilitados por enfermedades graves pueden ser mortales. Similar es la situación que exponen Boshi, Velevit & Shibuya (2008) donde cada año mueren cerca de 1.87 millones de niños a nivel mundial por causas asociadas a la enfermedad diarreica y cerca del 88% de estas muertes corresponden con lugares donde el saneamiento básico es deficiente.

Esta situación motiva al desarrollo de estrategias para la vigilancia de la calidad del agua en los territorios desde los diferentes actores sociales, como los docentes que apoyan los procesos de educación y construcción de tejido social partiendo de sus conocimientos pedagógicos, didácticos y disciplinares. En tal caso, el licenciado en biología posee las bases científicas para abordar esta problemática, lo cual da a entender que más allá de la docencia o las actividades comunitarias también son sujetos de conocimiento en sus áreas de estudio, la formación juega un papel importante en el análisis de los problemas de su entorno pues permite abordarlos bajo enfoques químicos, biológicos, físicos y sociales, más allá de centrarse en los procesos

educativos los maestros tienen las capacidades investigativas para aportar a la sociedad y a la ciencia. Por ello, para hacer frente a esta problemática el licenciado en biología está aportando a su comunidad de una manera muy útil al desarrollar el análisis de calidad de agua y buscar las maneras de mitigar la contaminación de este líquido tan importante para la vida a través de talleres interactivos donde participe la comunidad del corregimiento de Berlín y pueda llevarse a cabo el reconocimiento de las prácticas que comprometen la calidad del agua, de los puntos de contaminación e incluso los problemas de salud que desencadena la presencia de microorganismos en el líquido y el aprendizaje de un manejo adecuado del recurso para mejorar sus condiciones sanitarias. Los talleres interactivos son escogidos junto con la encuesta como estrategia y técnica para recolectar información propia de los Berlineses acerca de los usos del agua a nivel económico, doméstico y cultural teniendo en cuenta que a partir del análisis de las actividades que engloban estos aspectos es posible hallar puntos en común con los análisis en laboratorio desde la identificación de bacterias procedentes de vertimientos de potreros, áreas de cultivo y conexiones erradas.

Partiendo de lo anterior es planteada la siguiente pregunta que orienta este trabajo:

¿Cuáles elementos del análisis bacteriológico del agua para el consumo humano pueden contribuir con la identificación de los puntos de contaminación bacteriana en el agua del corregimiento de Berlín?

### 3.0 Justificación

En el Departamento de Caldas la disponibilidad de agua es bastante debido a los diferentes afluentes que atraviesan su relieve, sin embargo, no es suficiente con que se tenga agua si en su totalidad no es apta para el consumo doméstico o si quiera para la agricultura que es la actividad principal bajo la cual se sustenta la economía del lugar. Por ejemplo, La Alcaldía municipal de Samaná (2020) indica que este municipio caldense presenta una economía netamente agropecuaria donde la agricultura del Cacao, del Café, el maíz y algunos frutales junto con la ganadería a pequeña escala determinan las posibilidades económicas de sus habitantes, lo cual muestra que la producción de materias primas y alimentos orienta los procesos de la región. Del mismo modo, el aumento en la población y los problemas de orden socioeconómico han provocado que los habitantes de la zona desvíen su atención hacia la minería del oro dejando de lado los cultivos e integrándose en la extracción del metal haciendo uso de prácticas poco amigables con el ambiente.

Ríos (2020) describe que esta cuestión perjudica las fuentes hídricas y también a la población aledaña, pues el agua consumida en los pueblos proviene de ríos susceptibles a la contaminación por elementos químicos empleados en la minería, en tal caso los ríos La Miel y Samaná abastecen varios corregimientos del municipio por lo que existe la posibilidad de que su calidad sanitaria este amenazada. Paralelamente, los procesos de potrerización contribuyen con la disminución de la calidad ecológica del agua en quebradas, ríos y arroyos, de manera que, aumentan la carga de materia orgánica y microorganismos desde la escorrentía o vertimiento de las excretas de reses, de esta manera el agua en el Departamento de Caldas y en el municipio de Samaná está comprometida pese a su abundancia y a las dinámicas de carácter económico.

La diversidad de microorganismos patógenos presentes en el agua que consumen los habitantes de las zonas rurales de Colombia es bastante amplia, pueden encontrarse desde bacterias entéricas hasta varios tipos de virus y protozoos de importancia sanitaria. El Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental (2016) señalan que en el municipio de Samaná la calidad del agua para consumo humano presenta una situación alarmante con respecto al Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) debido a que para las zonas rurales presenta un 67.73 % de riesgo alto, entendiéndose esto puede inferirse la necesidad de controles y supervisión tanto a los lugares de abastecimiento como a los puntos de distribución en orden de disminuir los riesgos que representa el agua inviable a nivel sanitaria para la salud humana teniendo en cuenta que para las zonas rurales de Colombia el IRCA para el 2015 fue del 45.2 % con riesgo alto.

En consecuencia a esta problemática han sido diseñados estudios a nivel microbiológico que posibilitan identificar los focos de contaminación de patógenos y las medidas para controlar su crecimiento dentro de las redes de abastecimiento y captación del agua para consumo humano, sin embargo, el incumplimiento de las actividades de monitoreo y vigilancia señaladas por el Ministerio de Protección Social (2007) en el Artículo 8 del Decreto 1575 ha ocasionado que los

habitantes del pueblo de Berlín administren desde La Asociación de usuarios de servicios colectivos de Berlín (AUSCOBER) el servicio de acueducto aún sin tener las instalaciones requeridas para prestar de manera idónea el servicio de agua potable, en cuanto al sistema actual de distribución es de resaltar el compromiso que deben tener los prestadores del servicio en el pueblo como lo indica el Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) en el artículo 9 de la resolución 2115 y el Congreso de Colombia (1994) en la Ley 142 para la prestación de servicios públicos domiciliarios.

En este sentido, es preponderante el análisis bacteriológico del agua que consumen los habitantes de zonas rurales donde el IRCA muestra la baja calidad del agua y permite inferir las posibles consecuencias e implicaciones que esto trae a la poblaciones, por ello, la participación del Licenciado en Biología es clave pues desde sus conocimientos puede diagnosticar las condiciones en las cuales está su entorno y proponer soluciones en la medida en la cual vaya encontrando las fuentes de cambios negativos, para este caso cuantifica e identifica las especies de bacterias que se encuentran en el agua y que representan un alto riesgo para la salud. Además, a través del pensamiento hipotético deductivo lograría reconocer las problemáticas asociadas a la contaminación microbiológica del agua y a la propagación de enfermedades dentro del lugar donde se encuentra, actuando desde su quehacer como investigador y como maestro en los procesos de divulgación y capacitación a la comunidad. En tal caso, la inclusión del maestro de biología en un contexto rural posibilita comprender la contaminación bacteriológica del agua con una perspectiva más amplia a parte de la mirada bajo el microscopio o los conocimientos disciplinares, por lo que, la interacción con la comunidad representa un paso importante para entender los problemas de orden sanitario como un fenómeno sistémico que compromete a todos los habitantes de la zona, sus actividades económicas, culturales y sociales.

Por tanto, el presente Trabajo de Grado está dirigido al corregimiento de Berlín perteneciente al municipio de Samaná debido a la baja calidad microbiológica del agua potable que posee este lugar al ser una zona donde el acceso al agua potable es limitado debido a la lejanía que sostiene con la cabecera municipal, a la escases de recursos, a la falta de conocimiento por parte de la comunidad sobre la administración del servicio y a los factores contaminantes de las quebradas de donde es captado el líquido para el suministro del pueblo. El lugar cuenta con menos de 1000 habitantes dentro de los cuales hay una gran cantidad de personas vulnerables ante enfermedades ligadas a la mala calidad del agua por lo que existe un riesgo significativo para la salud. Del mismo modo, las prácticas de agropecuarias están vinculadas con los vertimientos de heces fecales de ganado, abonos orgánicos y material contaminante, lo cual implica que las quebradas aumenten su carga microbiana y predominen bacterias nocivas para el hombre como *Escherichia coli*, y *Enterobacter sp.*

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la posibilidad de realizar un análisis bacteriológico del agua que consumen los habitantes de este corregimiento y disminuir los puntos de contaminación microbiológica donde aumenta la carga microbiana, para que sus habitantes reconozcan la situación que están viviendo y puedan llegar a tomar medidas correctivas en las prácticas que comprometen la calidad del agua, ello con la ayuda de talleres interactivos acerca de la prestación del servicio e inclusión de conocimientos útiles sobre el proceso de desinfección,

buenas prácticas de manejo y uso, ampliando las posibilidades de aprovechamiento del líquido y reduciendo los riesgos que representa la contaminación microbiológica del agua para los Berlineses. Ligado a esto, los talleres constituyen la estrategia a través de la cual se pretende desarrollar el proceso de diálogo con las personas para tomar como punto partida la cotidianidad y los hábitos que tienen en torno al uso del agua, siendo el maestro mediador y orientador del reconocimiento de la problemática central en medio de las ideas y conocimientos aportados por los habitantes de Berlín, del mismo modo, los aportes de este trabajo hacia la comunidad de Berlín constituyen una herramienta clave en cuanto a el conocimiento de la calidad microbiológica del agua, las medidas a tener en cuenta para su consumo y la garantía de algunos derechos fundamentales, de segundo y tercer orden, así mismo, el desarrollo de esta propuesta contribuye con la expansión del alcance que tiene la línea de investigación de Biodiversidad, Biotecnología y Conservación del departamento de biología de la Universidad Pedagógica Nacional, debido a que aparte de abarcar las áreas de microbiología, educación ambiental y biología también está ligado al trabajo con la comunidad, la sanidad ambiental y la calidad del agua.

## 4.0 Objetivos

### 4.1 Objetivo general

- Analizar las características bacteriológicas que posee el agua de consumo humano del corregimiento de Berlín en Samaná Caldas y su incidencia en la población.

### 4.2 Objetivos específicos

- Inferir los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca de la calidad del agua, su uso y protección.
- Reconocer los puntos de contaminación microbiológica que poseen las fuentes de abastecimiento de agua del corregimiento de Berlín.
- Cuantificar las Unidades formadoras de colonias de *Pseudomonas aeruginosa*, Coliformes totales y de *Escherichia coli* presentes en el agua que consumen los habitantes del corregimiento de Berlín.

## 5.0 Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo es necesario establecer un marco de referencia y abordar las investigaciones hechas por varios autores alrededor de la calidad del agua para consumo humano y del análisis microbiológico de la misma, por ello, en los siguientes apartados se hará una revisión sobre dichos temas desde el ámbito internacional al nacional abordando trabajos de grado, tesis de maestría o doctorados junto con libros y artículos científicos.

### 5.1 Antecedentes Internacionales

En primer lugar, es importante contemplar el trabajo realizado por Alcántara da Silva, Guimarães & Aparecida (2017) titulado Análisis socioambiental y microbiológico del agua en Trechos de Microbacia en la ciudad de Río de Janeiro municipio de Barreras estado de Bahía, que tuvo como objetivo principal analizar el agua como factor de riesgo para la salud de los consumidores, con una metodología que inició con evaluando la situación ambiental de 11 comunidades con 175 familias y 675 habitantes (Chico Preto, Lavras, Canto Grande, Retiro, Alto Alegre, Lameirão, Alto daTelha, Vau do Teiú, Sambaíba, Pedra de Amolar y Vau Novo) a través de cuestionarios semiestructurados, para después realizar análisis microbiológico del agua en la comunidad de Pedra de Amolar, donde fueron tomadas tres muestras de agua por semana durante los meses de mayo y junio de 2015, en el análisis fueron empleados los métodos Quant Tray 2000, sistema Colilert para coliformes fecales y *Escherichia coli*. Dentro de los resultados los autores encontraron que sólo el 3% de la población cuenta con estudios de educación superior, que el 26 % no cuentan con ningún nivel educativo, en cuanto al agua, hallaron que el 47 % de la población consume agua dulce sin ningún tratamiento, el 37 % agua filtrada y el 16 % agua colada, además, que ninguna familia hierve el agua para disminuir el riesgo de enfermedades asociadas a bacterias. Otro aspecto relevante es que las personas toman el agua del río directamente para el consumo sin ninguna medida de tratamiento estando expuestos a los cambios que la escorrentía y las excretas de animales traen a la calidad microbiológica del agua. Los resultados mostraron que el 62.5 % de las muestras tomadas presentaron límites de coliformes termotolerantes superiores a 1000 UFC por cada 100 ml que refleja un alto riesgo y contaminación del agua que consume la población. Partiendo de lo realizado por estos autores se concibe que los estudios socioambientales acerca, del Saneamiento básico y de la distribución de la población puede servir como base para realizar el análisis bacteriológico del agua que consumen los habitantes del corregimiento de Berlín para abordar el problema de la calidad del agua desde lo social y científico, ya que, al identificar estas condiciones puedo conocerse más la situación actual que viven los habitantes de este lugar y establecerse acciones que permitan el conocimiento sobre sus derechos frente al consumo doméstico del agua.

Del mismo modo, Lösch & Merino (2016) en su trabajo Presencia de *Legionella spp.* En depósitos domiciliarios de agua potable en Resistencia, Chaco, Argentina, mencionan que el

objetivo para realizar esta investigación fue detectar por cultivo la presencia de *Legionella spp*, para tal fin fueron tomadas 32 muestras durante los meses de abril y diciembre de 2015, la detección en cultivo fue realizada a partir de la norma ISO 11731 de 1998 e inició a partir de un muestreo en los grifos de los tanques de almacenamiento de cada hogar, donde el volumen de un litro fue tomado y estuvo en cadena de custodia para realizar la detección y garantizar la viabilidad de las muestras. En 12 de las muestras fueron aisladas cepas del microorganismo obteniendo concentraciones en promedio de  $1.4 \times 10^3$  UFC/L. Los autores señalan la importancia de las adecuadas concentraciones de cloro para evitar la proliferación de este patógeno, debido que, en los lugares muestreados hubo bajas concentraciones de desinfectante por lo que fue favorecido el crecimiento del microorganismo y la formación de biopelículas en las redes de distribución, pudiendo aumentar el riesgo de afectaciones como la enfermedad del legionario o la fiebre de Pontiac. La adopción de procesos estandarizados para el análisis microbiológico en sus diferentes etapas supone un mayor grado de exactitud en los procedimientos realizados y mayor credibilidad en los resultados obtenidos, por tal motivo, para esta investigación es de suma importancia adoptar estándares que permitan llevar a cabo los análisis de una manera controlada y rigurosa como lo hicieron Lösch & Merino (2016).

A la vez, Romeu *et al;* (2012) en su trabajo titulado Calidad microbiológica de las aguas del río Luyanó realizado en La Habana, Cuba concentraron esfuerzos en determinar la magnitud de los indicadores fisicoquímicos y evaluar la calidad microbiológica del agua del río Luyanó, debido a que este cuerpo de agua recibe vertimientos de aguas residuales y además es centro de prácticas recreativas y agropecuarias, por lo cual el uso de esta agua representa un riesgo para la salud de quienes la utilizan. Para llevar a cabo este proceso fue necesario realizar ocho muestreos durante dos años en tres estaciones de muestreo en un tramo de 5 Kilómetros donde fueron tomados como parámetros in situ pH y temperatura, para el análisis de laboratorio se empleó la técnica de filtración por membrana para *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes. El tratamiento estadístico fue realizado a través de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Cochran-Bartlett, los autores mencionan que durante los dos años de muestreo los valores de los coliformes en las temporadas lluviosa y de verano no tuvieron mayor variación a diferencia de *E. coli* que en los períodos lluviosos incrementaba su valor hasta exceder los límites permisibles por la legislación sanitaria de Cuba, las concentraciones de estos microorganismos oscilaron entre  $1.1 \times 10^4$  a  $5.7 \times 10^6$  UFC / 100 ml. Con lo anterior, pudo concluirse que el agua del río Luyanó no es apta para uso recreativo y mucho menos agrícola, puesto que, refleja una alta carga microbiana y por ende un riesgo sanitario inminente.

Paralelo a ello, Pajares (2002) aborda la calidad microbiológica del agua desde su trabajo Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana, argumenta la importancia de los estándares de calidad del agua para consumo humano, en ellos resalta la inocuidad de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Por ello, plantea como objetivos de su trabajo mejorar los requisitos existentes para perfeccionar los estándares de calidad del agua de uso doméstico, aislar microorganismos indicadores de la calidad del agua y evaluar esta cualidad en el agua de Lima Metropolitana, la metodología empleada consistió en una inspección higiénico-sanitaria, un muestro con la toma de 224 muestras en el sistema de almacenamiento y distribución en varios inmuebles, 56 muestras

tomadas en pozos y el análisis microbiológico orientado desde los Métodos Estándar APHA 1995, el estudio fue realizado entre los meses de junio y diciembre del año 2000, también, los métodos de recuento en placa fueron usados para la numeración de coliformes totales, fecales, su numeración de *Streptococos* fecales y *Enterococos*, junto con la detección y conteo de *Pseudomonas aeruginosa* fue usado nuevamente el método de Tubos múltiples. Como se resultados se obtuvo que la contaminación microbiológica del agua fue evidente en las zonas de almacenamiento de cada inmueble, el 17.86 % de muestras resultó con presencia de coliformes fecales en el 52.50 % de muestras y coliformes totales en un 70%, encontró *Pseudomonas aeruginosa* en el 8.03 % de las muestras de inmuebles y en el 44.4 % halló *Pseudomonas a* y coliformes, para *Streptococos* fecales el agua contó con un 6.23% estando asociado a coliformes con un 78.57 %. Teniendo en cuenta la forma en que Pajares (2002) diseña la metodología es de resaltar el orden y en que establece su ruta de trabajo debido a que primero inspecciona las instalaciones de distribución y abastecimiento del agua en los inmuebles, tomando los resultados de su observación posteriormente selecciona los puntos críticos para realizar el muestreo y posteriormente el análisis de laboratorio a cada una de las muestras partiendo de los microorganismos indicadores que establece la legislación de Perú y otros que son descubiertos como *P. aeruginosa* que podrían tomarse como indicadores en nuevos estudio. Tomando como guía la observación preliminar de las instalaciones, fuentes de abastecimiento, lugares de almacenamiento y distribución en el presente trabajo puede diseñarse de mejor manera el muestreo al denotar un orden secuencial para primero diagnosticar las condiciones del sistema de agua, muestrear y realizar el análisis de laboratorio teniendo en cuenta las condiciones del lugar del estudio.

En el mismo campo, Maciel *et al;* (2006) plantea el análisis de microorganismos patógenos desde su trabajo Ocurrencia de *Pseudomonas aeruginosa* en agua potable donde planteó como objetivo determinar la ocurrencia de esta bacteria en el agua potable de la ciudad de Bandeirantes del estado de Paraná. Para cumplir con ello, emplearon un muestreo aleatorio en las zonas de distribución primaria y secundaria obteniendo 413 muestras en los meses de febrero y noviembre de 2003. En cuanto, a la identificación bacteriana para *P. aeruginosa* fue empleada la técnica de Membrana filtrante, los coliformes fecales fueron analizados con la técnica de Tubos múltiples, finalmente para verificar la legitimidad de las técnicas fueron empleadas pruebas de cito romo oxidada, tinción de Gram y sistema de identificación BBL cristal. Como resultados se observó que no había presencia de coliformes y que 31 muestras tenían *P. aeruginosa* en la zona de distribución primaria y 12 en la secundaria, por lo que las 12 muestras tomadas de la zona secundaria fueron inaceptables microbiológicamente ya que tenían presencia del patógeno. Para el presente trabajo es importante adoptar el muestreo aleatorio y una cadena de custodia para la toma y traslado de las muestras como el que menciona Maciel *et al;* (2002) ya que de asegurarse el trabajo en campo se estarían reduciendo los riesgos de contaminación de las muestras y la alteración de las mismas.

## 5.2 Antecedentes Nacionales

Después de haber abordado las investigaciones realizadas en microbiología del agua para consumo humano a nivel internacional es necesario centrarse en los estudios realizados en Colombia sobre este tema, durante los siguientes apartados se examinarán las investigaciones realizadas por varios autores a nivel nacional y posteriormente a nivel local o regional. En este sentido, el Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) indican en la resolución 2115 los límites permisibles para las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo humano donde además aparecen los valores y cálculos para calcular el índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano, además, se indica la frecuencia de muestreos para revisar características fisicoquímicas y microbiológicas en las poblaciones de acuerdo a su tamaño empezando desde 2500 o menos habitantes hasta mayores a 4.000.000. Los valores de E. Coli y coliformes totales establecidos corresponden con rango de detección desde 1 UFC hasta 100 UFC / 100 ml para la técnica de filtración por membrana o 1 microorganismo por 100 ml de muestra con un límite de confianza del 95 %, sin embargo, en el párrafo 1 del artículo 11 indican que como prueba complementaria puede realizarse detección de microorganismos mesofílicos cuyo valor máximo permitido será de 100 UFC / 100 ml, mientras que, en el párrafo 2 está señalado que ninguna muestra para consumo humano debe poseer E coli. Entendiendo ello, para la presente investigación estas cifras serán tomadas en cuenta al momento de realizar los análisis de laboratorio y llevar a cabo el debido tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

Más recientemente, Petro & Wees (2014) en su investigación llamada Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco en el departamento de Bolívar tuvieron como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua consumida en el municipio de Turbaco, tomaron muestras en 9 estaciones diferentes midiendo parámetros In situ y siguiendo los lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Salud en el Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. Para realizar el trabajo en laboratorio se siguieron las técnicas de Standard Methods (SM) edición 22 del 2012, para el análisis microbiológico se empleó la técnica de filtración por membrana, en consecuencia, los resultados obtenidos mostraron que de las nueve estaciones en 4 el 44.4 % mostró presencia de coliformes totales por lo que el agua en estas estaciones no es apta, encontrándose en la estación número 7 para coliformes totales 30 UFC/100ml y 21 UFC en coliformes fecales. Ello indicó que los niveles bajos de cloro residual están asociados con la carga microbiana del agua y sobre todo con la contaminación por materia fecal lo cual hace que el agua del municipio de Turbaco no cumpla con los límites establecidos en la resolución 2115 de 2007, además, los parámetros fisicoquímicos también mostraron incumplimiento con lo exigido en la resolución. Los autores trabajaron desde documentos oficiales de las entidades encargadas de la vigilancia del agua para adoptar los procedimientos más adecuados en el trabajo de muestreo y laboratorio, ello muestra lo relevante que es tener conocimiento de la legislación nacional e incluso de la estandarización que se tiene para realizar análisis al agua de consumo, por lo que es pertinente situar este trabajo

dentro de la normatividad correspondiente y los procedimientos señalados por las autoridades competentes.

Análogamente, Burgos, Aleán & Estrada (2018) en el trabajo titulado Evaluación de las características fisicoquímicas y Microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba-Colombia se concentraron en evaluar la calidad del agua que consumen los habitantes de dicho corregimiento antes y después de la optimización de la infraestructura del acueducto comunitario, fueron realizados un total de siete muestreos (3 antes y 4 después de la mejora en las instalaciones), en los primeros muestreos las muestras tomadas presentaron un IRCA del 86.11 % que indicaba la inviabilidad sanitaria del agua, el proceso fue ejecutado en cuatro fases, la primera de reconocimiento, la segunda una campaña de muestreo, la tercera análisis de laboratorio y la cuarta tratamiento y análisis de resultados, los parámetros para determinar la calidad del agua fueron evaluados por medio de las metodologías de APHA (2012), a su vez, las muestras se tomaron según el artículo 2 de la resolución 0811 de 2008 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la bocatoma, entrada y salida del acueducto junto con cuatro viviendas, en los primeros muestreos en las viviendas 3 y 4 encontraron entre 10 a 11 UFC /100 ml de coliformes totales y sólo en la vivienda 4 coliformes fecales (4UFC/100ml), para el quinto muestreo la concentración de coliformes aumentó en la vivienda 4, de manera, que sólo en los dos últimos muestreos el agua de los puntos no presentó coliformes y sus propiedades fisicoquímicas correspondieron con los límites permitidos en la resolución 2115 de 2007 y con un IRCA de 0.0 %, por lo que sus características fueron aceptables para el consumo de los habitantes de Jaraquiel. Partiendo de la fase de reconocimiento y la manera como los autores realizaron los muestreos, para este proyecto se concibe que es importante seguir las indicaciones del artículo 2 de la resolución 0811 de 2008, ya que, los puntos establecidos para el muestreo permiten diagnosticar la calidad del agua desde la fuente de captación hasta las viviendas que reciben el agua a través de la red de distribución, pudiendo así, hallar las zonas de contaminación microbiológica desde las quebradas que alimentan el acueducto hasta los lugares donde es consumida el agua.

Por otro lado, Ríos, Agudelo & Gutiérrez (2017) realizaron el trabajo llamado Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano para describir los principales microorganismos indicadores empleados para la evaluación del agua potable, los autores enfatizan en que las metodologías empleadas para la detección de contaminación microbiana del agua suelen ser costosas por lo que el uso de organismo indicadores facilita el proceso de evaluación en laboratorio, emplearon la revisión de literatura y el análisis de contenido como técnicas para localizar la información pertinente en las bases de datos Pubmed, Springerlink y Science Direct, en orden de seleccionar y contrastar los artículos acerca de la diversidad de microorganismos que son empleados como bioindicadores de la calidad del agua. Dentro de los resultados hallaron que especies como *E. coli*, *Enterococos*, son los más empleados sin embargo, cuentan que debido a la alta diversidad de bacterias, virus, microhongos y protozoos que puede albergar el agua la selección de indicadores resulta compleja, por lo que el monitoreo de la calidad microbiológica no debe solamente basarse en la presencia de especies conocidas ya que otras pueden estar presentes sin ser detectadas, al tiempo que la selección de

los microorganismos debe basarse no sólo en los bajos costos sino en su eficiencia como indicadores, pudiendo optimizar el diagnóstico el uso de especies como *Pseudomonas spp*, *Streptococos* fecales, *Norovirus* y *Cryptosporidium*. Tomando lo mencionado por Ríos, Agudelo & Gutiérrez (2017) es de resaltar que no es pertinente determinar la calidad del agua solamente a través de los indicadores establecidos sino que es importante también verificar la presencia de microorganismos con potencial patógeno, por ejemplo *Pseudomonas spp* no es empleada como indicador pero su capacidad para resistir a la desinfección con cloro implica que su detección sea necesaria para plantear métodos de control y desinfección más efectivos con el objetivo de prevenir la aparición de enfermedades.

La calidad del agua para consumo humano está ligada a la idoneidad de sus características y que la alteración de estas causa afectaciones a la salud de quienes la consumen, desde una diarrea aguda hasta un cólera pueden generarse patologías con diferente potencial epidémico, por lo que también están asociadas al aumento en la tasa de morbilidad en las poblaciones con un Saneamiento básico deficiente, por tanto es importante abordar la investigación realizada por Guzmán, Nava & Díaz (2015) quienes analizaron la calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad desde el trabajo titulado La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia 2008-2012 donde emplearon un análisis estadístico para analizar la relación entre la base de datos de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia (SIVICAP), la mortalidad infantil y la Morbilidad por enfermedad diarreica aguda (Estadísticas del DANE) como parte de este análisis los autores realizaron un mapa de riesgo con las zonas con alta mortalidad infantil y con alto riesgo de contaminación del agua. La presencia de *E. coli*, de coliformes totales y la ausencia de cloro residual libre fueron los factores más críticos en zonas rurales donde la población infantil posee una mayor mortalidad con respecto al consumo de agua en condiciones inaceptables desde el punto de vista sanitario. En los resultados también se indicó que las muestras analizadas para *E coli* variaron entre 72 % y 77 % mientras que para los coliformes oscilaron entre 60 y 67 % mostrando así que las muestras analizadas poseían trazas de materia fecal y fallas en el sistema de acueducto que causaron contaminación por materia orgánica, además, fue usado el Índice de riesgo de la calidad del agua para las 211407 muestras tomadas entre 2008 y 2012 para 1067 municipios donde el 57.7 % de muestras no presentó riesgo, el 1.5 % con riesgo bajo, el 22.4 % con riesgo bajo, el 22.4 % con riesgo alto y el 7.8% sanitariamente inviables. El empleo de la base de datos SIVICAP es una estrategia útil para conocer el estado de los municipios del territorio nacional alrededor de la vigilancia de la calidad del agua, pues la inspección de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos está documentada y consolidada desde los muestreos hasta los resultados de los mismos, por ello, el uso de esta base de datos junto con las estadísticas proporcionadas por entidades como el DANE sobre enfermedades ligadas al saneamiento básico posibilita establecer conjeturas entre las situaciones de riesgo que implica el incumplimiento de la legislación sanitaria y las enfermedades que implican aumento en la morbilidad de las poblaciones.

No obstante, Varon (2014) en su trabajo Uso de las plantas de tratamiento de agua potable en acueductos rurales realiza una identificación a los factores que determinan las decisiones de uso de las plantas de tratamiento de agua potable en las zonas rurales en el municipio El Retiro perteneciente al Departamento de Antioquia, para ello fue necesario que durante el proceso

investigativo se establecieran grupos focales para determinar si los señalados factores (ambiental, tecnológico, salud, social, económico y financiero e institucional) corresponden con el uso de plantas de tratamiento de agua potable en las comunidades rurales, así como con los operadores de los acueductos de cada vereda del Retiro. Fueron realizadas 312 encuestas dentro de los 15 acueductos veredales del lugar, acompañadas de un indicador de empoderamiento diseñado para medir la capacidad que las comunidades tenían en cuanto a la autonomía en el manejo del acueducto, para establecer relaciones de causalidad entre los factores mencionados y el uso de plantas de tratamiento se empleó la metodología de construcción de modelos de respuesta discreta, como resultados es importante resaltar que el factor económico es el más influyente para que las comunidades posean sistema de tratamiento del agua que consumen, al igual que el pago del servicio es necesario para garantizar el funcionamiento las instalaciones encargadas de tratar el agua, del mismo modo, el factor ambiental ya que a través de este se asegura que el agua no represente riesgos para la salud por lo que el empoderamiento de las personas sobre la protección y vigilancia de las fuentes hídricas garantiza la no existencia de riesgos o peligros asociados al consumo. El empleo del indicador de empoderamiento mostró que las instituciones sanitarias encargadas no trabajan de la mano con las comunidades por lo que la participación e inclusión de estas es escasa a la hora de abordar el tema del derecho al agua potable y de las implicaciones que tiene para la salud el consumo de agua sin tratamiento y con un riesgo significativo. Lo realizado por Varón (2014) muestra el empleo de técnicas e instrumentos como la encuesta y la selección de grupos focales para realizar una indagación completa acerca del estado de los acueductos veredales en El Retiro, para el presente trabajo es pertinente adoptar el empleo de instrumentos y técnicas similares a las empleadas por este autor debido a que permiten recolectar información importante sobre el estado de las comunidades al contemplar los factores tecnológico, ambiental, salud, institucional, económico y financiero como aquellos que se encuentran relacionados con el uso de plantas de tratamiento de agua potable y con la conexión existente entre las comunidades y el saneamiento básico en sus lugares de residencia a través del empoderamiento sobre el agua, su protección y cuidado.

Del mismo modo, Barahona, Luna & Romero (2017) en su investigación Calidad bacteriológica del agua de los ríos Manaure y Casacará, Departamento del Cesar, Colombia desarrollan una caracterización bacteriológica con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica de los ríos Manaure y Casacará en las temporadas de lluvia y verano, a partir de las concentraciones de coliformes totales, coliformes fecales, enterococos fecales, *Pseudomonas aeruginosa* y *Salmonella sp*, este estudio es motivado por el cambio en la calidad de las aguas de los ríos del Departamento del Cesar puesto que están frecuentemente expuestos a contaminación por aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales y además abastecen distintos asentamientos rurales a lo largo de su cauce. En cada uno de los ríos se establecieron seis estaciones de muestreo ordenadas en orden ascendente, en campo durante los muestreos fueron medidos parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad) con ayuda de una sonda multiparamétrica, las muestras estuvieron bajo cadena de custodia y llevadas al laboratorio en un tiempo de seis horas. Empleando en método de sustrato definido fueron medidos los coliformes fecales y coliformes totales, así como enterococos fecales, *Salmonella sp*, *Pseudomonas aeruginosa*, posteriormente el análisis estadístico fue realizado desde un ANOVA y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comparar la distribución de las variables

microbiológicas y un análisis Clúster para determinar el grado de similitud entre los muestreos realizados de los ríos. Como resultados se obtuvo que la concentración de coliformes totales fue de 1986.3 NMP/100 ml, para coliformes fecales 85.6 NMP /100 ml para el río Manaure, donde en la estación seca o de verano fueron mucho más altos que en los períodos de lluvias, por su parte, para enterococos fecales fue de 79.6 NMP/100 ml y para *Pseudomonas aeruginosa* de 14.4 NMP /100 ml en temporadas secas lo cual indica que estos microorganismos aumentan su concentración en tiempo de lluvias, del mismo modo, para el río Casacará la cantidad de coliformes totales fue alta con 2419.2 NMP/ 100 ml en tiempo de sequía mientras que en los meses lluviosos la concentración de coliformes fecales fue alta con 118.6 NMP /100 ml, *P. aeruginosa* y enterococos fecales presentaron niveles más bajos en comparación con el río Manaure, lo anterior muestra que las aguas de estos ríos están contaminadas en sus cuencas bajas como consecuencia a la intervención antrópica por lo que su uso se limita a en esta área. El tratamiento estadístico usado por los autores posibilita comparar diferentes zonas de muestreo y a la vez hallar la similitud entre estas brindando así un análisis específico sobre la calidad del agua y su variabilidad alrededor del recorrido de los ríos, además, se confirma que la contaminación hídrica como impacto ambiental va aumentando conforme los causes van acercándose a las poblaciones humanas.

Simultáneamente, Díaz & Granada (2016) en el trabajo titulado Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del Río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, señalan que los vertimientos de aguas residuales domésticas y de aguas residuales industriales impiden el uso doméstico del agua, además, que interaccionan negativamente con la dinámicas ecológicas afectando los ecosistemas que atraviesa el río, para orientar el desarrollo de la investigación plantearon como objetivo determinar los efectos de las actividades antrópicas de su municipio sobre la características fisicoquímicas, la metodología empleada constó con un muestreo es 9 estaciones cercanas al nacimiento del río y 3 Km debajo de la primeras zona, siendo las primeras áreas muestreadas menos intervenidas conforme iban descendiendo, de manera que, la segunda muestra fue tomada en cercanías a cultivos de papa, la tercera en la entrada de Villapinzón, la cuarta y quinta en el casco urbano, la sexta en la cabecera municipal, la séptima en medio de vertimientos de curtiembres, la octava en el cercanías a la curtiembre más grande y la novena en a distanciada a 590 m de la anterior. En cada punto se realizó muestreo integral de acuerdo con lo establecido por los protocolos del INS y el IDEAM el día 11 de diciembre de 2014, las muestras tuvieron cadena de custodia hasta que fueron entregadas al laboratorio de Calidad del agua del Instituto Nacional de Salud, las variables microbiológicas analizadas fueron *Escherichia Coli*, coliformes totales, *Enterococcus faecalis* y *Pseudomonas aeruginosa*, también sustancias de interés sanitario como metales pesados (Hg, Cr, Pb). Los resultados obtenidos reflejan que a medida que va avanzando el río desde su nacimiento la contaminación va aumentando por la constante recepción de vertimientos sin ningún tipo de tratamiento o al menos uno eficiente, la presencia de *E. coli* en todas las estaciones y *P. aeruginosa* lo cual evidencia la contaminación por heces fecales que tiene esta agua, los valores de *E. coli* exceden los límites permisibles por la legislación colombiana, resaltan también que después de atravesar el municipio el agua es empleada para el riego de cultivos de papa y hortalizas, el hallazgo de los valores en estos microorganismos está asociado a enfermedades como la enfermedad diarreica aguda (EDA) en menores de 5 años porque la infección bacteriana

es su segunda causa, del mismo modo, argumentan que la EDA es la segunda causa de morbimortalidad en la población menor de 5 años tomando como punto de partida al Instituto Nacional de Salud (2012), un último aspecto a analizar es el inminente riesgo por las altas concentraciones de cromo que causan problemas en la salud de horticultores, campesinos y demás personas que mantienen contacto con el agua. De lo realizado por Díaz & Granada (2016) es importante para el desarrollo del presente proyecto adoptar la consulta a bases de datos e información sobre la calidad del agua y los riesgos del saneamiento básico deficiente que brindan entidades como La OMS o el INS, también en relación con la escogencia de los puntos de muestreo ya que el orden en que fueron tomadas las muestras permitió visualizar los cambios en las características analizadas desde valores naturales hasta aquellos que evidenciaron la contaminación por vertimientos domésticos e industriales.

Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental (2016) realizaron el quinto informe sobre el estado de la vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano año 2015 con el objetivo de publicar los resultados generales, del análisis de la información de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano año 2015, registrada por las Direcciones Territoriales de Salud-DTS, y consolidada en el Sistema de Información SIVICAP WEB, donde se evidencia la calidad del agua que consumieron los colombianos y los niveles de riesgo de la misma a partir de la comparación de la información consignada en el SIVICAP y los parámetros establecidos por el Ministerio de Protección social (2007) en el decreto 1575.

A través de la información proporcionada por las entidades de vigilancia y control de la calidad del agua los autores realizaron estimaciones contrastando el total de la población a nivel nacional (48.2 millones de habitantes) con la cobertura de los estudios sanitarios realizados en el año 2015. Los resultados mostraron que en Colombia 30.2 millones (66.9 %) de los habitantes consumieron agua potable, 4.9 millones (11.3%) consumieron agua segura, 5.5 millones (7.2 %) consumieron agua con bajo tratamiento o protección y 2.6 millones (6%) utilizaron agua cruda. Además, en las zonas rurales de un total de 11.4 millones de personas se vigiló a 7.2 millones cerca del 62.3 % faltando 4.2 millones, sin embargo, lo preocupante es que del total de la población rural que fue vigilada por las entidades sanitarios sólo el 25% (1.8 millones) consumió agua potable, agua segura el 16.7 % (1.2 millones), agua en bajo tratamiento el 40.2 % (2.9 millones) y agua directa de la fuente el 18.1% (1.3 millones). En cuanto al Índice de riesgo para la calidad del agua IRCA para las zonas urbanas alcanzó un 9.6% correspondiente a riesgo bajo mientras que en las zonas rurales un 45.2 % clasificado como riesgo alto, sin embargo, los autores argumentan que la mejora a la calidad del agua en Colombia mejoró en comparación con el año 2014 a pesar de que el agua de las ciudades principales mantiene una marcada diferencia en la calidad con respecto a las zonas rurales y periféricas del país. No obstante, para el departamento de Caldas el SIVICAP mostró un IRCA de riesgo alto en 24 (88 %) municipios y en 3 (11.1 %) en riesgo medio, centrándose más en el municipio de Samaná el IRCA mostró 56.8 % de riesgo en todo el municipio, en la zona urbana un 11.29 % con riesgo bajo y en las zonas rurales 66.73 % con riesgo alto. Lo anterior señala el estado de la calidad del agua en las zonas rurales de Colombia no es muy buena e implica riesgos para la salud teniendo en cuenta que el IRCA involucra parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, por ello, para el presente documento el empleo del IRCA y los valores establecidos por el Ministerio de Protección social

(2007) en el decreto 1575 para los microorganismos presentes en el agua se hace preponderante como puntos de referencia y orientación.

## **6.0 Marco teórico**

Después de haber observado las investigaciones relacionadas con los análisis de calidad del agua es pertinente abordar los conceptos que estructuran el presente trabajo, por ello, a continuación, se tendrán en cuenta las perspectivas de diferentes autores en orden de examinar los puntos de convergencia entre cada definición y establecer cómo serán concebidos para el proceso investigativo.

### **6.1 Marco teórico disciplinar**

#### **6.1.1 Calidad del agua en los ríos de Colombia**

En Colombia uno de los recursos naturales más abundantes es el agua, la cantidad de ríos y fuentes de agua dulce oferta grandes volúmenes para la subsistencia de los ecosistemas y las comunidades humanas, sin embargo, las fuentes hídricas se encuentran amenazadas por la contaminación, manejo inadecuado y uso no controlado. Para monitorear la calidad del agua de ríos y otros cuerpos loticos es usado el Índice de calidad del agua (ICA) y el Biological monitoring working party (BMWP), donde a partir de la observación de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y de la ocurrencia de macroinvertebrados acuáticos es apreciada la calidad del agua a distintos niveles, junto con las posibles fuentes contaminantes o alteraciones a las cuales está sujeto el líquido.

Guadrón (2016) señala que Colombia posee un potencial hídrico tres veces mayor al promedio de países suramericanos y seis veces mayor al mundial, esta amplia riqueza en agua es producto de cuatro vertientes principales Caribe, Pacífico, Orinoco y Amazonas, estando el 70 % de la población situado en la vertiente del Caribe sobre las cuencas del río Magdalena y del río Cauca las más representativas, por lo que, también reciben los vertimientos de origen doméstico e industrial. El fenómeno de la contaminación afecta a los departamentos de Caldas, Tolima localizados en la cordillera central y al departamento de Nariño en la cordillera occidental. En varias zonas del país los metales pesados y los metaloides constituyen una preocupación significativa por su presencia en los ríos y fuentes donde es captada el agua para uso doméstico, en el municipio de California del departamento de Santander los elementos sulfurados, los minerales del suelo y los sedimentos aportan grandes cantidades de arsénico al agua que consumen en la zona, algo parecido ocurre en el noroccidente de Caldas donde los ríos con cambios estacionales presentan arsénico en concentraciones desde los 10 mg hasta los 1400 mg por kilogramo de sedimentos entre las épocas secas y de lluvia siendo esta última la de mayor concentración. Igualmente, la polución de mercurio convierte a Colombia en el país con mayores cifras percapita en el mundo con los departamentos de Bolívar y Antioquia mayormente afectados.

La turbiedad es una de las características más empleadas para determinar la calidad del agua, ya que, puede ser indicio de sólidos disueltos y otros agentes físicos que aumentan las unidades

nefelométricas disminuyendo el ingreso de los rayos del sol a la zona fótica y demás estratos donde los organismos clorofílicos realizan la fotosíntesis para la producción de oxígeno disuelto que sustentará la red trófica acuática, el autor además señala que los ríos colombianos presentan una elevada turbidez debido a las condiciones geomorfológicas que aumentan los procesos de colmatación y arrastre de sedimentos, no obstante, menciona que la contaminación por vertimientos industriales y domésticos incide significativamente en las propiedades físicas sólidos disueltos y turbidez, siendo la temperatura la única que presenta valores permisibles dentro de la legislación correspondiente.

Las características químicas muestran estabilidad y rangos aceptables, por ejemplo el pH, la demanda biológica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el oxígeno disuelto cumplen las concentraciones y valores permitidos, pese al uso de agroquímicos y al aporte de materia orgánica procedente de vertimientos en general, por otro lado, los niveles de coliformes fecales muestran que los ríos son por excelencia fuentes de vertimientos de aguas residuales domésticas donde la calidad microbiológica del agua la excluye de ser empleada para consumo humano, en contraste, el BMWP mostró que las aguas del territorio colombiano están ligeramente contaminadas porque sus características fisicoquímicas y microbiológicas limitan el crecimiento de comunidades de macroinvertebrados con requerimientos ecológicos específicos, además, el ICA corresponde con agua altamente contaminada, de manera, que las alteraciones antropogénicas inciden fuertemente en la calidad que poseen los cuerpos hídricos y restringe su uso.

La calidad del agua es sin duda importante ya que determina las posibilidades de uso que tiene, ya sea para agricultura, recreación alimentación debe tener las características adecuada, la variación en el pH, conductividad, nitratos o presencia de bacterias entéricas llega a limitar su uso, de allí que sea necesaria conocer que se entiende por calidad del agua y porqué son importantes los análisis realizados a este líquido. Esta cualidad puede definirse como “el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua con el contenido de las normas que regulan la materia”. (Ministerio de la protección social.,2007, Decreto 1575, p.1)

Así mismo, Guerrero, Moreno & Garduño (1982) citados por Cázares & Alcántara (2014) mencionan que la calidad del agua es el conjunto de caracteres fisicoquímicos y microbiológicos que deben satisfacerse con el objeto de que el agua que se suministra sea segura para el consumo humano. Partiendo de esta definición es de resaltar que el concepto abordado está definido en términos utilitarios para satisfacer las necesidades básicas de las poblaciones humanas, paralelo a ello el Ministerio de Ambiente, Secretaría de estado de aguas y costas & Dirección general de obras hidráulicas y calidad de las aguas (2000) afirman que el concepto de calidad del agua puede entenderse desde su funcionalidad, como la capacidad que tiene el agua para responder a los usos que podrían obtenerse de ella, al tiempo, que desde la dimensión ambiental la calidad del agua comprende las condiciones que posee el líquido para mantener equilibrados los ecosistemas y mantener la calidad ecológica de los mismos. Después de observar lo expuesto en los apartados anteriores se toma la definición de Guerrero, Moreno & Garduño (1982) como aquella que corresponde con la naturaleza del objetivo de este trabajo, ya que, el análisis

microbiológico está orientado al agua de consumo humano del corregimiento de Berlín y por ende al uso doméstico.

### **6.1.2 Legislación del agua para consumo humano en Colombia: Resolución 2115 de 2007 y decreto 1575 de 2007**

En Colombia existen dos normas específicas para el agua de consumo humano, cada una está centrada en diferentes aspectos como la prestación del servicio, las características del líquido y los controles que deben realizar las entidades correspondientes, por ello, a continuación son abordados teniendo en cuenta los puntos centrales como los límites permisibles en las características fisicoquímicas y microbiológicas, la prestación del servicio, los aspectos relacionados con la gestión del recurso y la seguridad sanitaria del mismo.

El Ministerio de Protección social (2007) generó el decreto 1575 con la finalidad de establecer un sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, en este documento están estipuladas en sus capítulos las disposiciones que deben tomar los encargados de administrar el recurso en los diferentes lugares del territorio nacional, como departamentos, ciudades y municipios partiendo de la jurisdicción de las entidades sanitarias. Es importante conocer que en el capítulo cuatro están señalados los instrumentos para garantizar la calidad del agua, los cuales son el Índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano (IRCA) , el Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano (IRABAm) y el mapa de riesgo para la calidad del agua, donde a través de la ponderación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua es obtenido el nivel de riesgo al cual se está exponiendo la población consumidora. También en los capítulos siguientes el Ministerio de Protección social (2007) indica los procesos de control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano, la realización de informes nacionales sobre el estado del agua y la actualización de las bases de datos correspondientes con el Instituto Nacional de Salud y las autoridades.

Al mismo tiempo, el Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) en la resolución 2115 vinculan aspectos del decreto 1575 siendo los límites permisibles y el cálculo del IRCA dos de los elementos más relevantes junto con el cálculo del IRABAm, por otro lado, mencionan los procesos de control de la calidad del agua para consumo humano como la frecuencia de los muestreos dependiendo el tamaño de la población, las características a analizar e incluso las actividades de vigilancia. Los autores argumentan que para las pruebas microbiológicas deben ser empleadas técnicas específicas; para coliformes totales y *Escherichia coli* las técnicas de filtración por membrana, sustrato definido, enzima sustrato y presencia- ausencia, mientras que para *Giardia* y *Cryptosporidium* el Instituto Nacional de Salud debe avalar las técnicas. Partiendo de los artículos 2,4,6,7,9 y 13 de la resolución 2115 y la relación con el IRCA se presentan las características fisicoquímicas y microbiológicas con sus respectivos valores máximos aceptables de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1. Valores máximos aceptables para características fisicoquímicas según resolución 2115 de Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).

<b>Característica</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Color aparente	15
Turbiedad	2
pH	9.0
Cloro residual libre	2.0 mg/L
Alcalinidad total	200 mg/L
Calcio	60 mg/L
Fosfatos	0.5 mg/L
Manganeso	0.1 mg/L
Molibdeno	0.07 mg/L
Magnesio	35 mg/L
Zinc	3 mg/L
Dureza total	300 mg/L
Sulfatos	250 mg/L
Hierro total	0.3 mg/L
Cloruros	250 mg/L
Nitratos	10 mg/L
Nitritos	0.1 mg/L
Aluminio	0.2 mg/L
Fluoruros	1.0 mg/L
Carbono orgánico total	5.0 mg/L

De manera diferente, son establecidos los valores máximos aceptables para *Escherichia coli* y Coliformes totales, puesto que, ello varía según la prueba empleada para su detección, por tanto, es necesario acudir al Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) específicamente al artículo 11 de la resolución 2115 donde está indicado que los valores son dados desde un intervalo de confianza del 95 % para las técnicas con capacidad de detección desde 1 UFC por cada 100 mL o de 1 microorganismo por cada 100mL, ver Tabla 2.

Tabla 2. Valores máximos aceptables para características microbiológicas según resolución 2115 de Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).

<b>Técnica</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>	<b>Coliformes totales</b>
Filtración por membrana	0 UFC/100 Cm <sup>3</sup>	0 UFC/100 Cm <sup>3</sup>
Enzima sustrato	< 1 microorganismo en 100	

	Cm <sup>3</sup>	
Sustrato definido	0 microorganismos en 100 Cm <sup>3</sup>	0 microorganismos en 100 Cm <sup>3</sup>
Presencia-ausencia	Ausencia en 100 Cm <sup>3</sup>	Ausencia en 100 Cm <sup>3</sup>

Adicionalmente, Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) muestran que el IRCA es calculado de acuerdo con el ponderado de los valores correspondientes con cada característica, puntuando en este ponderado de riesgo con el incumplimiento de los valores máximos aceptables indicados donde la presencia de *E coli* y coliformes totales representa cerca del 40 % del índice.

### 6.1.3 Microorganismos asociados a la contaminación microbiológica del agua

Dentro de los parámetros microbiológicos evaluados por la legislación colombiana son empleados microorganismos indicadores, los coliformes son uno de ellos y son definidos por el Ministerio de la protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) como bacterias Gram negativas fermentadoras de lactosa, cuya mayor actividad se efectúa entre 35 °C y 37°C produciendo gases como dióxido de carbono después de 24 o 48 horas, pueden clasificarse como anaerobias facultativas, responden negativo a la prueba de citocromo oxidasa, no esporulan y presentan actividad enzimática sobre la beta galactosidasa. Del mismo modo, los autores mencionan que la bacteria *Escherichia coli* es empleado como indicador de contaminación fecal del agua, este microorganismo es un bacilo Gram negativo no esporulado, con enzimas específicas como la beta galactosidasa y la beta glucuronidasa.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (2018) señala que la falta de seguridad en el suministro de agua puede generar contaminación, pero que, las enfermedades asociadas a microorganismos pueden no representar una gran amenaza, ya que, algunas no son tan persistentes y son de poca duración. Así mismo, argumenta que los microorganismos que son agentes contaminantes del agua proceden de heces fecales humanas y animales como resultado de prácticas poco higiénicas y de la mala disposición de las excretas del ganado. También, argumentan que la presencia de patógenos no está totalmente ligada a la materia fecal, porque bacterias como *Legionella* crecen en las redes de distribución mientras que otros como el Nematodo *Dracunculus* crecen en las fuentes de captación, en cuanto, a las vías de contagio de las enfermedades y transmisión de los microorganismos los autores cuentan que la ingestión, la inhalación y aspiración junto con el contacto son las vías conocidas. Por ejemplo, Adenovirus, Enterovirus y *Mycobacterium* son transmitidos por inhalación, mientras que *Burkholderia pseudomallei* es transmitida por contacto durante un baño si hay lesiones preexistentes, además, puede penetrar al interior del organismo por las mucosas, ojos y heridas. Otros microorganismos pueden estar presentes de manera natural y generan enfermedades en poblaciones vulnerables como niños y personas de la tercera edad, dentro de este grupo están *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klepsiella*, *Serraria* y *Aeromonas*. Según otros estudios nuevos

microorganismos han sido clasificados como patógenos del agua por sus capacidades tóxicas y contraproducentes para la salud humana, en este sentido Ríos, Agudelo & Gutiérrez (2017) indican que las cianobacterias causan patologías entéricas a través de sus toxinas generando daño en el sistema nervioso central y en el hígado.

Algunas bacterias de importancia relacionadas:

### **6.1.3.1 *Escherichia coli***

Ministerio de Salud y Protección Social & Instituto Nacional de Salud (2015) señalan que *E coli* es una bacteria gram negativa con forma bacilar frecuente en el tracto digestivo de mamíferos y en ambientes ricos en materia orgánica con presencia de estiércol, al ser encontrada en el agua y los alimentos sirve como indicador de contaminación fecal. La mayoría de las sepas suelen ser saprofitas con excepción de unas pocas que causan infecciones y enfermedades de tipo diarreicas, meningitis y sepsis. Los autores exponen que en la actualidad existen seis patotipos diarreogénicos; *Escherichia coli* enteropatogénicos, *Escherichia coli* enterotoxigénicos, *Escherichia coli* enteroinvasivos, *Escherichia coli* enterohemorragicos, *Escherichia coli* enteroagregativos, *Escherichia coli* con adherencia difusa. Entre estos el patotipo de mayor importancia en la medicina humana es *Escherichia coli* verotoxigénica, usualmente es encontrada en el estiércol de ganado bovino, contamina la leche y afecta endotelio vascular del riñón, sistema nervioso, intestino y otros órganos a través de las toxinas Shiga. Desde la gastroenteritis hasta una colitis son las enfermedades que puede generar *E coli* al ser ingerida por el ser humano, existen complicaciones a nivel sistémico como el síndrome hemolítico urémico o el síndrome púrpura trombocitopénico trombótico, mientras que, *E coli* enterotoxigénica produce gastroenteritis y diarrea del viajero por lo que su incidencia es menos que la producida por las toxinas Shiga.

También Farfán et al (2016) argumentan que la enfermedad diarreica aguda es una de las principales causas de mortalidad infantil en países en vía de desarrollo con cifras de 7.6 millones a 6.9 millones de muertes en los años 2010 y 2011, el 9,9% de las estas fue causada por *E coli* enteropatógena y *E coli* enterotoxigénica. Las consecuencias afectan la capacidad abortiva del enterocito por lo que es producida la diarrea, el primer paso para iniciar con la infección está dado por la adhesión al enterocito, seguida de una translocación de señales intracelulares y la adherencia íntima bacteriana que establece el contacto directo de la célula bacteriana con el receptor celular del organismo infectado, además, las toxinas producidas por cada sepa afectan de forma directa a los intersticios de sus órganos diana generando problemas fisiológicos.

### **6.1.3.2 *Enterococcus faecalis*.**

El género *Enterococcus* comprende cocos gram positivos, anaerobio facultativos y catalasa negativos, no obstante *E faecalis* sintetiza pseudocatalasas en medio de cultivo compuesto por

sangre. Estos microorganismos son capaces de crecer en medios salinos y con pH alcalino hasta los 45 °C, también, crecen en presencia de sales biliares con concentración del 40 %. Algunas especies producen la enzima leucina-aminopeptidasa, generalmente son fermentadores que no producen gas, pueden ser aislados de diversos sustratos, como agua, alimentos e incluso el suelo. En el tracto intestinal y genio urinario humano es posible hallar *Enterococcus faecalis*, en las heces fecales es posible observar concentraciones de 10<sup>8</sup> UFC/ gramo. La colonización preferiblemente es realizada cuando el organismo huésped está inmunosuprimido o en condición de comorbilidad grave, posteriormente proliferan e invaden las vías sanguíneas y linfáticos. Conde (2012)

Paralelo a ello, Díaz, Rodríguez & Zhurbenko (2010) describen a los *Enterococcus* como células ovoides, esféricas con tamaño de 0.6 a 2 micras por 0.6 a 2.5 micras en pares de cadenas cortas, los factores de virulencia son varios entre los cuales se encuentran la hemocianina, sustancias de agregación, bacteriocinas, proteasas y aglutininas, adicionalmente, poseen en su pared celular fibronectina para facilitar la unión a las célula del huésped y de esta manera generar patologías en la epidermis, tejido urinario, cardíaco y entérico. La presencia de *E faecalis* es empleada para indicar contaminación de origen fecal en agua, alimentos e incluso instrumentos de laboratorio, la contaminación puede ser directa o indirecta, en el caso de los análisis de aguas es frecuente encontrar *Enterococcus bovis* y *Enterococcus equinus*, esto dos últimos tienen un período de existencia relativamente corto en el ambiente, por tal, cuando son detectados muestran vertimientos recientes con excretas animales de granja

### **6.1.3.3 *Pseudomonas aeruginosa***

Paz et al (2019) mencionan que *Pseudomonas aeruginosa* es un patógeno oportunista Aerobio facultativo con forma bacilar de 0.5 micras a 1 micra de diámetro por 1.5 micras a 5 micras de diámetro, las células poseen un flagelo polar para la movilidad. Puede crecer entre 20 °C y 43 ° C, emplean el acetato y el amonio como fuentes de nitrógeno y carbono obteniendo energía por la oxidación de azúcares. Son capaces de producir proteasas y elastasas que degradan proteínas inmunoregulatoras, inmunoglobulinas y péptido bacteriano. Además, argumenta que los efectos de *P aeruginosa* están asociados al tracto respiratorio, genera enfermedades corneales y queratitis, es considerada como la quinta causa de patologías nosocomiales a nivel mundial, la tercera en enfermedades urinarias, el cuarto de enfermedades de sitio quirúrgico. Los factores de virulencia de este microorganismo están caracterizados por su eficacia, el flagelo cumple una doble función, por un lado, el movimiento y por otro la capacidad de adherencia a la epidermis de la mucosa respiratoria del huésped gracias a la proteína flagelar FliD, también, posee la proteína FliC cuya acción posibilita la secreción de péptidos antimicrobianos por parte del sistema inmune, liberación de trampas extracelulares con intervención de neutrófilos. La presencia de pili implica la formación de biopelículas una plana inicial y otra de estructura madura, para así generar nuevas infecciones.

#### **6.1.3.4 *Salmonella typhi***

Flores (2003) señala que el género *Salmonella* pertenece al grupo de bacterias gram negativas con flagelos peritricos, anaerobios facultativos no encapsulados y no esporulados con forma bacilar. Puede desarrollarse en temperaturas desde los 8°C hasta los 45°C pudiendo soportar temperaturas máximas de 71°C, además, toleran pH entre 4 y 8 unidades, el autor menciona que dentro de este género se encuentran siete especies. Parra, Durango & Máttar (2002) argumentan que el tamaño de las bacterias de la familia Enterobacteriaceae oscila entre 2 a 3 por 0.4-0.6 micras. También mencionan que este género posee más de dos mil cuatrocientos serotipos determinados por la composición de sus antígenos somáticos, flagelares o de superficie. Este género ha sido estudiado por su pared celular Madigan, Martinko & Parker (2012) afirman que el lipopolisacárido que conforma la pared está subdividido en un núcleo de cetodesoxioctonato con heptosas y N-acetilglucosamina que además está unido al polisacárido O, de manera que el lipopolisacárido formado logra reemplazar algunos fosfolípidos de la membrana y se ancla a esta.

*Salmonella typhi* está presente en el tracto gastrointestinal de mamíferos, aves y reptiles, por lo que se puede subdividir en tres grupos, aquellas que sólo afectan al hombre, otras que tienen grupos animales preferenciados y aquella que no tienen preferencias. A su vez, estas bacterias se encuentran asociadas al agua, a los alimentos y pueden sobrevivir a condiciones salinas con concentraciones hasta de un 20%. Como respuesta a las condiciones de estrés se ha documentado que *Salmonella* realiza reorganización del ADN para producir organismos más virulentos, dentro de las enfermedades más frecuentes están la Salmonelosis, la Fiebre entérica, la fiebre paratifoidea, gastroenteritis y hasta envenenamiento por alimentos. La vía de acceso al cuerpo se da a través del tracto digestivo donde el microorganismo sobrepasa las barreras del pH estomacal y llega al epitelio intestinal donde emplea sus estructuras para adherirse y generar afectaciones al tejido entérico. Flores (2003).

#### **6.1.4 Análisis microbiológico de la calidad del agua para consumo humano**

El agua al ser el fluido de mayor consumo humano pasa por etapas de tratamiento donde sus características físicas, químicas y microbiológicas son adaptadas para sus usos, el uso doméstico de esta es el que más llama la atención debido a que el ajuste de sus características debe cumplir con estándares para no perjudicar la salud de quienes la aprovechan, para verificar su cumplimiento con las normas sanitarias son realizados análisis de laboratorio que consisten en “procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos”. (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., 2007, Resolución 2115, p.1)

Del mismo modo, Atlas & Bartha (2002) mencionan que los análisis del agua potable deben manejar una metodología objetiva y efectiva, ya que el agua al estar contaminada puede generar graves problemas de salud pública, por tal, las técnicas y procedimientos empleados no deben ser ambiguos, estos análisis están diseñados para indicar la posibilidad de que el agua contenga algún patógeno a través del uso de microorganismos que permitan dar cuenta de su presencia, siendo precisos desde el trabajo en laboratorio con técnicas, instrumentos y herramientas que garanticen la idoneidad del proceso de detección de posibles amenazas. Análogamente, la Fundación Nacional de la Salud (2013) señala que el objetivo del análisis microbiológico del agua es brindar información acerca de su potabilidad, es decir informar acerca de la no ingestión de agentes patógenos provenientes de la contaminación por materia fecal humana y de otros animales endotermos.

Las definiciones y planteamientos anteriores son complementarios, por un lado, esta lo dicho por el Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) desde donde los procedimientos y técnicas empleados en laboratorio constituyen el análisis microbiológico que también cumplen con la finalidad señalada por la Fundación Nacional de la Salud (2013) siendo necesario obtener información sobre la potabilidad del agua para prevenir brotes de enfermedades desde la detección de organismos patógenos y el empleo de técnicas eficientes para garantizar la calidad del agua, por ello, para el presente trabajo es necesario tomar los elementos expuestos por cada autor debido a que proporcionan un punto de partida para diseñar la metodología y tener claro cual es la naturaleza del análisis microbiológico del agua.

### **6.1.5 Técnicas para la detección de bacterias en muestras de agua**

En el análisis microbiológico de agua para consumo humano es necesario tener conocimiento de los microorganismos indicadores según la normatividad correspondiente ya que a través de su detección puede diagnosticarse la calidad microbiológica del líquido, por ello, es importante reconocer qué técnicas, metodologías y procedimientos son los apropiados para el trabajo en laboratorio y así garantizar la eficacia de los análisis en términos de identificación y cuantificación, desde la estandarización y elección de las técnicas, en este sentido, a continuación se presentan las técnicas y medios de cultivo seleccionados para el presente trabajo;

#### ***6.1.5.1 Diluciones seriadas***

Sanz (2011) menciona que la realización sucesiva de diluciones de las muestras es llevada a cabo en condiciones de esterilidad para garantizar la inocuidad del cultivo y evitar contaminación, el objeto de diluir las muestras es facilitar la siembra y aislamiento de los microorganismos en cajas de Petri seriadas para obtener colonias separadas y conocer el número

de células viables en la muestra original. Las diluciones seriadas han sido empleadas en microbiología para apoyar métodos como el Conteo de células viables y el Recuento en placa, donde Madigan *et al;* (2015) señalan que al no conocerse el número aproximado de células viables es pertinente realizar varias diluciones a partir de un factor 10-X para ir acotando la cantidad de células presentes, los autores expresan que en el caso del factor  $10^{-1}$  se debe diluir 1 ml de muestra en 9 ml de diluyente, así sucesivamente a medida que el proceso avanza el factor de dilución va aumentando, si es  $10^{-2}$  será necesario diluir 0.1 ml en 9.9 ml de diluyente o realizar dos diluciones decimales, para  $10^{-3}$  podrían por ejemplo realizarse tres diluciones decimales  $10^{-1}$  o diluir 0.01 ml en 9.99 ml, de manera, que para obtener una dilución de  $10^{-6}$  pueden hacerse 3 diluciones centesimales o seis diluciones decimales, estas diluciones en serie sirven para el conteo y siembra adecuados de un cultivo microbiano usando como diluyente agua destilada, sales minerales o medio de cultivo.

### **6.1.5.2 Siembra en medios de cultivo selectivos**

Para el cultivo de microorganismos en el laboratorio existen medios de cultivo adecuados al propósito del investigador, podemos encontrar medios definidos o complejos, selectivos o diferenciales que podrán contribuir con el desarrollo de prácticas de investigación, cuantificación e incluso estudios de respuesta metabólica ante las sustancias que conforman el sustrato;

[...] Un medio selectivo contiene compuestos que inhiben el crecimiento de algunos microorganismos, pero no de otros. Por ejemplo, existen medios selectivos para el aislamiento de determinados patógenos, como cepas de *Salmonella sp* o *Escherichia coli* que provocan infecciones de transmisión alimentaria. En un medio diferencial se añade un indicador, normalmente un colorante, que mediante un cambio de color nos señala que durante el crecimiento se ha producido una reacción metabólica determinada. Los medios diferenciales son útiles para distinguir las bacterias, y se usan mucho en los diagnósticos clínicos y en microbiología sistemática. (Madigan *et al;* 2015, p. 81)

### **6.1.5.3 Cultivo en EMB**

El Agar Eosina-azul de metileno (EMB) según Madigan *et al;* (2015) es un medio de cultivo selectivo y diferencial para microorganismos Gram negativos, permite la distinción de bacterias fermentadoras de lactosa como *E coli* y de otras enterobacterias. Los autores argumentan que el agar tiene un pH inicial de 7.2 con lactosa y sacarosa como fuentes de energía, también que la acidificación del medio cambia la eosina y por ende la coloración de transparente a roja (*Enterobacter*, *Klebsiella sp*) o negra (*Escherichia coli*), mientras que rosa o translúcido para bacterias no fermentadoras de lactosa como *Salmonella sp*, *Shigella sp* o *Pseudomonas sp*. Casado, Torrico & Medina (2012) afirman que la sacarosa está presente en el medio para detectar coliformes ya que fermentan con mayor rapidez este disacárido que la lactosa.

#### **6.1.5.4 Cultivo en Agar Macconkey**

Otro medio de cultivo selectivo es el Agar Macconkey cuya composición posibilita la inhibición de bacterias Gram positivas, Cabrera & Garcia (2006) cuentan que este medio debe su capacidad inhibitoria a las sales biliares y al cristal violeta, además del colorante rojo neutro para comprobar la degradación de lactosa. En correspondencia con ello, Sanz (2011) describe que los colorantes y sales biliares que componen este medio son propicias para el crecimiento de enterobacterias, también, que la lactosa y el indicador de pH posibilitan reconocer colonias que producen ácidos por fermentación de lactosa de las especies que no lo hacen.

#### **6.1.5.5 Cultivo en Agar Cetrimide**

El Agar Cetrimede es empleado para la detección de *Pseudomonas aeruginosa*, Casado, Torrico & Medina (2012) argumentan que la cetrimide inhibe el crecimiento de microorganismos debido a su compuesto cuaternario de amonio, la composición del agar permite la producción de piocianina y fluoresceína que se observan con la aplicación de luz ultravioleta sobre el cultivo de *P. aeruginosa*, de manera que, esta actividad puede ser tomada como prueba de identificación.

## **6.2 Marco teórico pedagógico**

### **6.2.1 El concepto de taller como estrategia interactiva**

Como estrategia para abordar los aspectos relacionados con la indagación socioambiental alrededor del agua para consumo humano se establece el taller interactivo como mediador entre los conocimientos disciplinarios, sociales y cotidianos que poseen el maestro de biología y la comunidad del corregimiento de Berlín, en orden de examinar las prácticas, usos y manejo que le dan al agua que consumen. La participación de la comunidad Berlinese posibilita abrir espacios de diálogo para comprender de mejor manera la situación que viven con la contaminación microbiológica del agua y las actividades agropecuarias que inciden en la mala calidad del líquido. Por tal, es preciso considerar la definición del concepto de taller que señalan Socarras, Díaz & Saéz (2013) quienes lo definen como formas no normativas de progreso caracterizadas por fomentar la participación para la construcción dinámica y colectiva de conocimiento, en este sentido, los talleres deben ser orientados hacia la reflexión a partir de la práctica y la teoría

pensando en los objetivos del proceso realizado y los resultados obtenidos. En correspondencia, Andrade & Muñoz (2004) argumentan que el taller por encima de cualquier definición es una forma de aprender y enseñar a través de la realización de actividades en conjunto donde existe una intención que orienta el actuar de los sujetos implicados. No obstante, mencionan que como estrategia pedagógica el taller propicia la inserción y participación integral con la construcción de sentido aprehendiendo en grupo, expresando las ideas y abordando problemáticas o soluciones desde el análisis colectivo reflexivo.

En tanto que, la posición del maestro Socarras, Díaz & Saéz (2013) debe dirigir el proceso de construcción de conocimiento interviniendo puntualmente para despejar las dudas y errores que pueda llegar a desarrollar el colectivo. Los autores exponen que además de revisar los avances el profesor puede plantear incógnitas que proporcionen pistas, ampliar la discusión o mejorar el discernimiento. Durante el desarrollo del taller;

Los propios sujetos exponen y discuten los resultados alcanzados a partir de sus experiencias y con el ánimo de intercambiar, socializar la información, aceptar y enfrentar las observaciones en un espíritu de cooperación para propiciar el desarrollo a partir de los análisis que se realizan y de la toma de posiciones sobre el particular. (Socarras, Díaz & Saéz, 2013, p. 200)

Partiendo de lo anterior se concibe el taller como escenario interactivo para conocer la cotidianidad en torno a los usos del agua, las prácticas que la involucran y las afectaciones que causa la contaminación microbiológica sobre los habitantes del corregimiento, al mismo tiempo que aparece la encuesta para detallar los componentes social, ambiental, económico y de salud en Berlín a modo de Indagación.

## **7.0 Metodología**

Para el desarrollo del presente trabajo es necesaria establecer una ruta metodológica que oriente los procesos a tener en cuenta para realizar el análisis bacteriológico del agua que consumen los habitantes del corregimiento de Berlín, por ello, en los siguientes párrafos serán descritas las fases, técnicas e instrumentos que servirán para la recolección de datos y los análisis correspondientes.

Este ejercicio investigativo está configurado desde el paradigma positivista descrito por Ricoy (2006) como aquel que toma el conocimiento de manera objetiva pudiendo cuantificar los fenómenos observables desde el control experimental y la rigurosidad de las ciencias naturales concibiendo las prácticas empíricas como uno de los medios para conocer el mundo basándose en el pensamiento hipotético-deductivo. Se opta por el enfoque mixto para abarcar aspectos socioambientales ligados con la calidad bacteriológica del agua de manera directa o indirecta, además, el manejar elementos cuantitativos y cualitativos posibilita abarcar desde una perspectiva más amplia el problema y no caer en el síndrome del torero bizco que describen Páramo & Otalvaro (2006) donde el investigador suele atribuirle mayor peso a la cuantificación sabiendo que está viciada por sus juicios de valor y es susceptible de la descripción.

### **7.1 Área de Estudio**

El corregimiento de Berlín pertenece al municipio de Samaná en el nororiente del departamento de Caldas, según el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de desastres (2018) el corregimiento posee una población de 1136 personas, distribuidas en 15 veredas situadas alrededor de la cabecera del pueblo que es el lugar donde se concentra la mayor cantidad de personas y está el acueducto comunitario que abastece todo el pueblo, incluyendo la escuela primaria y el colegio que limita con la vereda La Reforma, por lo que, las otras 14 reciben agua directamente de quebradas y nacimientos aledaños.

### **7.2 Fase 1 Implementación de Indagación socioambiental (Talleres y encuesta)**

Como primera parte del presente trabajo está situada la indagación socioambiental desde la implementación de talleres interactivos y de la encuesta, donde a partir del trabajo con la comunidad del corregimiento de Berlín se pretenden dilucidar las actividades que inciden en la

contaminación microbiológica del agua, las afectaciones generadas a la salud y los conocimientos que tienen los Berlineses acerca del agua que consumen.

### 7.2. 1 Diseño, descripción de los talleres y de la encuesta

Teniendo en cuenta lo anterior los talleres son pensados desde las definiciones que Andrade & Muñoz (2004) y Socarras, Díaz & Saéz (2013) establecen, por ello, para el desarrollo de la indagación socioambiental se plantea la realización de cuatro talleres en el siguiente orden:

- A) Presentación del proyecto de investigación y diagnóstico de conocimientos previos:**  
En este primer encuentro con la comunidad del corregimiento de Berlín está enmarcado el taller 1 (Ver anexo 1) donde es socializada la naturaleza del trabajo, objetivos, importancia para el lugar y metodología, además, de la realización de un diagnóstico acerca de los conocimientos que poseen sobre importancia del agua para la vida, para los ecosistemas y el consumo doméstico, etc.
- B) Realización de la encuesta sobre los usos del agua, afectaciones a la salud, actividades, manejo del agua y acciones que toma la comunidad para el consumo doméstico:** En esta oportunidad, los Berlineses diligencian la encuesta diseñada (Ver anexo 2) y a modo de diálogo expresan sus opiniones acerca de cómo se encuentra el manejo del agua en la región, cómo se hace y por qué no se han realizado estudios de la calidad del agua.
- C) Explicación del proceso investigativo, pertinencia de los análisis microbiológicos y el control de calidad del agua para consumo humano:** Para este momento la comunidad ya habrá completado una breve inducción abordando los aspectos generales del recurso, por lo que, ahora es importante explicar el desarrollo del proceso investigativo y realizar el tercer taller 2 (Ver Anexo 3) centrado en los análisis de calidad del agua, los análisis microbiológicos y su importancia para los consumidores desde el IRCA y las afectaciones que causa la mala calidad del agua.
- D) Socialización de los resultados y recomendaciones:**  
Finalizado el proceso y con los resultados listos se realiza la socialización con la comunidad y son sugeridas recomendaciones para disminuir los puntos de contaminación del agua para consumo humano teniendo en cuenta los hallazgos a nivel bacteriológico y socioambiental. De acuerdo, a ello la socialización también mostrará los elementos de la investigación para fundamentar la importancia del manejo adecuado del agua, la prevención de los vertimientos y las oportunidades de mejora para el sistema de distribución, como por ejemplo la desinfección con cloro o la limpieza periódica de las instalaciones del acueducto.

### **7.3 Fase 2 Muestreo de aguas y análisis bacteriológico**

En la segunda fase es necesario establecer la manera como será llevado a cabo el proceso de muestreo y lo concerniente con el análisis bacteriológico, por ello, es importante dejar claro que estas actividades están orientadas desde lo señalado por el Ministerio de Protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008) en la resolución 0811 y por la dictado por el Instituto Nacional de Salud (2011) en el Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. En cuanto a los procedimientos de laboratorio para el análisis de bacterias se tiene que las diluciones seriadas, la siembra masiva en medios de cultivo selectivos y la tinción de Gram son las técnicas y métodos seleccionados para el aislamiento, identificación y cuantificación de los microorganismos dentro de las instalaciones del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

#### **7.3.1 Planificación, descripción y desarrollo del muestreo**

Es de recordar que el lugar donde se realiza el muestreo es el corregimiento de Berlín en el municipio de Samaná al nororiente del departamento de Caldas. Según el Instituto Nacional de Salud (2011) los acueductos son sistemas de distribución centralizados donde los componentes de este son operados y mantenidos por entidades prestadoras del servicio o por la comunidad, en este caso el corregimiento de Berlín posee un sistema con estas características por lo que es relevante establecer los puntos de muestreo a partir del acueducto veredal. En este sentido, el Ministerio de Protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008) dentro de la resolución 0811 menciona como criterios para escoger los puntos de muestreo tener en cuenta la ubicación con respecto al lugar de distribución, accesorios terminales y tuberías de conducción, siendo para el corregimiento representativo tomar como puntos fijos y de interés general para el muestreo el acueducto, un hogar localizado en la mitad del pueblo y el colegio que es el lugar hasta donde finaliza la cobertura de la red de distribución.

Solamente será tomada una muestra por punto, la primera en la caja de inspección de los tanques del acueducto, la segunda en el predio del tesoro y la última en el colegio de Berlín, obteniendo así un total de tres muestras. Cabe mencionar, que durante este proceso debe haber procedimientos previos que posibiliten su perfecta ejecución, el primer aspecto a tener en cuenta es la cadena de custodia de las muestras que debe garantizarse antes de la toma desde:

1. El establecimiento de los puntos de muestreo y el acta de concertación de los mismos con las autoridades correspondientes que para este caso serían la Corregiduría, AUSCOBER y la junta de acción comunal.
2. El alistamiento de los materiales, insumos y la planificación del muestreo manual junto con los elementos para el análisis en laboratorio.

3. La recolección de las muestras en cada punto atendiendo a las condiciones de higiene y seguridad junto con la elaboración de la carta de conformidad por parte de La Corregiduría y el diligenciamiento del acta de toma de muestras. (Ver anexo 5 y Anexo 6)
4. La preservación y el transporte oportuno al laboratorio para su análisis inmediato.

Partiendo de lo anterior, para el presente muestreo es pertinente elaborar junto con la Corregiduría, AUSCOBER y la junta de acción comunal de Berlín el acta de concertación de los puntos a muestrear y las actividades a desarrollar en el marco del presente trabajo (Ver anexo 4), además, de la compra, esterilización y rotulado de los envases apropiados para análisis microbiológico que señala el Instituto Nacional de Salud (2011) en los numerales 4.5, 4.6 y 4.7 del Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. Referente a la cadena de custodia de la muestra el Instituto Nacional de Salud (2011) indica que para la toma de muestra es necesario desinfectar con un paño húmedo empapado en solución de hipoclorito de sodio con concentración entre 5 % y 10 %, mientras que las manos de quien toma la muestra deben tener guantes por seguridad, en caso de que el tubo o elemento de donde va a ser tomada la muestra sea metálico puede flamearse durante un minuto con un mechero de alcohol, posterior a la desinfección el paso a seguir es drenar el agua estancada abriendo la válvula y dejándola fluir por un minuto para generar representatividad del agua que fluye en la tubería. Posterior a ello, las muestras son recolectadas en bolsas estériles de 300 ml con tiosulfato de sodio para anular la acción de cloro en caso de encontrarse, además son refrigeradas a 4°C en una nevera portátil con hielo para ser llevadas al laboratorio en un lapso máximo de 24 horas desde el corregimiento de Berlín hasta el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia en Bogotá.

### **Desarrollo del muestreo**

Después de haber realizado la indagación socioambiental tuvo lugar el muestreo en los puntos previstos, fue llevado a cabo el martes 27 de abril de 2021 a las 3:00 am bajo condiciones de lluvia y creciente en las quebradas. A continuación, es presentado el proceso detalladamente;

El primer punto de muestreo fue el acueducto veredal del corregimiento de Berlín, localizado aproximadamente a 1 km del parque central en sentido oriente a occidente con una altitud de 500 msnm, consta de tres tanques en concreto de aproximadamente 40 m<sup>3</sup> para almacenar el agua proveniente de las quebradas aledañas y distribuirla por el pueblo a través de tuberías, como se aprecia en la imagen la muestra fue tomada en la caja de inspección de los tanques por donde pasa el agua hacia la red de distribución con ayuda de un envase de vidrio estéril debido a que por el caudal del agua era difícil introducir la bolsa para muestras.

*Imagen 1. Tanque con caja de inspección. Tomada por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 2. Toma de muestra en la caja de inspección. Tomada por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 3. Muestra 1 empacada. Tomada por Pinzón, R. (2020).*



Posterior a la recolección de la muestra fue tomada la temperatura ambiental junto con la de la muestra para continuar con el rotulado y la refrigeración en la nevera a una temperatura de 4°C, por último se diligenció e acta de toma de muestras con las respectivas consideraciones ( Ver anexo 8).

Análogamente, fue realizado el desplazamiento al predio “El tesoro” localizado a 200 m del parque central con una altitud de 480 msnm, la vivienda colinda con un corredor biológico y con quebradas contaminadas con aguas residuales. La muestra se tomó en la cocina del predio, específicamente en el lavaplatos donde fue empleado un paño humedecido con hipoclorito al 5.4 % para desinfectar el grifo, también fue purgado abriendo la llave y dejando correr el agua por un minuto. Al finalizar la toma, fueron medidas temperaturas ambiental y del líquido para después diligenciar el acta de toma para el punto 2 (Ver anexo 9) y almacenar la muestra en la nevera.

*Imagen 4. Predio “El tesoro”. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 5. Desinfección del grifo en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 6. Purga del grifo en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 7. Toma de muestra en el predio el Tesoro. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 8. Muestra 2 empacada. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



Para el cierre del muestreo el lugar donde fue tomada la muestra fue el Colegio de Berlín localizado a 1 Km del parque central en sentido occidente a oriente con una altitud de 890 msnm. En el lugar fue seleccionado el baño de estudiantes para la toma siendo el lavamanos el punto exacto, fue realizado el mismo procedimiento de desinfección, purga, toma, rotulado y almacenamiento, también se diligenció el acta de toma de muestras para el punto 3 (Ver anexo 10). Por otra parte, es importante considerar que este lugar es donde termina la cobertura del acueducto y empieza la vereda la Reforma.

*Imagen 9. Desinfección del grifo en el colegio de Berlín. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 10. Purga del grifo en el colegio de Berlín. Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 11. Toma de muestra en el colegio de Berlín.  
Tomado por Pinzón, R. (2020).*



*Imagen 12. Muestra 3 empacada. Tomada por  
Pinzón, R. (2020).*



Imagen 13. Muestras almacenadas en nevera.  
Tomado por Pinzón, R. (2020).



Finalmente, la nevera fue sellada y procuró mantenerse la temperatura en un rango entre 3°C y 6°C para así asegurar la cadena de custodia y poder transportarlas hasta el laboratorio de aguas y alimentos BIOTRENDS S. A. S en la ciudad de Bogotá. Las muestras fueron recibidas y procesadas por el laboratorio el mismo martes 27 de abril de 2021 con una temperatura de 3.6°C.

### 7.3. 2 Planificación y descripción del análisis bacteriológico

Después de haber realizado el proceso de muestreo y mantenido la cadena de custodia de las muestras es preciso aclarar que inicia el proceso de análisis bacteriológico donde tendrán lugar varios procedimientos con la finalidad de aislar, identificar y cuantificar las bacterias encontradas en las muestras, de manera que se establece la siguiente metodología;

- A) **Diluciones seriadas con factor  $10^{-2}$ :** Posterior a la recepción de las muestras en el laboratorio es necesario realizar iniciar las diluciones consecutivas de cada muestra en los Erlenmeyers, de manera, que para cada una de las nueve muestras sea realiza primero la dilución de 1 ml de muestra en 9 ml de agua destilada, continuando con la dilución de 1ml de los 10 ml obtenidos anteriormente en 9 ml de agua destilada, para así alcanzar el factor de  $10^{-2}$  y proceder con el siguiente paso.
- B) **Siembra masiva en medios de cultivo selectivos:** Teniendo las diluciones con factor  $10^{-2}$  de cada una de las nueve muestras se procede a realizar la siembra masiva de 0.1 ml en los medios de cultivo Agar MacConkey, Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y Agar Cetrimide, de modo, que son obtenidas 27 cajas de Petri con cultivo bacteriano para dejar incubando por 48 horas a 25°C.
- C) **Cuantificación:** Transcurrido el período de incubación inicia el proceso de cuantificación de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en cada una de las cajas

de Petri y se realizan los cálculos correspondientes con respecto al factor de dilución al cual se llegó para la siembra que sería  $10^{-3}$  puesto que de las dos diluciones decimales fueron tomados 0.1 ml.

D) **Identificación:** Finalmente, son seleccionadas algunas cajas de Petri para realizar la identificación de bacterias.

#### **7.4 Fase 3 Comparación de datos obtenidos a nivel socioambiental y bacteriológico**

Los resultados del análisis bacteriológico son tratados de acuerdo con la metodología mencionada, en segundo caso, los resultados de la indagación (talleres y encuesta) son sometidos a análisis, de manera, que puedan contrastarse con los hallazgos hechos en el laboratorio en cuanto a puntos de contaminación microbiológica, prácticas y actividades que involucren usos y afectaciones relacionadas con el consumo de agua en el corregimiento de Berlín.

#### **7.5 Socialización de los resultados con la comunidad de Berlín**

Posterior a la elaboración y organización del documento se realizará la socialización de resultados con la comunidad del corregimiento de Berlín empleando la plataforma Google meet, ya que, por las condiciones sanitarias y las restricciones del municipio no pueden realizarse reuniones ni aglomeraciones de personas. Además, serán tenidos en cuenta los asistentes a la indagación socioambiental. (Ver anexo 13)

### **NOTA**

En consecuencia, a la emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia SARS – Cov -2 - COVID 19 y a las restricciones para el uso del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional desde el mes de agosto de 2020 hasta el mes de mayo de 2021 se optó por realizar el análisis bacteriológico con ayuda del laboratorio de aguas y alimentos BIOTRENDS S.A. S. (Ver anexo 11)

## 8.0 Resultados y Análisis

### 8.1 Resultados de Indagación socioambiental (Talleres y encuesta)

Para la realización de esta fase se tuvo una muestra de 15 personas, cada una de ellas representante de un hogar localizado dentro del área de cubrimiento del acueducto veredal del corregimiento de Berlín, los participantes señalaron la cantidad de personas que integran sus núcleos familiares siendo 53 el número total de personas que posiblemente tuvieron conocimiento acerca del presente trabajo. La implementación fue llevada a cabo en una sesión de 3 horas a causa de la disponibilidad de tiempo por parte de quienes participaron y en correspondencia con la dinámica sanitaria dentro del corregimiento, teniendo en cuenta estos aspectos a continuación se presentan los resultados obtenidos. (Ver anexo 6 formato de asistencia)

#### 8.1.1 Resultados de Taller 1 Presentación del proyecto y reconocimiento de ideas previas

El taller 1 estuvo conformado por 8 preguntas cuatro abiertas y cuatro cerradas de las cuales las respuestas, en el caso de la primera pregunta “¿Por qué considera importante el agua para la vida? es de señalar que las respuestas obtenidas corresponden con la importancia del agua en términos fisiológicos (33.3 %), de uso (40 %), subsistencia (13.3 %) y origen (13.3 %), cuya mayoría de personas indicaron que del agua dependen varias actividades cotidianas como la alimentación, higiene personal y actividades productivas, al mismo tiempo, que relacionan el consumo de agua con el correcto funcionamiento del organismo humano, la subsistencia y el desarrollo de sus procesos vitales.

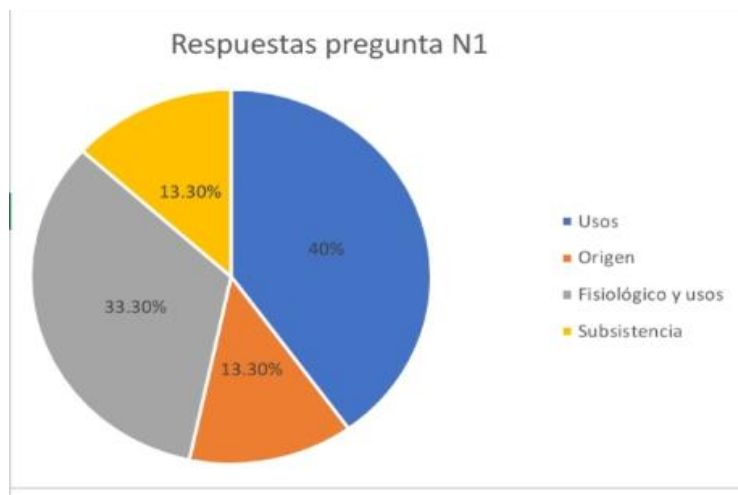


Gráfico 1. Taller 1. Respuestas pregunta No. 1.

En cuanto a la pregunta número 2 “¿A qué derechos de la constitución política de Colombia está ligado el consumo de agua dentro de las poblaciones humanas como un aspecto fundamental para el cumplimiento? “las respuestas muestran que las personas en su mayoría tienen claro que el consumo de agua está ligado a varios derechos fundamentales, culturales y de tercer orden como lo son los derechos a la vida, a la salud, a la libertad de culto y a un ambiente sano (73.3 %), mientras que la minoría de la población señaló que la libertad de expresión y la libertad de conciencia (20 %) están ligados de manera directa con el consumo de agua. Siendo solamente una persona la que no se sintió satisfecha con las opciones proporcionadas.

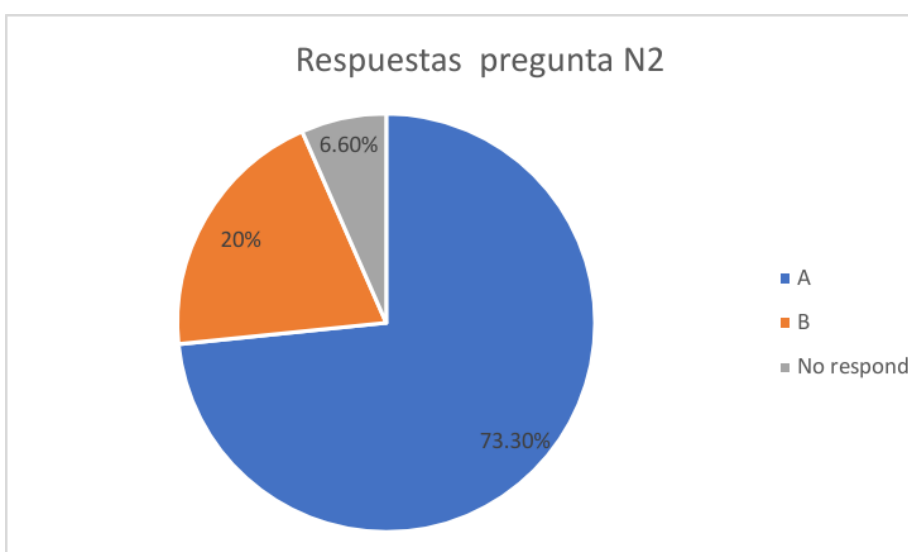


Gráfico 2. Taller 1. Respuestas pregunta No. 2.

Para la pregunta número 3 los habitantes del corregimiento de Berlín indicaron las fuentes hídricas de donde es captado el agua que circula desde el acueducto hasta sus hogares, siendo representativo que el 53.3 % de personas reconocen como fuentes de abastecimiento las quebradas y nacimientos, un 20 % sólo nacimientos, 13.3 % solamente quebradas y un 13.3 % desconoce el origen del agua que consume y por ende no respondió.

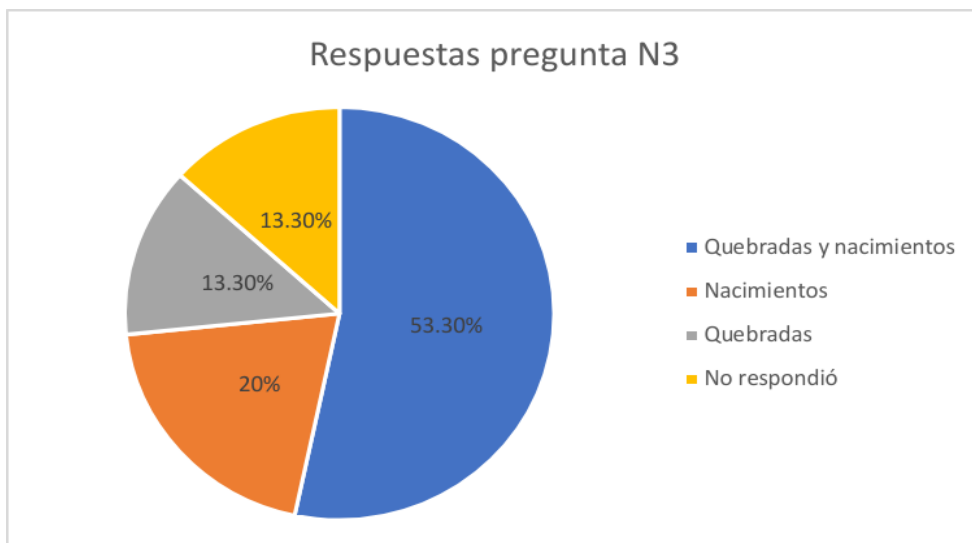


Gráfico 3. Taller 1. Respuestas pregunta No. 3.

A diferencia de las preguntas anteriores en la número 4 fueron presentados enunciados para señalar sí eran falsos o verdaderos, algunos de ellos relacionados con el consumo de agua, la oferta hídrica de la región y el vertido de detergentes en las quebradas del pueblo. De ello se obtuvo que el 80 % de los participantes acertaron los cinco enunciados presentados y el 20 % restante falló en uno.



Gráfico 4. Taller 1. Respuestas pregunta No. 4.

En la quinta pregunta el tema central fue el conjunto de consecuencias ocasionadas por el trasvase de Río Manso, en esta oportunidad las personas relacionaron la obra con la disminución del agua en sus fincas, la desaparición de quebradas y nacimientos (53.3 %), además otros mencionaron que la Afectación a cultivos estuvo estrechamente ligada al descenso en la cantidad de agua para riego (20 %), algunos con impactos ambientales como la deforestación y contaminación (20 %) y un solo individuo no respondió o desconocía sobre el trasvase.

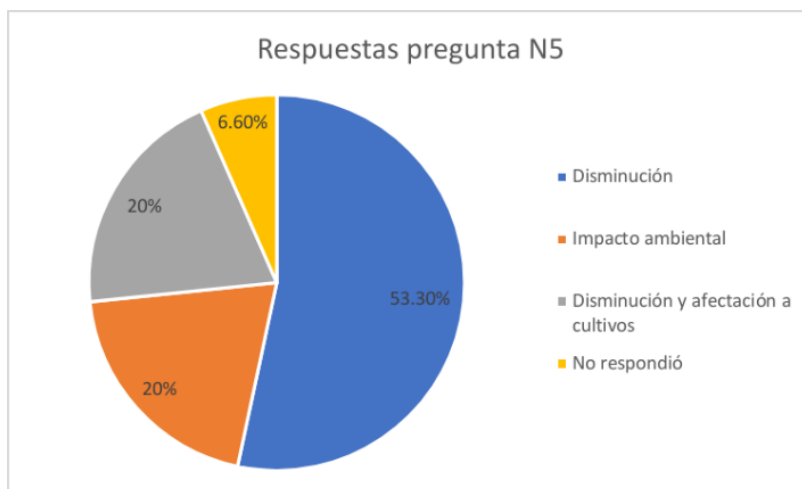


Gráfico 5. Taller 1. Respuestas pregunta No. 5.

La sexta pregunta consistió en señalar las obligaciones que posee la entidad prestadora del servicio de acueducto a partir de las opciones presentadas, de modo, que se encontró que el 53 % de individuos indicó que “ Llevar a cabo actividades de limpieza y mantenimiento al acueducto, garantizar la inocuidad del líquido y la correcta distribución del mismo “ son obligaciones de la entidad encargada del acueducto, en contraste el 6.6 % señaló la cobranza de honorarios y las prestación del servicio como únicas obligaciones, por otro lado un 40 % no respondió ninguna opción

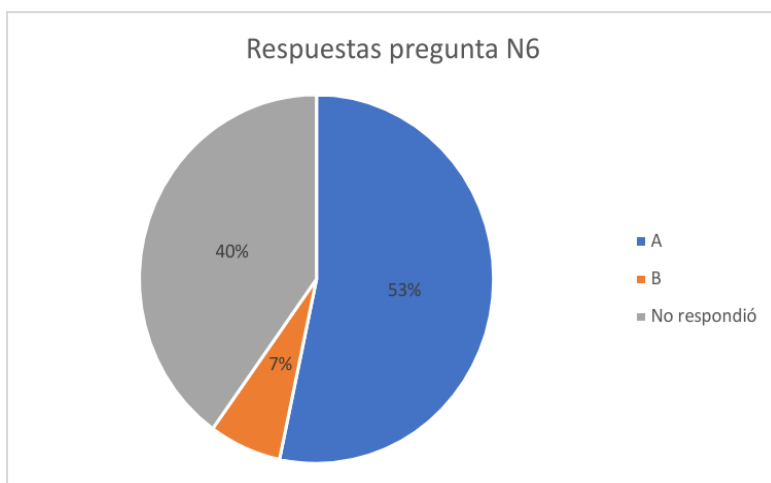
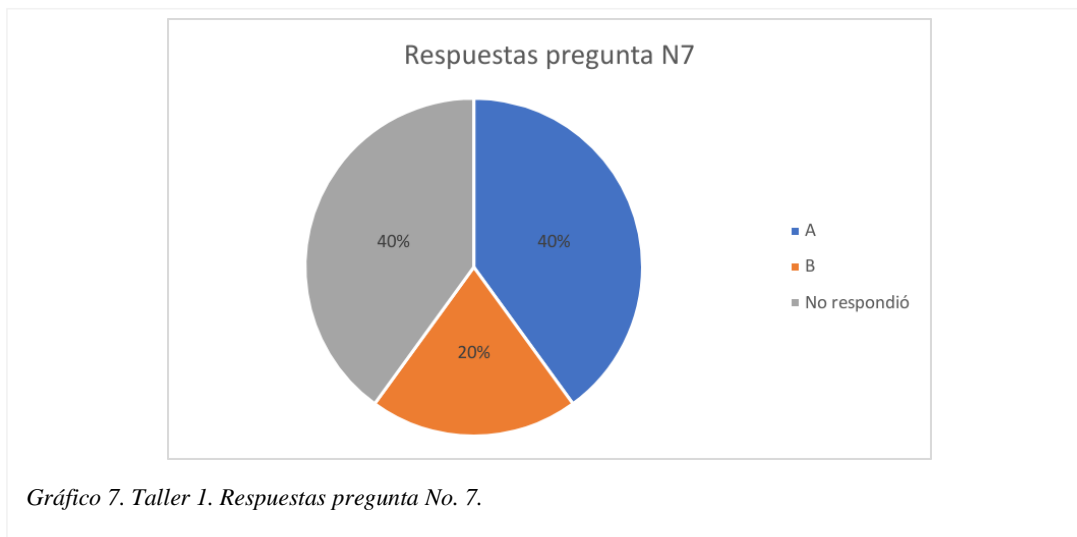


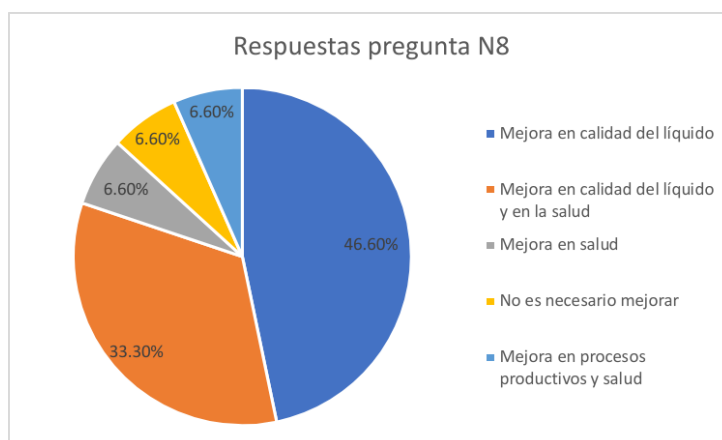
Gráfico 6. Taller 1. Respuestas pregunta No. 6

En la séptima pregunta se buscó reconocer si los berlineses sabían acerca de las obligaciones que tienen las entidades de salud sobre el agua y su consumo por parte de las poblaciones humanas, de modo, que se encontró que un 40 % de los participantes señaló que “Vigilar, controlar, diagnosticar y publicar en la respectiva base de datos la calidad del agua para consumo humano en los lugares de su jurisdicción” es una de las obligaciones de las secretarías

de salud sobre el agua de consumo humano, al contrario un poco 20 % señaló que estas entidades deben “ Realizar actividades de chequeo médico y recetar medicamentos anualmente “, finalmente un 40 % no respondió la pregunta.



Hacia el último punto se preguntó “¿Por qué considera importante que el corregimiento cuente con servicio de acueducto? ¿Cree necesario mejorar los procesos realizados en las instalaciones? “obteniendo que 14 de las 15 personas consideraron importante mejorar las condiciones del acueducto del corregimiento debido a mejoras en la calidad del líquido (46.6 %) , mejoras en calidad del líquido y salud (33.3 %) , mejoras en la salud (6.6 %) . mejoras en procesos productivos y salud (6.6 %) y un 6.6 % mencionó que no hay que mejorar el acueducto pero que si es importante para el beneficio de todos en términos de salud y agricultura.



### **8.1.2 Análisis del Taller 1**

Del primer material implementado para conocer las ideas previas de los habitantes del corregimiento de Berlín sobre el consumo de agua se obtuvo que la importancia del agua para estas personas radica principalmente en el uso del líquido para llevar a cabo desde las funciones del organismo humano hasta el desarrollo de actividades productivas que implican su sustento diario. Del mismo modo, se percibe que son conscientes que el consumo del agua está estrechamente relacionado con la garantía de derechos fundamentales, culturales y de tercer orden, por lo que, conciben que el líquido compromete su integridad. Además, reconocen los tipos de fuentes de abastecimiento que poseen dentro del corregimiento, los mecanismos de distribución y las características propias de su región en tema de oferta hídrica y contaminación por vertimientos. Paralelamente, señalaron que la baja disponibilidad de agua fue un problema ocasionado por el trasvase del río manso debido a que afectó los nacimientos de agua, produjo importantes impactos ambientales.

Por otro lado, mostraron que gran parte de las personas tienen claras las obligaciones de la entidad prestadora del servicio, sin embargo, algunos señalan que la única obligación es cobrar sus honorarios y prestar el servicio a la comunidad, mientras que prácticamente el 40 % desconoce las funciones de esta entidad. Similar a esta cuestión estuvo la pregunta acerca de las obligaciones de las entidades de salud sobre el agua y su consumo donde puede inferirse que casi la mitad población es consciente de las obligaciones que existen por parte de las entidades sanitarias, mientras que una minoría de las personas confunde la vigilancia del agua con las brigadas de salud y diagnósticos médicos. Por último, es de resaltar que todos los participantes a excepción de uno consideran importante mejorar las instalaciones del acueducto y tenerlo en óptimas condiciones para mejorar la calidad de los procesos productivos, disminuir los riesgos para la salud y hacer más seguro su consumo dentro del pueblo.

### **8.1.3 Resultados de Encuesta sobre los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica**

En un segundo momento de la intervención fue llevado a cabo el diligenciamiento de la encuesta, para ir profundizando en los usos del agua, afectaciones a la salud y conocimientos de los habitantes de Berlín entorno al consumo de agua. En este sentido, para la primera pregunta acerca de los usos del agua dentro del corregimiento cerca del 73.3 % de personas indicó que el agua la emplean para actividades del hogar, un 13.3 % para consumo doméstico y uso en

actividades productivas como la limpieza de establos, galpones y la agricultura y un 13.3 % solamente para desarrollar sus actividades productivas.

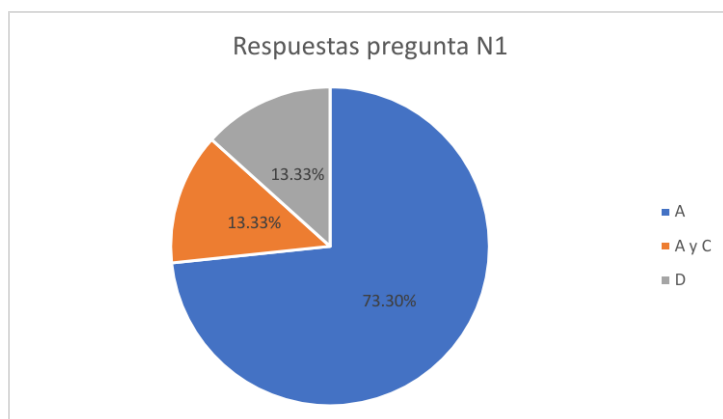


Gráfico 9. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 1.

En una segunda oportunidad, los berlineses señalaron los métodos de desinfección que emplean en sus hogares siendo el 20 % de participantes usuarios de filtros, un 13.3 % usuarios de hipoclorito, otro 13.3 % emplean tanto filtro como cloración, el 40 % solamente hierve el agua, una persona 6.6 % emplea el método sodis y solo un individuo no realiza desinfección del agua que consume.

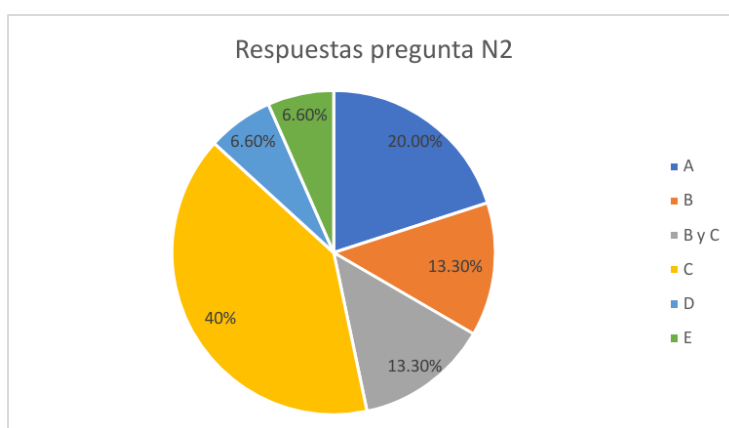


Gráfico 10. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 2.

Del mismo modo, conectado con las actividades domésticas y productivas se preguntó sobre las actividades que mayor consumo de agua demandan, encontrándose que la agricultura con un 53.3 % es de las actividades que consume más agua, seguido por la agricultura y ganadería 6.6

%, la agricultura, la ganadería junto con el turismo 6.6 %, solo el turismo 6.6 %, la ganadería y el turismo 6.6 % y después otras actividades como la construcción 13.3 %.

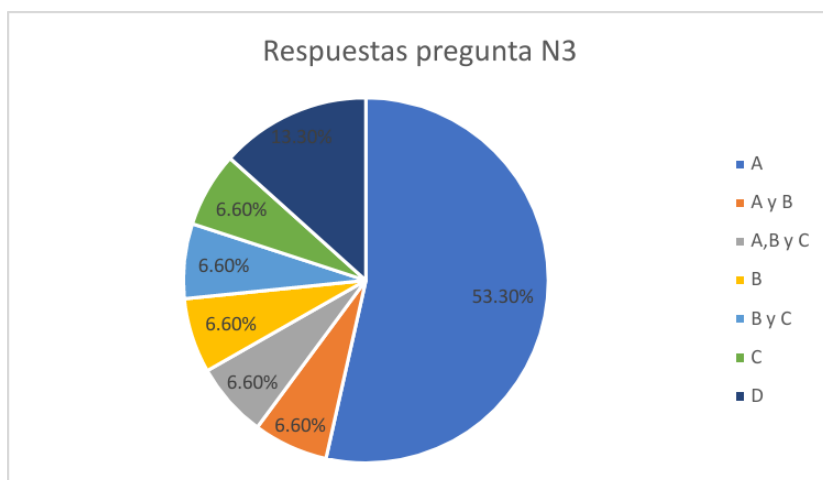


Gráfico 11. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 3.

Para la pregunta número cuatro tuvo lugar la relación del consumo doméstico con el uso del agua en las actividades productivas, de manera, que se preguntó por la incidencia que tienen la agricultura, la ganadería y el turismo sobre la calidad del agua que llega a los hogares. Obteniéndose que 6 personas (40%) indicaron que contaminan el agua con excrementos, vertimientos y residuos sólidos, 2 personas (13.3 %) marcaron que contribuyen al cuidado del agua y no alteran las características naturales, una persona mencionó que contaminan y también contribuyen al cuidado del líquido, 3 personas (20 %) que las actividades no contaminan ni mejoran la calidad del agua, siendo 2 personas (13.3 %) las que no respondieron y una sola que señaló una opción diferente.

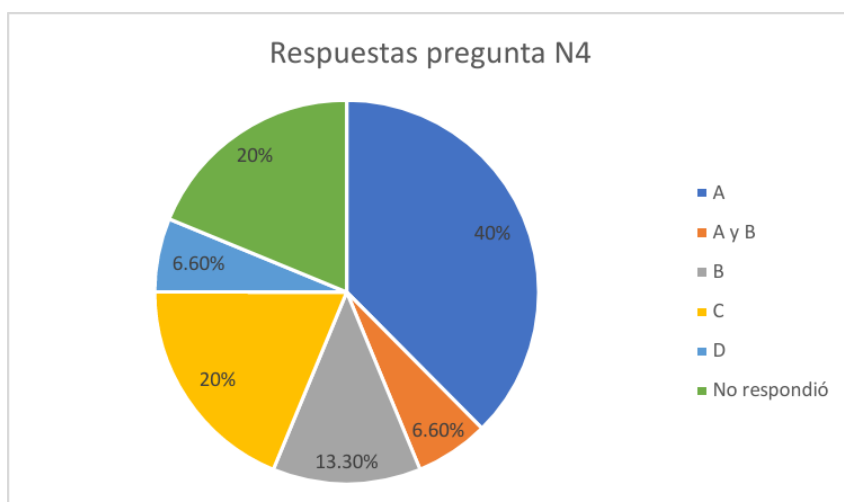


Gráfico 12. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 4.

En correspondencia con lo anterior la siguiente pregunta consistió en señalar cuál es la actividad que contamina más las fuentes de abastecimiento del acueducto de Berlín, por lo que la ganadería (40 %) fue el proceso productivo que más contamina, seguido por la misma ganadería sumada con la agricultura en un 13.3 %, por su parte un 13.3 % de los participantes denotó que las dos actividades mencionadas más el turismo también contaminan, otras dos personas (13.3 %) solo señalaron al turismo y 6 personas (20 %) no respondieron a la pregunta.

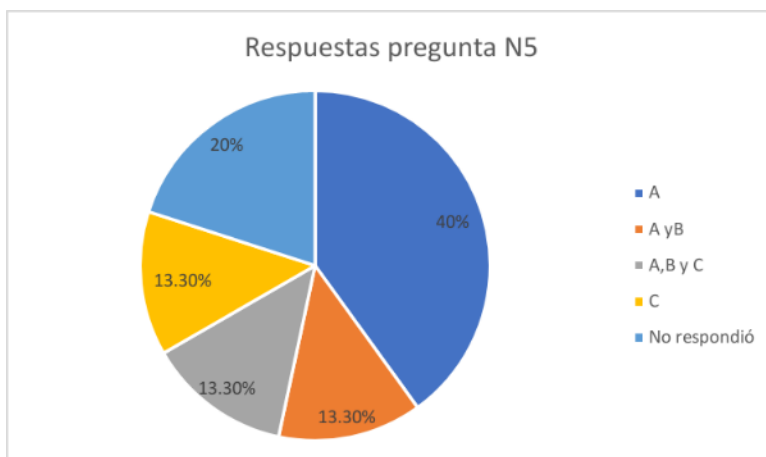


Gráfico 13. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 5.

Posterior a ello, la sexta pregunta “¿Con que cercanía al acueducto o a las quebradas que lo abastecen se realizan actividades productivas que logren alterar la calidad del agua?” tuvo un 27 % que señalaron que las actividades productivas se realizan a menos de 100 metros de distancia del acueducto o sus fuentes de abastecimiento, mientras que cuatro personas (26.6 %) marcó que a 100 0 200 metros comienzan a desarrollarse actividades, al tiempo que 5 personas (33.3 %) señalaron entre 200 y 300 metros, por último cuatro personas (26.6 %) de las personas omitió la pregunta sin respuesta alguna.

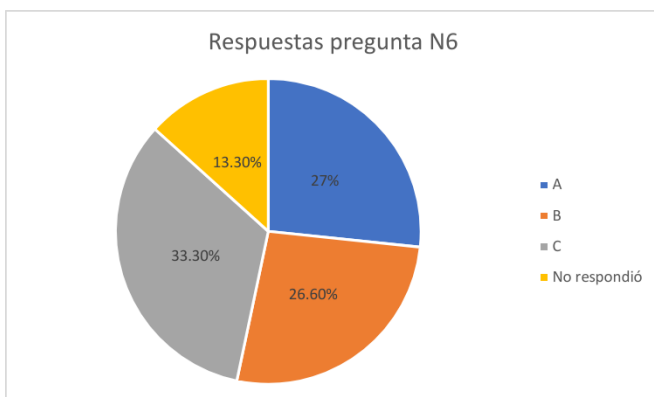


Gráfico 14. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 6.

En una nueva pregunta se pidió a los berlineses que denotaran los puntos de contaminación sobre las fuentes de abastecimiento, siendo las fincas con ganado y cultivos cercanos a las quebradas representadas en un 33.3 %, los lugares de turismo un 6.6 % junto con otro 6.6 % de las cercanías a los hogares, nuevamente 6.6 % para una persona que señaló los tanques del acueducto como puntos de contaminación, el 20 % escribió que no hay puntos de contaminación evidentes y el restante 27 % no respondió.

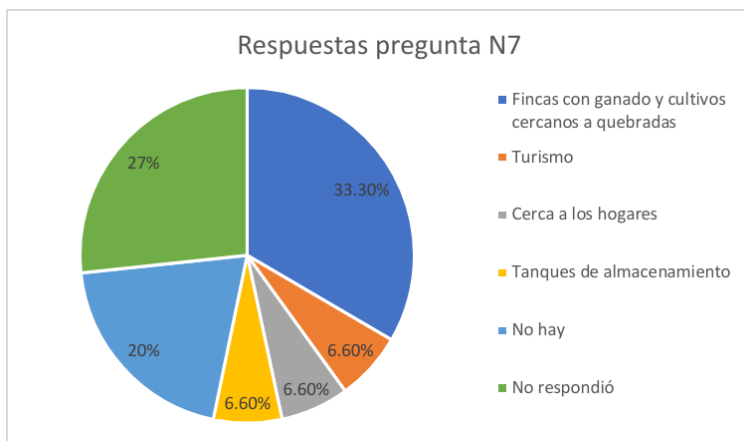


Gráfico 15. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 7.

Hacia la octava pregunta “¿Qué afectaciones a la salud humana están relacionadas con el consumo de agua proveniente del acueducto?” una persona (6.6 %) marcó que Sarpullidos, afectaciones a la piel, dermatitis, microorganismos dermatofágos, úlceras cutáneas están ligados al consumo de agua del acueducto, otra persona señaló la misma opción sumada con Enfermedad diarreica aguda, gastroenteritis, intoxicación, parásitos (*Taenia*, *Ascaris*, Amebas), una tercera persona (6.6 %) añadió a las dos anteriores Proliferación de vectores del Dengue, de la Leishmaniasis u otra afección transmitida por animales, en contraste con 7 personas (46.6 %) que señalaron Enfermedad diarreica aguda, gastroenteritis, intoxicación, parásitos (*Taenia*, *Ascaris*, Amebas) como únicas afectaciones a la salud humana que están relacionadas con el agua que consumen, otra persona (6.6 %) marcó que tanto como la Enfermedad diarreica aguda y la proliferación de vectores tienen que ver con el acueducto, dos personas (13.3) escribieron que no hay ninguna afectación a la salud ligada al agua proveniente del acueducto, finalmente una sola persona (6.6 %) no respondió.

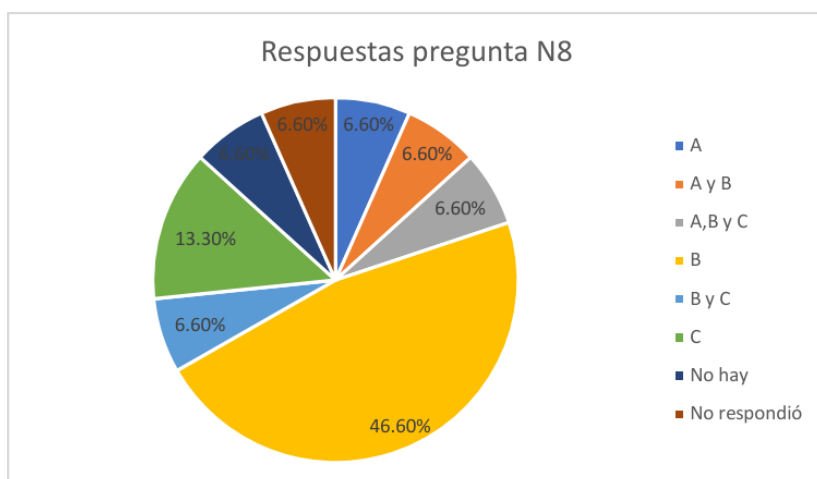


Gráfico 16. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 8.

En la penúltima pregunta se buscó conocer si las personas conocían sobre los análisis de calidad del agua y si alguna vez en Berlín alguna entidad realizó estudios de este tipo, por consiguiente, pudo encontrarse que el 66.6 % de los participantes no conocían sobre estos estudios, mientras que sólo el 13.3 % dijo que si, pero no mencionó a ninguna entidad que los hubiera realizado, por último, un acuerdo 20 % no respondió u omitió la pregunta.

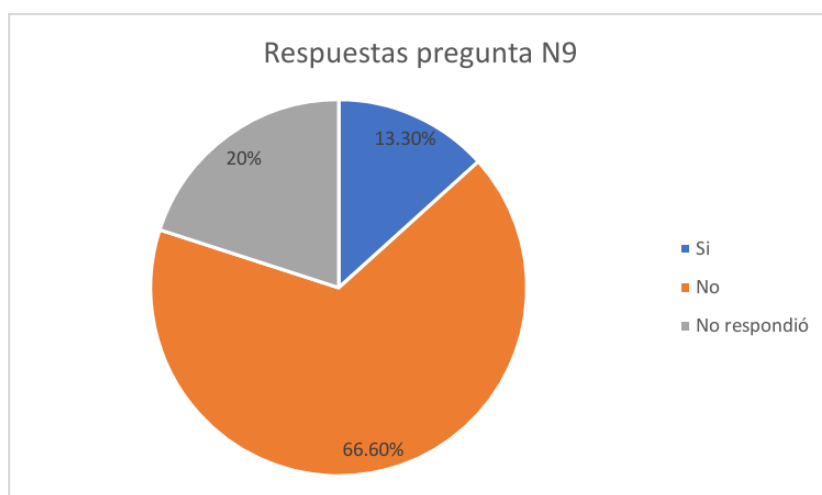


Gráfico 17. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 9.

La última pregunta de la encuesta consistió en conocer si las personas consideraban importante la realización de análisis de calidad del agua dentro de su sistema de acueducto, esto mostró que el 33.3 % de las personas señaló la importancia de los análisis para la salud y mejorar la calidad del líquido, un 20 % solamente para mejorar la calidad del agua, un segundo 20 %

justificó su respuesta en mejoras a la calidad del agua y la presencia de microorganismos, una sola persona (6.6 %) por salud, otro 33.3 % argumentó la importancia de los análisis refiriéndose a los microorganismos y una persona (6.6 %) no respondió.

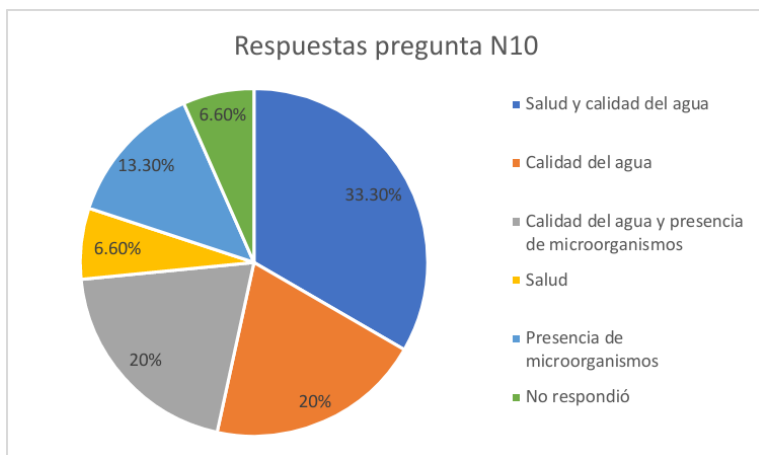


Gráfico 18. Encuesta. Respuestas a pregunta No. 10.

#### 8.1.4 Análisis de Encuesta

En los resultados de la encuesta aplicada es importante reconocer que en el corregimiento de Berlín el agua es más usada en los hogares en comparación con las actividades productivas, esto en consecuencia a que a pesar de ser una zona rural son pocas las personas que se dedican a la agricultura y a la ganadería, no obstante, dentro de las actividades productivas la agricultura es la que más consume agua junto con la ganadería y el turismo. Conectado a ello, está la manera cómo estas actividades inciden sobre el agua de las fuentes de abastecimiento de los hogares siendo los vertimientos de aguas residuales agrícolas y de excrementos de ganado aspectos ambientales ocasionados. Así mismo, los participantes indicaron que el desarrollo de la ganadería y la agricultura se realiza con gran cercanía a las quebradas y nacimientos, siendo inminente la escorrentía y lixiviación tanto de agroquímicos como de excretas de animales domésticos. Por su parte, también fueron señalados los potreros y cultivos de fincas cercanas a más fuentes de agua como puntos contaminantes e incluso los mismos tanques de almacenamiento y áreas habitadas. Adicionalmente, reconocieron que su salud está comprometida por la calidad del agua que reciben del acueducto, ya que, la asocian a enfermedades gastrointestinales y dérmicas como la EDA, gastroenteritis, sarpullidos, a la presencia y proliferación de parásitos y vectores e incluso a brotes de enfermedades zoonóticas.

Por otra parte, queda claro que en Berlín el método más usado para consumir agua de manera segura es la ebullición y que a pesar de ser muy usado el filtro no es eficaz para disminuir la carga microbiana del líquido. También, dentro de las preguntas se buscó saber si los berlineses conocían sobre los análisis de calidad del agua obteniéndose que pocas personas tenían

conocimiento sobre la realización de estos estudios llegando así a que las personas en su mayoría desconocían sobre estos procedimientos. Finalmente, manifestaron que es importante llevar a cabo estudios de este tipo para disminuir los riesgos a la salud desde la mejora en la calidad del agua y la determinación de la presencia de microorganismos patógenos.

### 8.1.5 Resultados de Taller 2 Calidad del agua para consumo humano

Para la culminación de la primera fase se diseñó un taller de seis preguntas con su respectivo texto introductorio acompañado por una charla que fue realizada paralelamente al desarrollo de la actividad.

La primera pregunta consistió en señalar sí los enunciados presentados eran falsos o verdaderos, por lo que, se obtuvo que el 60 % de las personas respondieron correctamente los tres aciertos donde señalaron como verdadero que la calidad del agua está dada por sus características fisicoquímicas y microbiológicas al igual que los análisis de la calidad del agua para consumo humano comprenden la evaluación de sus características fisicoquímicas y microbiológicas, siendo la última respuesta correcta al marcar como falso que los vertimientos no afectan la calidad del agua y por el contrario contribuyen con la dinámica natural de esta al aportar nutrientes y microorganismos beneficiosos para el ambiente, por el contrario, el 33.3 % falló en al menos un enunciado y un 6.6 % no respondió.

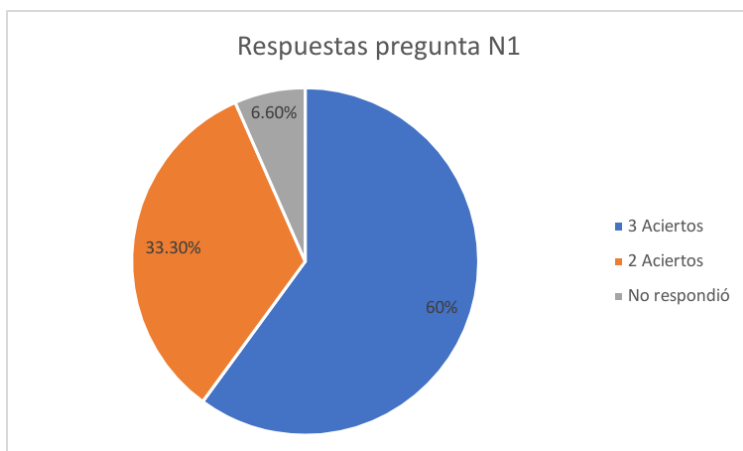


Gráfico 19. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 1.

En la segunda pregunta fueron mostrados varios organismos presentes en aguas con alto riesgo para la salud, desde bacterias hasta platelmintos y protozoos. De modo que una persona (6.6 %) señaló que *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio colerae*, *Taenia* son indicadores de contaminación del agua, al mismo tiempo que un primer 46.6 % seleccionó esta opción junto con *Legionella*, *Giardia*, *Shigella*, *Criptosporidium*, *Dracunculus* y *Salmonella typhi*, *Escherichia*

*coli*, *Streptococcus faecalis*, mientras que un segundo 46.6 % marcó que solamente *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* son indicadores.

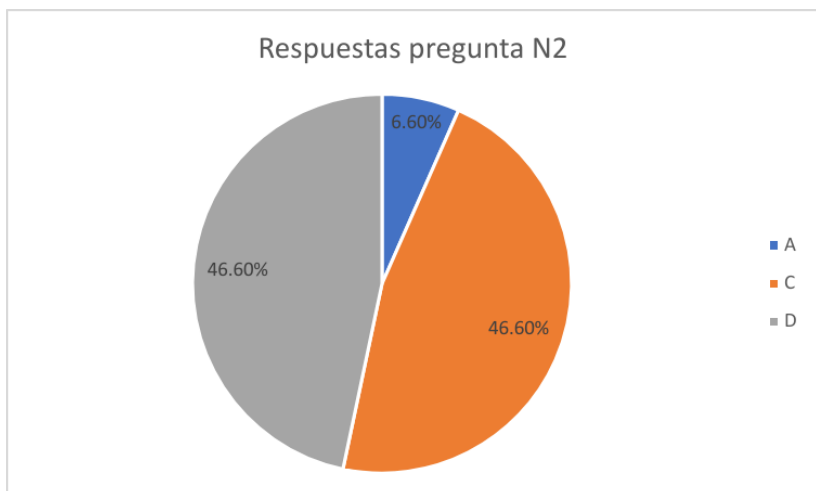


Gráfico 20. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 2.

La tercera pregunta fue del mismo tipo y consistió en señalar las bacterias de origen fecal y de origen doméstico que están en el agua contaminada. El 53.3 % de las personas indicó *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* son de origen fecal y de los vertimientos de hogares, en contraste una persona (6.6 %) marcó *Taenia*, *Ascaris*, *Dracunculus*, otra persona seleccionó *Giardia*, *Criptosporidium*, *Paramecium*, un 13.3 % indicó la Hepatitis A, *Enterovirus*, *Rotavirus*, por último 6 personas (20 %) no respondieron.

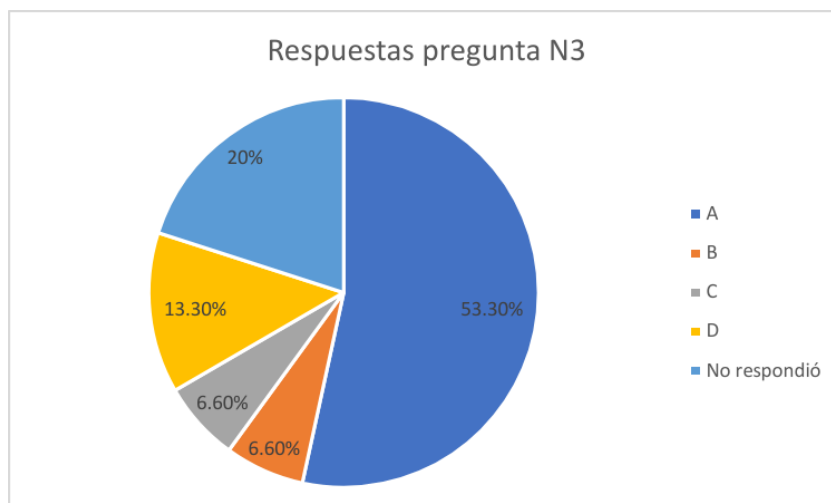


Gráfico 21. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 3.

Cómo cuarta pregunta se pidió a los berlineses que escribieran el nombre de la entidad encargada de realizar los estudios de calidad del agua, como respuestas obtenidas estuvieron la Alcaldía de Samaná con un 40% de personas que la indicaron, ISAGEN el 13.3 %, CORPOCALDAS con 20 %, una persona (6.6 %) señaló al Técnico de sanidad ambiental municipal y otra (6.6 %) a la junta del acueducto, eventualmente, un 13.3 % no respondió.

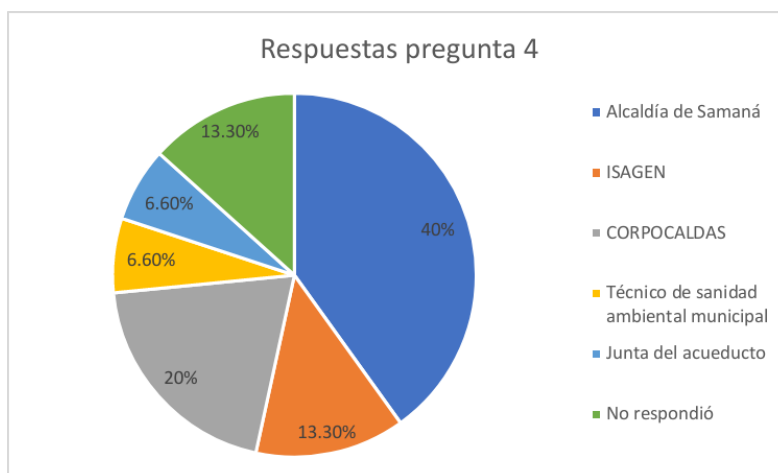


Gráfico 22. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 4.

Después de dilucidar los conocimientos de los habitantes de Berlín acerca de la entidad encargada de los análisis de calidad del agua, fue necesario conocer si tenían presente los conceptos abordados a lo largo de la sesión y aquellos contenidos en el párrafo introductorio junto con el mecanismo de participación ciudadana indicado para hacer frente a una violación de derechos fundamentales relacionados con el consumo de agua, el derecho a la salud, etc. De esta manera, se obtuvo que una sola persona 6.6 % mencionó al decreto 1575 y resolución 2115 de 2007 como las normas del agua para consumo humano en Colombia, dos personas (13.3 %) sólo

escribieron el derecho de petición y la tutela cómo mecanismo de participación ciudadana junto con las respectivas normas, una persona (6.6 %) escribió la entidad encargada pero no el mecanismo de participación ni la norma, otra persona (6.6 %) mencionó la norma y la entidad, dos personas (13.3 %) el mecanismo de participación, una última persona (6.6 %) escribió el mecanismo de participación y la entidad, mientras que la mayoría de participantes (46.6 %) no respondió.

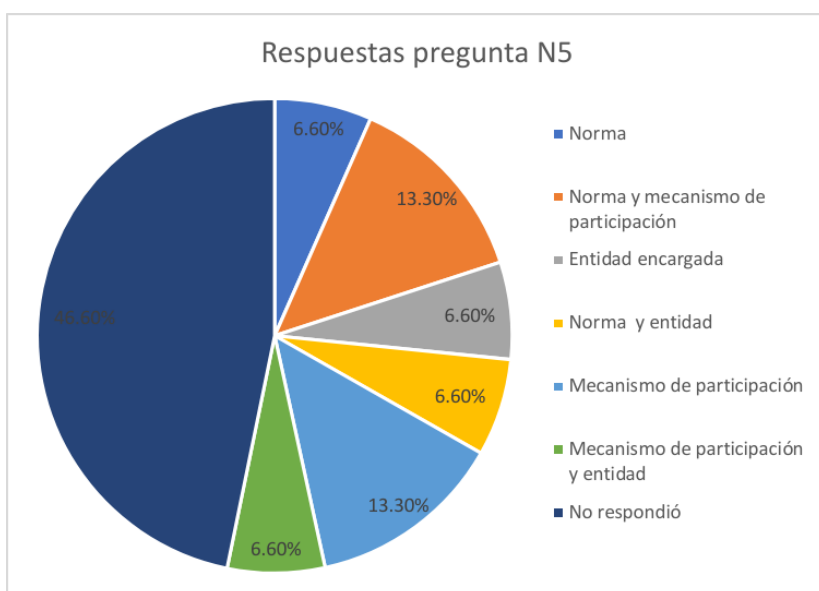


Gráfico 23. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 5.

En un último momento se preguntó acerca de los métodos más seguros para eliminar microorganismos del agua siendo mayormente escogida la opción A Ebullición con 66.6 % como el método más adecuado y seguro, seguido a este estuvo la opción D Todos los anteriores donde tanto la ebullición, como el método sodis, y la coloración fueron seleccionados como seguros.



Gráfico 24. Taller 2. Respuestas a pregunta No. 6.

### 8.1.6 Análisis Taller 2

Después de haber observado las respuestas de quienes participaron en los talleres y la encuesta es pertinente denotar los aspectos emergentes en cada una de las preguntas, por ello, a continuación, son presentados los análisis de la indagación socioambiental en una primera parte, en segundo momento los resultados del análisis bacteriológico y finalmente el contraste entre los dos primeros puntos señalados.

En una tercera oportunidad pudo apreciarse que los habitantes de Berlín reconocen que la contaminación es producida por vertimientos y demás impactos ambientales que alteran sus características fisicoquímicas y microbiológicas de manera que perjudican a quienes la consumen, de modo, que también identifican cuales son los agentes patógenos del agua que implican un alto riesgo para la salud de quienes la consumen. Sin embargo, es de resaltar que a pesar de que conocen los nombres de estos individuos y los identifican como causantes de enfermedades y problemas de salud sólo la mitad de participantes indicó conocer cuáles son las bacterias de origen fecal más frecuentes en el agua, denotando que la población restante confunde los virus, protozoos y parásitos con bacterias.

Análogamente, el conocimiento acerca de cuál es la entidad encargada de realizar los análisis de calidad del agua dentro del corregimiento no es muy clara, debido a que mencionan que entidades ambientales como CORPOCALDAS y empresas privadas como ISAGEN son responsables de dichos estudios, adicionalmente, señalan que es competencia de la Alcaldía del municipio de Samaná o de la junta del acueducto (AUSCOBER), por lo que, desconocen que es deber de la secretaria de salud de Samaná y del Instituto Nacional de Salud. En este sentido, también se halló que las personas no leyeron el párrafo introductorio donde estaban mencionadas las normas del agua para consumo humano en Colombia, así como, fue evidente en muchos participantes el desconocimiento de los mecanismos de participación ciudadana para exponer la vulneración de los derechos fundamentales frente a los riesgos por consumir agua en mala calidad.

## 8.2 Resultados de Análisis Bacteriológico

Los análisis realizados por BIOTRENDS S. A. S fueron recuento de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y coliformes totales, para los dos últimos fue empleada la técnica ISO 9308-1 2014 filtración por membrana y para *P. aeruginosa* los procedimientos contenidos en Standard Methods Ed 23:2017, 9213E (Ver anexo 12). Además, se contó con previa autorización de BIOTRENDS S. A. S para usar los informes de análisis (Ver anexo 14).

Antes de abordar los resultados es necesario señalar que en correspondencia con la resolución 2115 de Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007) son comparados los valores mínimos permisibles para *E coli* y coliformes totales (Ver tabla 2), igualmente es de considerar que según el Ministerio de Protección Social (2007) los valores de *Escherichia coli* y coliformes totales representan el 40 % del IRCA. Adicionalmente, es relevante recordar lo señalado en el marco teórico disciplinar para reconocer que tipo de microorganismos son los coliformes y su importancia, del mismo modo, la Fundación Nacional de la Salud (2013) menciona que las bacterias del grupo pertenecen a la familia Enterobacteriaceae con las especies *Escherichia coli*, *Citrobacter sp*, *Klebsiella sp*, *Enterobacter sp*, *Salmonella sp* y *Shigella sp*, etc.

### 8.2.1 Análisis bacteriológico de la Muestra 1 (Acueducto de Berlín)

Para la primera muestra no se encontró ninguna unidad formadora de colonia (UFC) por tal cumple con los valores señalados por la resolución 2115 para E coli y coliformes totales.

Tabla 3. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N1 Acueducto de Berlín. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-140-0.

Parámetro	Resultados	Unidades	Cumplimiento con Resolución 2115
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	UFC/ 100ml	No aplica
<i>Escherichia coli</i>	0	UFC/ 100ml	Si
Coliformes totales	0	UFC/ 100ml	Si

El agua del acueducto de Berlín no presentó ninguna UFC lo cual está relacionado con las condiciones de lluvia en las cuales fue tomada la muestra, ello muestra que el aumento en el caudal de las quebradas de donde es captada el agua influyó en el muestreo, ya que las concentraciones de microorganismos y minerales fueron diluidas considerablemente. Del mismo modo, por el movimiento acelerado del cauce pudieron haber aumentado las concentraciones de oxígeno disuelto y por ende la carga microbiana disminuyó debido a que al incrementar el oxígeno disuelto disminuye la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que está asociada a la cantidad de materia orgánica presente en el agua que podría contener microorganismos del grupo coliformes. Ver tabla N3.

### 8.2.2 Análisis bacteriológico de la Muestra 2 (Predio el Tesoro)

En los análisis de la segunda muestra es posible apreciar que el agua presenta una alta carga microbiana, siendo 66 las UFC por 100 mL de *Escherichia coli* y mayor a 2000 para coliformes totales, mientras que no se encontró ninguna UFC para *Pseudomonas aeruginosa*. De acuerdo con las UFC encontradas el agua no cumple con la resolución 2115 de 2007. Ver tabla N4 y gráfico 25.

Tabla 4. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N2 Predio el Tesoro. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-141-0.

Parámetro	Resultados	Unidades	Cumplimiento con Resolución 2115
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	UFC/ 100ml	No aplica
<i>Escherichia coli</i>	66	UFC/ 100ml	No
Coliformes totales	>2000	UFC/ 100ml	No

A continuación, se presenta la comparación entre los valores encontrados y la resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).

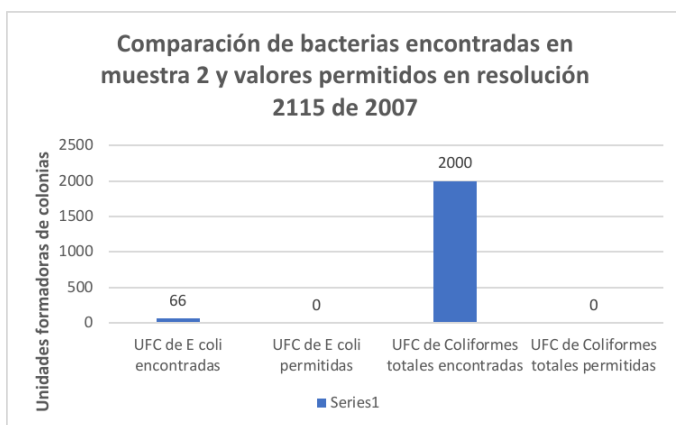


Gráfico 25. Comparación de bacterias encontradas en muestra 2 y valores permitidos en la resolución 2115 de 2007.

El agua procedente del acueducto de Berlín que llega al predio el Tesoro presenta una alta carga microbiana asociada a contaminación por materia fecal, lo cual implica que el agua no cumple con la resolución 2115 de 2007 y posiblemente posee un IRCA alto llegando incluso a ser inviable sanitariamente. Además, puede inferirse que la red de distribución no tiene las condiciones necesarias para garantizar la inocuidad del líquido hacia los hogares, en este sentido la concentración tanto de *E coli* como de coliformes totales muestra que su consumo compromete la salud de quien la bebe directamente del grifo.

### 8.2.3 Análisis bacteriológico de la Muestra 3 (Colegio de Berlín)

La tercera muestra presentó niveles similares a la muestra dos, sin embargo, para *Escherichia coli* las unidades formadoras de colonias fueron 68 UFC por 100 ml, en contraste, para

coliformes totales los valores se mantuvieron mayor a 2000 por 100 ml. De acuerdo a los valores la muestra no cumple con la resolución 2115 de 2007. Ver tabla N5 y gráfico 26.

Tabla 5. Resultados de análisis bacteriológico en muestra N3 Colegio de Berlín. Adaptado de Biotrends S. A. S. (2021). Informe de Análisis No M21-22-142-0.

Parámetro	Resultados	Unidades	Cumplimiento con Resolución 2115
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	UFC/ 100ml	No aplica
<i>Escherichia coli</i>	68	UFC/ 100ml	No
Coliformes totales	>2000	UFC/ 100ml	No

A continuación, se presenta la comparación entre los valores encontrados y la resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007).

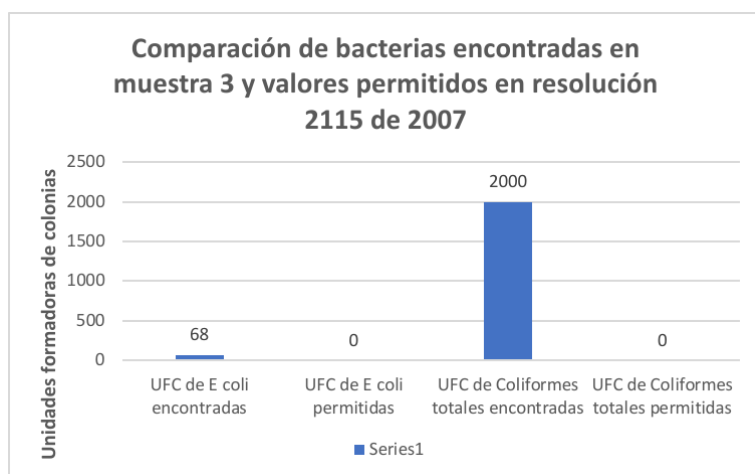


Gráfico 26. Comparación de bacterias encontradas en muestra 3 y valores permitidos en la resolución 2115 de 2007.

El colegio de Berlín es el punto más lejano del acueducto por lo que la presión de agua no va ser igual que en los lugares más cercanos de manera que el caudal también es menor, por lo cual, el agua que sale de los grifos podría recoger una mayor cantidad de microorganismos al pasar por un trayecto más largo, ello está reflejado en el aumento en las unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli* que para el punto dos fueron 66 y en este último lugar 68. Del mismo modo, los valores de coliformes totales se mantuvieron por encima de las 2000 UFC, ello demuestra que el agua que llega a las casas de los habitantes del corregimiento de Berlín posee bacterias procedentes de excretas de animales y que además probablemente la red de distribución debido a su antigüedad contribuye a la proliferación de estos microorganismos debido al aumento en *E. coli* de un punto de muestreo a otro.

### 8.3 Análisis integral de resultados

Los resultados obtenidos tanto en la indagación socioambiental como del análisis bacteriológico, permiten denotar que los puntos de contaminación del agua para consumo humano en el corregimiento de Berlín son las fincas y potreros cercanos a las quebradas y nacimientos de donde es captada el agua por el acueducto, ello puede evidenciarse en las UFC de coliformes totales y *Escherichia coli* encontradas en los puntos de muestreo los cuales indican contaminación por materia fecal, ya sea procedente de los potreros o de conexiones erradas que desembocan cuenca arriba del punto de captación.

Los habitantes del pueblo reconocen los puntos de contaminación y los asocian a la ganadería, la agricultura y los vertimientos domésticos como principales actividades que contaminan el agua de manera directa e indirecta. Además, son reconocidas las afectaciones a la salud que causa la presencia de microorganismos patógenos en el agua para consumo humano, llegando incluso a identificar que en Berlín ya anteriormente se han venido presentando gastroenteritis y enfermedades diarreicas a causa del consumo del líquido sin ningún tratamiento previo como la cloración o la ebullición, así mismo, es importante considerar que esta última es el método más efectivo para disminuir la carga microbiana debido a que al hervir el agua logra eliminar las bacterias al alcanzar los 100°C.

Además, es necesario señalar que los resultados en su totalidad permitieron denotar las fuentes de contaminación microbiológica que alteran la calidad del agua que consumen en el casco urbano del pueblo, a la vez, que posibilitaron a la comunidad conocer acerca de los estudios de calidad del agua para consumo humano, la entidad encargada a nivel municipal de realizarlos y las implicaciones para la salud que causa beber agua sin ningún tratamiento, llegando así a reconocer que las instalaciones del acueducto deben mejorarse incluyendo un sistema de tratamiento para mitigar los riesgos de enfermedades gastrointestinales y dérmicas. Adicionalmente, los habitantes de Berlín conocieron que mecanismos de participación ciudadana, que normas sanitarias y que derechos fundamentales están ligados al consumo humano de agua para así distinguir las herramientas que poseen para enfrentar la problemática que trae implícita un IRCA alto para las zonas rurales del Departamento de Caldas.

Por otro lado, los resultados obtenidos en los análisis bacteriológicos corresponden con valores hallados en trabajos realizados en zonas rurales de Colombia donde se han documentado concentraciones altas para coliformes totales y *Escherichia coli* dentro de los acueductos que abastecen a las poblaciones rurales, por ejemplo, para un estudio bacteriológico de aguas de consumo humano en el municipio de Une-Cundinamarca Estupiñán, et al (2020) señalan que de 13 muestras el 76.9 % presentaron entre 40 y 65 UFC/100 ml de coliformes totales mientras que para *E coli* fueron entre 32 y 65 UFC, lo cual señala que el agua presentó una alta carga bacteriana y que además fueron halladas UFC de *Enterococcus faecalis*. Similarmente, Carrillo (2016) realizó una caracterización bacteriológica en el agua de consumo humano en el municipio

de Villapinzón en las veredas San Pablo y la Joya donde encontró que el líquido no cumple con los límites aceptados por la resolución 2115 de 2007 ya que halló entre 1 y 38 UFC de *E coli* y para coliformes totales entre 3 y 160 UFC por cada 100 ml de muestra tomada directamente del grifo, resultando las 21 muestras tomadas positivas incluso para *Pseudomonas aeruginosa* con un máximo de 356 UFC, lo cual indicó que los habitantes de ese lugar deben hervir el agua para poderla consumir de manera segura debido al inminente riesgo. Paralelo a ello, en Turbaco-Bolívar Petro & Wees (2014) hallaron durante su estudio que las bajas concentraciones de cloro residual libre están relacionadas con la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, siendo encontradas entre 10 y 30 UFC de coliformes totales y para coliformes fecales entre 6 y 21 UFC por 100 ml. Por su parte Ávila & Estupiñán (2011) describen que la calidad bacteriológica del agua es mejor en las zonas urbanas del municipio de Guatavita a diferencia de la zona rural que a pesar de contar con 14 acueductos veredales y un pretratamiento muestra entre 89 y 264 UFC de coliformes totales y para *E coli* desde 55 a 157 UFC /100 ml, de manera que los resultados del presente trabajo muestran que el agua del corregimiento de Berlín no cumple con lo establecido en la legislación vigente para el agua de consumo humano desde el punto de vista bacteriológico, también que la falta de tratamiento influye en la proliferación de microorganismos dentro de los tanques de almacenamiento y la red de distribución pudiéndose llegar a encontrar biopelículas.

En este sentido, es importante considerar que para el 2015 según el Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental (2016) la aceptabilidad de muestras para *E coli* fue del 10.9 % y para coliformes totales 14.8 % por fuera del porcentaje de muestras aceptadas en las zonas urbanas en el departamento de Caldas, manteniéndose el 89.1 % de las muestras tomadas en ese período con un IRCA alto (66.2 %) e inviable sanitariamente (22.9 %) lo cual evidencia que los hallazgos a lo largo de este trabajo corresponden con la realidad del agua para consumo humano en el territorio caldense y en Colombia donde los autores muestran que más del 30 % de la población no consume agua potable, de manera, que al concentrarse mayor cantidad de personas en las ciudades principales de cada departamento se deja del lado en términos sanitarios a aquellas que viven en las periferias.

## 9.0 Conclusiones

- El agua para consumo humano dentro del corregimiento de Berlín posee una alta carga de *E. coli* y coliformes totales, de manera, que no cumple con los límites aceptados por la resolución 2115 de 2007, su consumo de manera directa y sin ningún tipo de método de desinfección representa un alto riesgo para la salud.

- Los habitantes del corregimiento de Berlín son conscientes de la importancia de la calidad del agua para consumo humano, sin embargo, reconocen que dentro del pueblo la calidad del líquido no es buena debido a que la ganadería y la agricultura contaminan con vertimientos los arroyos y quebradas de donde se abastece la mayoría de la población.

- Los habitantes de Berlín demuestran que desconocen los mecanismos de participación ciudadana a pesar de que identifican cuales derechos fundamentales están ligados al consumo de agua, no logran vincularlos con la tutela o el derecho de petición, además, son pocos los que tienen claridad acerca de cuál es la entidad sanitaria encargada de los análisis de calidad del agua dentro de su entorno.

- Los puntos de contaminación microbiológica que contaminan el agua del acueducto veredal son las fincas ganaderas, potreros y zonas de cultivo cercanas a las fuentes hídricas, por lo que, el manejo inadecuado de vertimientos es el principal aspecto ambiental relacionado con la mala calidad del agua.

- Las bacterias presentes dentro del agua para consumo humano del corregimiento de Berlín son coliformes fecales como *Escherichia coli* y aquellas pertenecientes al grupo de coliformes totales.

- Las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) de *Escherichia coli* y coliformes totales para dos de los tres puntos se mantuvieron similares, lo cual implica que dentro de la red de distribución puede haber biopelículas, del mismo modo, para el primer punto de muestreo es importante considerar que las condiciones climáticas influyeron en la dilución del agua por lo que los análisis bacteriológicos realizados a esta muestra señalaron la ausencia de microorganismos, no obstante, los valores encontrados en el agua de los puntos 2 y 3 junto con los puntos de contaminación señalados por los habitantes de Berlín demuestran que la alteración en la calidad del agua se da por vertimientos agropecuarias, específicamente por excretas de animales.

## 10.0 Recomendaciones

Para próximos estudios de calidad del agua dentro del corregimiento de Berlín se sugiere realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica completa, ello en orden de valorar las diferentes características del agua y poder calcular el IRCA, además, es relevante realizar un muestro desde las fuentes de abastecimiento hasta el colegio de Berlín, empleando como mínimo dos replicas por punto y cuatro puntos de muestreo, en orden de abarcar la totalidad de la red de distribución y reducir el margen de error en los procedimientos realizados.

Del mismo modo, es requerida la evaluación de los procedimientos realizados en el sistema de acueducto debido a que el constante mantenimiento, la verificación de los procedimientos y la adecuada dosificación de cloro podría disminuir la concentración de bacterias y otros microorganismos presentes en el agua. Así mismo, es requerido establecer la utilidad del filtro en los hogares puesto que solo retiene partículas de tierra, arena y piedras más no microorganismos como suponen quienes lo usan, de manera que la ebullición es el método más efectivo para disminuir la carga microbiana del agua.

Realizar análisis de calidad del agua (análisis fisicoquímico y microbiológico) cada seis meses en el corregimiento para examinar las características del agua y tomar acciones para disminuir el IRCA conforme se van realizando estudios en Berlín. Paralelo a ello, es de considerar la realización de campañas informativas sobre el manejo responsable y cuidado del agua para dar a conocer a la comunidad las prácticas que contribuyen con dichas actividades y la disminución de la contaminación hídrica en el pueblo.

## 11.0 Referencias

- Alcaldía municipal de Samaná. (2020). Nuestro municipio. En línea <http://www.samanacaldas.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcántara da Silva, M. Guimarães, E. & Aparecida, C. (2017). Análise socioambiental e microbiológica da água em trechos da Microbacia do Ríó de Janeiro, Barreiras, Bahía. *GEOSABERES: Revista de Estudos*, 8 (16), 12-22. doi: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v8i16.603/>
- American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Andrade, M. & Muñoz, C. (2004). El taller crítico: Una propuesta de trabajo interactivo. *Tabula Rasa*, (2). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/26475381\\_El\\_taller\\_critico\\_Una\\_propuesta\\_de\\_trabajo\\_interactivo](https://www.researchgate.net/publication/26475381_El_taller_critico_Una_propuesta_de_trabajo_interactivo)
- APHA. (2012). Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water. (22 Ed.). EE.UU: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Atlas, R. & Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Editorial Addison Wesley. Cuarta edición. Bogotá. Colombia.
- Ávila, S. & Estupiñán, S. (2012). Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. *Revista Cubana de higiene y epidemiología*, 50 (2). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032012000200004&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000200004&lng=es&tlng=es)
- Barahona, Y. Luna, J. & Romero, I. (2017). Calidad bacteriológica del agua de los ríos Manaure y Casacará, Departamento del Cesar, Colombia. *Luna azul*, (46),106-124. Recuperado de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/3110>
- Biotrends S. A. S (2021). Informe de Análisis No M21-22-140-0. Bogotá. Colombia.
- Biotrends S. A. S (2021). Informe de Análisis No M21-22-141-0. Bogotá. Colombia.
- Biotrends S. A. S (2021). Informe de Análisis No M21-22-142-0. Bogotá. Colombia.
- Boschi, C. Velebit, L. & Shibuya, K. (2008). Estimating child mortality due to diarrhoea in developing countries. *Bulletin of the World Health Organización*, 86, (9). <https://doi.org/10.2471/blt.07.050054>

- Burgos, C., Aleán, A., & Estrada, P. (2018). Evaluación de las características fisicoquímicas y Microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba. *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 35-51. Córdoba. Colombia. doi: <https://doi.org/10.23850/23899573.1631>
- Cabrera, A. & García, E. (2006). *Identificación de microorganismos indicadores y determinación de puntos de contaminación en aguas superficiales provenientes del cementerio Jardines del Recuerdo ubicado en el norte de Bogotá*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8283>
- Carrillo, C. (2016). Caracterización y análisis microbiológico del agua de consumo humano en el municipio de Villapinzón. [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/17850>
- Casado, M. Torrico, G. & Medina, M. (2012). Medios de cultivo en un Laboratorio de Microbiología. *Revista de investigación*, 2 (4). Recuperado de <https://libroslaboratorio.files.wordpress.com/2012/09/medios-de-cultivo-en-un-laboratorio-de-microbiologc3ada.pdf>
- Cázares, M. & Alcántara, A. (2014). Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana 127-SSA1-1994. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- Conde, D. (2012). *Factores de riesgo para la adquisición de Bacteriemia por Enterococcus faecalis y Enterococcus faecium*. [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona]. Recuperado de <https://www.tesisenred.net/handle/10803/284486>
- Congreso de Colombia. (1994). Servicios Públicos Domiciliarios. Ley 142. Recuperado de <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-142-1994>
- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de desastre. (2018). Plan Municipal de la Gestión del Riesgo de Desastres. Samaná. Caldas.
- Díaz, A. Chingaté, N. Muñoz, D. Olaya, W. Perilla, C. & Sánchez, K. (2009). Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. *Estudios socio-jurídicos*, 11 (1). Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73311610005>
- Díaz, J. & Granada, C. (2016). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del Río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1). doi: <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.59728>
- Díaz, M. Rodríguez, C. & Zhurbenko, R. (2010). Aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 48 (2). La Habana. Cuba. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223217613006>

- Estupiñán, S. & Ávila de Navia, S. (2010). Calidad físico-química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca. *NOVA Publicación Científica en ciencias Biomédicas*, 8(14). doi: <https://doi.org/10.22490/24629448.451>
- Estupiñán, S. Ávila, S. Barrera, D. Baquero, R. Díaz, D. & Rodríguez, A. (2020). Características bacteriológicas, físicas y pH del agua de consumo humano en el municipio de Une-Cundinamarca. *NOVA* 2020, 18 (33), 101-112. Recuperado de <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1085>
- Farfán, A. Ariza, S. Vargas, F. & Vargas, L. (2016). Mecanismos de virulencia de Escherichia coli Enteropatógena. *Revista Chilena Infectol.* 33. (4). Bucaramanga. Colombia. En línea [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182016000400009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182016000400009)
- Florez, L. (2003). *Caracterización fenotípica y genotípica de estirpes de Salmonella Choleraesuis aisladas de ambientes marinos*. [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Recuperado de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Basic/flores\\_al/flores\\_al.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Basic/flores_al/flores_al.htm)
- Fundación Nacional de la Salud. (2013). Manual práctico de análisis de agua. Cuarta edición. Funasa. Brasilia. Brasil.
- Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Revista dinámica ambiental*, (1). doi: <https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>
- Guerrero, G. Moreno, A & Garduño, H. (1982). El sistema hidráulico del Distrito Federal. Departamento del Distrito Federal. DGCOH. México.
- Guzmán, L. Nava, G. & Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia 2008-2012. *Biomédica*. 35(2), 177-90. Instituto Nacional de Salud. doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- Instituto Nacional de Salud. (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. ISBN: 978-958-13-0147-8. Bogotá. Colombia.
- Instituto Nacional de Salud. (2012). Informe del Evento Mortalidad por Enfermedad diarreica aguda en menores de cinco años, y mortalidad en Todos los grupos de edad, año 2012. ISSN: 2357-6189. Bogotá.
- Instituto Nacional de Salud & Grupo salud ambiental. (2016). Estado de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano-2015.
- Lösch, L. & Merino, L. (2016). Presencia de Legionella spp. En depósitos domiciliarios de agua potable en Resistencia. *Revista Argentina de Microbiología*. 48(3), 329-332. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.07.002>

- Maciel, M. Otenio, H. Zamberlan, E. Guilhermeti, M. Vataru, C. Ueda-Nakamura, Tania. & Prado, B. (2006). Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1871/187115870003>
- Madigan, M. Martinko, J & Parker, J. (2012). Brock Biología de los Microorganismos. Editorial Pearson. 10 edición. Madrid. España.
- Madigan, M. Martinko, J. Bender, K. Buckley, D. & Stahl, D. (2015). Brock. Biología de los Microorganismos. Editorial Pearson. 14 edición. Madrid. España.
- Ministerio de Ambiente. Secretaría de estado de aguas y costas. & Dirección general de obras hidráulicas y calidad de las aguas. (2000). Libro blanco del agua en España.
- Ministerio de Protección social. (2007). Decreto 1575. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=20571&cadena=a>
- Ministerio de Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=20571&cadena=a>
- Ministerio de Protección social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Resolución 0811. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=20571&cadena=a>
- Ministerio de Salud. (1979). Código Nacional Sanitario Ley 9. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0009\\_1979.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html)
- Ministerio de Salud y Protección Social & Instituto Nacional de Salud. (2015). Evaluación de riesgos en inocuidad de alimentos. Perfil de riesgo de *Escherichia coli* enterotoxigénica y verotoxigénica en queso fresco. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-peligros-biologicos-en-leche.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. Ginebra. Suiza. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>
- Pajares, E. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV20120115643>
- Páramo, P. & Otálvaro, G. (2006). Investigación alternativa: Por una distinción entre posturas epistemológicas y no entre métodos. Cinta de moebio. Universidad de Chile. Santiago de

Chile. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/250917399> Investigacion alternativa

Parra, M. Durango, J. & Máttar, Salim. (2002). Microbiología, patogénesis, epidemiología clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por Salmonella. Instituto de investigaciones biológicas del trópico. Universidad de Córdoba. *MVZ Córdoba*, 7(2). doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.521>

Paz, V. Mangwani, S. Martínez, A. Álvarez, D. Gálvez, S. & Vázquez, R. (2019). Pseudomonas aeruginosa: Patogenicidad y resistencia antimicrobiana a la infección humana. *Revista Chilena Infectol*, 36 (2), 180-189. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000200180>

Petro, A & Wees, T. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco, Bolívar, Caribe Colombiano*. [ Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12585/1725>

Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação*, 31 (1). Universidad Federal de Santa María. Santa María. Rs. Brasil. doi: <http://dx.doi.org/10.5902/19846444>

Ríos, M. (31 de julio de 2020). Las autoridades cierran 10 minas ilegales en el oriente de Caldas. Caracol Manizales. Manizales. Caldas. Colombia. Recuperado de [https://www.google.com/amp/s/caracol.com.co/emisora/2020/07/31/manizales/1596226149\\_899262.amp.html](https://www.google.com/amp/s/caracol.com.co/emisora/2020/07/31/manizales/1596226149_899262.amp.html)

Ríos, S. Agudelo, R. & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Romeu, B. Larrea, J. Lugo, D. Rojas, N. & Heydrich, M. (2012). Calidad microbiológica de las aguas del río Luyanó. La Habana, Cuba. *Revista CENIC. Ciencias biológicas*, 43 (3). Recuperado de

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.redalyc.org/pdf/1812/181226874006.pdf&ved=2ahUKEwjrtP6ig43sAhWEjFkKHc4eBqMQFjAAegQIBhAB&usg=AOvVaw2UADPOMsGu2ffRz8GRUPxX>

Sanz, S. (2011). Prácticas de microbiología. Segunda edición. Universidad de la Rioja. España.

Socarras, S. Díaz, M. & Saéz, A. (2013). Talleres metodológicos interactivos para la preparación de los profesores guías de la carrera de medicina. *Humanidades médicas*, 13 (1), 193-22. Recuperado de

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1727-81202013000100012&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1727-81202013000100012&lng=es&nrm=iso)

Varon, L. (2014). *Uso de las plantas de tratamiento de agua potable en acueductos rurales*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52929>

## Anexos

### Anexo 1

**Universidad Pedagógica Nacional**  
**Línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación**  
**Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el corregimiento de Berlín**  
**(Samaná-Caldas)**

**Taller 1 Presentación del proyecto y reconocimiento de ideas previas**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

#### **Introducción**

El presente trabajo tiene como objeto principal el análisis bacteriológico del agua que consumen los habitantes del corregimiento de Berlín a partir de la indagación socioambiental en campo y de la aplicación de técnicas de laboratorio para identificar, cuantificar y aislar las especies bacterianas que representan un riesgo para la salud de los Berlineses.

Lo anterior se plantea desde la importancia que tiene el agua como uno de los recursos naturales necesarios para llevar a cabo actividades como la alimentación, las prácticas de higiene y la recreación. Es de resaltar, que los usos del líquido están determinados por su calidad a nivel microbiológico y Fisicoquímico por lo que la alteración de algunas de estas características compromete la salud de los consumidores con la generación de enfermedades de origen biológico o aquellas asociadas a la presencia de compuestos tóxicos como pesticidas o desechos químicos.

Ligado a ello, están las actividades económicas que afectan la calidad del agua con los vertimientos líquidos de excretas de ganado o con la aplicación de agroquímicos en los cultivos que por escorrentía son arrastrados por la lluvia hacia los ríos y quebradas, de manera, que el agua es contaminada por sus mismos consumidores debido al manejo inadecuado que realizan y a las prácticas agropecuarias irresponsables. En este sentido, es imprescindible abordar las problemáticas alrededor del agua para consumo humano en el corregimiento de Berlín, las actividades que intervienen de manera negativa y las características bacteriológicas que afectan a sus habitantes.

**Responda las preguntas y enunciados que se presentan a continuación de acuerdo a sus conocimientos sobre importancia, usos y aspectos relacionados con el agua:**

1. ¿ Por qué considera importante el agua para la vida?

---

---

---

**2.** ¿ A qué derechos de la constitución política de Colombia está ligado el consumo de agua dentro de las poblaciones humanas como un aspecto fundamental para el cumplimiento?

**A.** Derecho a la vida, derecho a un ambiente sano, derecho a la salud, derecho a la libertad de culto

**B.** Derecho a la libertad de expresión, derecho a la libertad de conciencia

**C.** Derecho al trabajo, derecho de circulación y residencia

**D.** Derecho a la privacidad, derecho a la sindicalización

**3** Teniendo en cuenta su historia de vida dentro del corregimiento de Berlín indique cuáles son las principales fuentes hídricas de donde se abastece la población y los mecanismos empleados para que llegue a su hogar:

---

---

---

**4.** De acuerdo al enunciado presentado coloque F si es falso y V si es verdadero:

A- El cuerpo humano está constituido por más de un 70 % de agua \_\_\_\_\_

B- Los municipios de Norcasia y Samaná son aquellos con mayor oferta hídrica dentro del departamento de Caldas \_\_\_\_\_

C- El consumo de agua directamente de las fuentes hídricas es peligroso debido a que puede contener microorganismos y sustancias que afecten la salud \_\_\_\_\_

D- Los jabones y detergentes vertidos en el agua ayudan al mantenimiento de la salud de los ecosistemas y hacen que el agua esté más limpia al momento de beberla \_\_\_\_\_

E- El vertimiento de las aguas del baño y la cocina no afecta la calidad del agua de las quebradas donde desembocan los desagües \_\_\_ por ende el agua a medida que recorre el pueblo no sufre ninguna afectación.

**5.** Pasados varios años desde el trasvase de Río Manso considera usted que esta obra afectó el consumo de agua dentro del corregimiento? Por favor justifique su respuesta.

---

---

---

**6.** Son deberes de la entidad prestadora del servicio de acueducto:

A- Llevar a cabo actividades de limpieza y mantenimiento al acueducto, garantizar la inocuidad del líquido y la correcta distribución de este.

B- Prestar el servicio y cobrar sus honorarios

C- Realizar actividades de socialización con la comunidad para ampliar la cobertura del acueducto

D- Dirigir actividades para la protección del agua

**7.** En cuanto al agua para consumo humano las entidades correspondientes poseen los siguientes deberes (Secretaría de salud, CORPOCALDAS, Instituto Nacional de Salud)

A- Vigilar, controlar, diagnosticar y publicar en la respectiva base de datos la calidad del agua para consumo humano en los lugares de su jurisdicción.

B- Realizar actividades de chequeo médico y recetar medicamentos anualmente

C- Capacitar a la comunidad en análisis de aguas

**8.** ¿Por qué considera importante que el corregimiento cuente con servicio de acueducto? ¿Cree necesario mejorar los procesos realizados en las instalaciones?

---

---

---

---

**Anexo 2****Encuesta sobre los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica**

<b>Ficha técnica de la encuesta sobre los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica</b>	
Entidad a la que se suscribe la encuesta	Universidad Pedagógica Nacional
Nombre del encuestador	Rodrigo Alfonso Pinzón Torres
Nombre del proyecto de investigación	Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el corregimiento de Berlín (Samaná-Caldas)
Objetivo de la encuesta	Identificar los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica.
Universo de estudio	Habitantes del corregimiento de Berlín
Tamaño de la muestra	15 personas Cabeza de familia del corregimiento de Berlín
Tipo de encuesta	Tipo descriptiva
Cantidad de preguntas del cuestionario	10

**Universidad Pedagógica Nacional****Línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación****Encuesta sobre los conocimientos que tienen los habitantes del corregimiento de Berlín acerca del manejo del agua para consumo humano y su asociación con la contaminación bacteriológica**

**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Cantidad de personas que conforman su núcleo familiar** \_\_\_\_\_

1. ¿Qué usos le da al agua que recibe del acueducto del corregimiento?
  - A- Domésticos (Alimentación, higiene personal)
  - B- Recreativos
  - C- Productivos (Riego de cultivos, alimentación de ganado, mantenimiento y limpieza de galpones o piasas)
  - D- Otros \_\_\_\_\_

2. Conociendo que no hay un tratamiento adecuado para la potabilización del agua que provee el acueducto de Berlín ¿Cuáles son los métodos de desinfección o tratamiento que usted emplea para su consumo en el hogar?
- A- Filtración
  - B- Cloración
  - C- Ebullición (Hervir)
  - D- Sodis (Botella transparente expuesta al sol)
  - E- Ninguno
  - F- Otros \_\_\_\_\_
3. ¿Qué actividades productivas considera usted realiza para un mayor uso del agua en el corregimiento?
- A- Agricultura
  - B- Ganadería de especies mayores o menores
  - C- Hotelería, turismo y restaurantes
  - D- Otros \_\_\_\_\_
4. ¿Cómo cree que inciden las actividades productivas en la calidad del agua que recibe en su hogar?
- A- Contaminan el agua con vertimientos de excrementos, aguas de lavado y residuos sólidos
  - B- Ayudan a su cuidado y garantizan que mantenga sus características naturales sin ninguna alteración
  - C- Su presencia no contamina ni contribuye con el mantenimiento de las fuentes hídricas
  - D- Otro \_\_\_\_\_
5. Teniendo en cuenta las preguntas 3 y 4 ¿Cuál es la actividad que genera mayor contaminación sobre las fuentes de agua que recoge el acueducto?
- A- Ganadería de especies mayores o menores
  - B- Agricultura
  - C- Hotelería, turismo y restaurantes
  - D- Otros \_\_\_\_\_
6. En términos de distancia aproximada ¿Con que cercanía al acueducto o a las quebradas que lo abastecen se realizan actividades productivas que logren alterar la calidad del agua?
- A- Menos de 100 metros
  - B- Entre 100 y 200 metros
  - C- Entre 200 y 300 metros
7. ¿Considera que existen puntos notables de contaminación sobre el agua que consumen los habitantes del corregimiento? De ser así indique de manera abreviada cuales son y donde están ubicados:
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
8. ¿Qué afectaciones a la salud humana están relacionadas con el consumo de agua proveniente del acueducto?

- A-** Sarpullidos, afectaciones a la piel, dermatitis, microorganismos dermatofágos, úlceras cutáneas.
- B-** Enfermedad diarreica aguda, gastroenteritis, intoxicación, parásitos (*Taenia*, *Ascaris*, Amebas)
- C-** Proliferación de vectores del Dengue, de la Leishmaniasis u otra afección transmitida por animales.
- D-** Otro \_\_\_\_\_
- 9.** ¿Conoce acerca de los análisis de la calidad del agua? ¿Sabe si en el corregimiento se han realizado este tipo de estudios? De ser afirmativa su respuesta por favor indique cuando se realizó y que entidad participó.
- Si \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- No\_\_
- 10.** ¿Considera importante la realización de este tipo de estudios? Por favor justifique su respuesta.
- Si \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- No \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**Anexo 3****Universidad Pedagógica Nacional****Línea de investigación Biodiversidad, Biotecnología y Conservación****Análisis bacteriológico del agua de consumo humano en el corregimiento de Berlín (Samaná-Caldas)****Taller 2 calidad del agua para consumo humano**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Introducción**

Los cambios y alteraciones en la calidad del agua son producto de la intervención de diversos factores de origen natural y antrópicos, que en ocasiones perjudican a las poblaciones de organismos que las consumen, desde el aumento en las concentraciones de minerales, sedimentos o microorganismos patógenos que causan afectaciones a la salud. Dentro de las alteraciones antrópicas más importantes tenemos la contaminación hídrica a causa del vertimiento de aguas residuales de origen industrial, doméstico y agropecuario que por su contenido de materia orgánica y compuestos químicos disminuyen el oxígeno del agua y promueven la proliferación de algunos microorganismos peligrosos, cambian la tensión superficial del agua y la dejan limitada a unos pocos usos como el riego o desagüe.

Entendiendo esta situación y la incidencia de la contaminación en las fuentes de agua como ríos y quebradas es preocupante que parte del agua contaminada haga parte de aquella que se destina para el consumo humano, por lo que, es necesario el control de la calidad del agua por parte de las entidades sanitarias correspondientes a través de los análisis de laboratorio donde son evaluadas las características fisicoquímicas y microbiológicas que hacen posible consumir el líquido sin que este represente un riesgo para la salud. Dentro de los principales instrumentos empleados para la vigilancia y control de la calidad del agua está el Índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano (**IRCA**) que a partir de su fundamento en el decreto 1575 de 2007 y en la resolución 2115 de 2007 evalúa si el agua representa un riesgo alto, bajo o ninguno para las comunidades donde se consume y establece el mapa de riesgo para la calidad del agua de acuerdo a las revisiones elaboradas por las entidades encargadas.

Tomando como punto de partida los estudios sobre la calidad del agua y las anteriores actividades presentadas se da a conocer la importancia de los análisis microbiológicos del agua para consumo humano, su relación con las afectaciones a la salud por ingesta y contacto con agua contaminada, junto con la relevancia que tienen las prácticas agropecuarias con el manejo y cuidado de las fuentes hídricas.

**Responda las preguntas y enunciados que se presentan a continuación de acuerdo a sus conocimientos****1. De acuerdo con el enunciado presentado coloque F si es falso y V si es verdadero**

- A.** La calidad del agua está dada por sus características fisicoquímicas y microbiológicas \_\_\_
- B.** Los análisis de la calidad del agua para consumo humano comprenden la evaluación de sus características fisicoquímicas y microbiológicas \_\_\_
- C.** Los vertimientos no afectan la calidad del agua y por el contrario contribuyen con la dinámica natural de esta al aportar nutrientes y microorganismos beneficiosos para el ambiente \_\_\_

**2.** Son organismos indicadores de contaminación en el agua y su presencia representa un riesgo para la salud de quiénes la consumen:

- A.** *Pseudomonas aeruginosa, Vibrio colerae, Taenia*
- B.** Legionella, Giardia, *Shigella, Criptosporidium, Dracunculus*
- C.** *Salmonella typhi, Escherichia coli, Streptococcus faecalis*
- D.** Todos los anteriores

**3.** Son las bacterias más frecuentes en el agua contaminada con excretas de animales y vertimientos domésticos:

- A.** *Escherichia coli, Salmonella typhi, Streptococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa*
- B.** *Taenia, Ascaris, Dracunculus*
- C.** Giardia, Criptosporidium, *Paramecium*
- D.** Hepatitis A, Enterovirus, Rotavirus

**4.** ¿Cual es la entidad encargada de realizar los estudios de calidad del agua dentro del corregimiento de Berlín?

---

**5.** Teniendo problemas de salud frecuentes dentro de su comunidad asociados a la mala calidad del agua ¿A qué norma (Ley, Decreto o resolución) acudiría para exigir a las entidades sanitarias realizar estudios de aguas? ¿Qué mecanismo de participación ciudadana emplearía para sustentar que se están vulnerando los derechos fundamentales y generar mayor atención? ¿Cómo cree que podría ayudar a mitigar esta problemática?

---



---



---



---

**6.** ¿Cuáles de los siguientes son los métodos de desinfección más adecuados para consumir agua sin preocupaciones?

- A. Ebullición
- B. Cloración
- C. Sodis
- D. Todos los anteriores

**Anexo 4 Acta de concertación de puntos de muestreo**  
**ACTA DE CONCERTACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PARA EL DIAGNÓSTICO**  
**DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL**  
**CORREGIMIENTO DE BERLÍN**

En correspondencia con lo establecido por la resolución 0811 de 2008 y la resolución 2115 de 2007 se elabora la presente **ACTA DE CONCERTACIÓN PARA LUGARES Y PUNTOS DE MUESTREO** en el corregimiento de Berlín en el municipio de Samaná entre la Asociación de usuarios de servicios colectivos de Berlín (AUSCOBER) como entidad prestadora del servicio de acueducto representada por \_\_\_\_\_ la Corregiduría a cargo de \_\_\_\_\_ junto con la junta de acción comunal representada por \_\_\_\_\_ quienes concertaron los siguientes lugares y puntos de muestreo, para el diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano:

<b>Departamento</b>	Caldas	<b>Municipio</b>	Samaná
<b>Persona prestadora</b>	Junta de usuarios de servicios colectivos de Berlín (AUSCOBER)		
<b>Dirección</b>	Acueducto veredal de Berlín	<b>Teléfono</b>	
<b>Fuente de abastecimiento</b>	Quebradas aledañas al acueducto veredal		
<b>Coordenadas</b>	5°35'43.4 N 74°57'07. 8" W		

<b>Código</b>	<b>Lugar de toma</b>	<b>Dirección</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Punto de toma</b>	<b>Institución</b>
<b>001</b>	Acueducto veredal del corregimiento de Berlín (Caja de inspección)	Acueducto de Berlín	5°35'43.4 N 74°57'07. 8 W	Sistema de acueducto	<b>Acueducto veredal de Berlín</b>
<b>002</b>	Red de distribución	Predio el tesoro	5°35'41. 9 N 74°56'57.7 W	Red de distribución	Cercanías al parque central
<b>003</b>	Red de distribución	Institución Educativa Berlín	5°35'50.0 N 74°56'40. 1 W	Red de distribución	Institución educativa Berlín

\_\_\_\_\_  
**Firma presidente AUSCOBER.**  
**acción comunal**

\_\_\_\_\_  
**Firma corregidor**

\_\_\_\_\_  
**Firma presidente Junta de**

### Anexo 5 Formato de Acta de toma de muestras

<b>Acta de toma de muestras de agua para consumo humano</b>				
Nombre de la empresa de acueducto o de la entidad encargada				
<b>Información del solicitante o interesado en el estudio</b>				
Nombre				
Número de teléfono				
Correo electrónico				
<b>Ubicación del acueducto o del punto de muestreo</b>				
Departamento	Municipio	Localidad	Dirección	
Caldas	Samaná	Corregimiento de Berlín		
<b>Datos generales de la muestra</b>				
Fecha de toma		Hora de toma		
Punto de toma concertado	Si___ No___	Código de punto		Código de muestra
Tipo de agua	Cruda_____ Tratada_____	Fuente de abastecimiento	Río _____ Quebrada _____ Arroyo _____ Pozo__ Otros _____	
<b>Objeto de análisis:</b> Vigilancia ___ Diagnóstico ___ Control ___				
<b>Tipo de análisis a realizar:</b> Microbiológico ___ Metales ___ Físicoquímico ___ Plaguicidas _____				
<b>Análisis en el sitio</b>				
pH	Temperatura ambiental	Temperatura de la muestra	Número de replicas y volumen de muestra	Observaciones
<b>Localización del punto de toma</b>				
Localidad o vereda	Lugar	Dirección	Coordenadas geográficas	
			Latitud	
			Longitud	
<b>Recepción de muestra en el laboratorio</b>				
Fecha de recepción	Hora de recepción	Código de la muestra	Observaciones durante el período de recepción	



## Anexo 7 Acta de concertación diligenciada

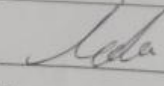
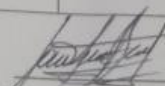
### ACTA DE CONCERTACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CORREGIMIENTO DE BERLÍN

Abril 15 de 2021

En correspondencia con lo establecido por la resolución 0811 de 2008 y la resolución 2115 de 2007 se elabora la presente ACTA DE CONCERTACIÓN PARA LUGARES Y PUNTOS DE MUESTREO en el corregimiento de Berlín en el municipio de Samaná entre La asociación de usuarios de servicios colectivos de Berlín (AUSCOBER) como entidad prestadora del servicio de acueducto representada por [Firma] y la Corregiduría a cargo de [Firma] junto con la junta de acción comunal representada por [Firma] quienes concertaron los siguientes lugares y puntos de muestreo, para el diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano:

Departamento	Caldas	Municipio	Samaná
Persona prestadora	Junta de acción comunal del corregimiento de Berlín		
Dirección	Acueducto veredal de Berlín	Teléfono	
Fuente de abastecimiento	Quebradas aledañas al acueducto veredal		
Coordenadas	5°35'43.4 N 74°57'07.8"W		

Código	Lugar de toma	Dirección	Coordenadas	Punto de toma	Institución o lugar
001	Acueducto veredal del corregimiento de Berlín (Caja de inspección)	Acueducto de Berlín	5°35'43.4 N 74°57'07.8"W	Sistema de acueducto	Acueducto veredal de Berlín
002	Red de distribución	Predío el tesoro	5°35'41.9 N 74°56'57.7 W	Red de distribución	Cercanía al parque central
003	Red de distribución	Institución educativa Berlín	5°35'50.0"N 74°56'40.1"W	Red de distribución	Institución educativa Berlín


Firma presidente AUSCOBER      Firma corregidor      Firma presidente Junta de Acción Comunal

### Anexo 8 Acta de toma de muestras punto 1

#### Acta de toma de muestras

Adaptado de " Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio " Instituto Nacional de Salud. 2011.

Acta de toma de muestras de agua para consumo humano				
Nombre de la empresa de acueducto o de la entidad encargada		AUSCOBER		
Información del solicitante o interesado en el estudio				
Nombre				
Número de teléfono				
Correo electrónico				
Ubicación del acueducto o del punto de muestreo				
Departamento	Municipio	Localidad	Dirección	
Caldas	Samaná	Corregimiento de Berlín		
Datos generales de la muestra				
Fecha de toma	27/04/2021	Hora de toma	3:10 Am	
Punto de toma concertado	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Código de punto	1	Código de muestra 1
Tipo de agua	Cruda <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/>	Fuente de abastecimiento		
		Río <input type="checkbox"/>	Quebrada <input checked="" type="checkbox"/>	
		Arroyo <input checked="" type="checkbox"/>	Pozo <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
Objeto de análisis: Vigilancia <input type="checkbox"/> Diagnóstico <input checked="" type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/>				
Tipo de análisis a realizar: Microbiológico <input checked="" type="checkbox"/> Metales <input type="checkbox"/>				
Fisicoquímico <input type="checkbox"/> Plaguicidas <input type="checkbox"/>				
Análisis en el sitio				
pH	Temperatura ambiental	Temperatura de la muestra	Número de replicas y volumen de muestra	Observaciones
	20°C	18°C	1/300 ml	Lluvia
Localización del punto de toma				
Localidad o vereda	Lugar	Dirección	Coordenadas geográficas	
Parque Central	Acueducto veredal de Berlín		Latitud 5°35'43.4 N	
			Longitud 74°57'07.8 W	
Recepción de muestra en el laboratorio				
Fecha de recepción	Hora de recepción	Código de la muestra	Observaciones durante el período de recepción	
27/04/2021	13:00	1		

## Anexo 9 Acta de toma de muestras punto 2

## Acta de toma de muestras

Adaptado de " Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio " Instituto Nacional de Salud. 2011.

Acta de toma de muestras de agua para consumo humano				
Nombre de la empresa de acueducto o de la entidad encargada				
Información del solicitante o interesado en el estudio				
Nombre				
Número de teléfono				
Correo electrónico				
Ubicación del acueducto o del punto de muestreo				
Departamento	Municipio	Localidad	Dirección	
Caldas	Samaná	Corregimiento de Berlin		
Datos generales de la muestra				
Fecha de toma	27/04/2021	Hora de toma	3:20 AM	
Punto de toma concertado	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Código de punto	2	Código de muestra 2
Tipo de agua	Cruda <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/>	Fuente de abastecimiento Río <input type="checkbox"/> Quebrada <input checked="" type="checkbox"/> Arroyo <input checked="" type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		
Objeto de análisis: Vigilancia <input type="checkbox"/> Diagnóstico <input checked="" type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/>				
Tipo de análisis a realizar: Microbiológico <input checked="" type="checkbox"/> Metales <input type="checkbox"/> Fisicoquímico <input type="checkbox"/> Plaguicidas <input type="checkbox"/>				
Análisis en el sitio				
pH	Temperatura ambiental	Temperatura de la muestra	Número de replicas y volumen de muestra	Observaciones
	20°C	17°C	1/300ml	Lluvia.
Localización del punto de toma				
Localidad o vereda	Lugar	Dirección	Coordenadas geográficas	
Parque Central	Predio el Texoro		Latitud 5°35'41.9 N Longitud 74°56'57.7 W	
Recepción de muestra en el laboratorio				
Fecha de recepción	Hora de recepción	Código de la muestra	Observaciones durante el período de recepción	
27/04/2021	13:00	2		

## Anexo 10 Acta de toma de muestras punto 3

**Acta de toma de muestras**

Adaptado de " Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio " Instituto Nacional de Salud, 2011.

Acta de toma de muestras de agua para consumo humano				
Nombre de la empresa de acueducto o de la entidad encargada				
Información del solicitante o interesado en el estudio				
Nombre				
Número de teléfono				
Correo electrónico				
Ubicación del acueducto o del punto de muestreo				
Departamento	Municipio	Localidad	Dirección	
Caldas	Samaná	Corregimiento de Berlín		
Datos generales de la muestra				
Fecha de toma	27/04/2021	Hora de toma	3:40 am	
Punto de toma concertado	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Código de punto	3	Código de muestra 3
Tipo de agua	Cruda <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/>	Fuente de abastecimiento Río <input type="checkbox"/> Quebrada <input checked="" type="checkbox"/> Arroyo <input checked="" type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		
Objeto de análisis: Vigilancia <input type="checkbox"/> Diagnóstico <input checked="" type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/>				
Tipo de análisis a realizar: Microbiológico <input checked="" type="checkbox"/> Metales <input type="checkbox"/> Fisicoquímico <input type="checkbox"/> Plaguicidas <input type="checkbox"/>				
Análisis en el sitio				
pH	Temperatura ambiental	Temperatura de la muestra	Número de replicas y volumen de muestra	Observaciones
	21°C	18°C	1 / 30ml	Lluvia
Localización del punto de toma				
Localidad o vereda	Lugar	Dirección	Coordenadas geográficas	
Parque Central	IEB Berlin		Latitud 5°35'50 N Longitud 74°56'40.1 W	
Recepción de muestra en el laboratorio				
Fecha de recepción	Hora de recepción	Código de la muestra	Observaciones -durante el período de recepción	
27/04/2021	13:00	3		

## Anexo 11 Formato de recepción de muestras en laboratorio

F-R1-011 REVISION 02 FECHA DE ACTUALIZACION 27-MAY-2016	REVISION DE COMPROBANTE DE TOMA DE ITEMS DE ENSAYO Y/O RECEPCION DE ITEM DE ENSAYO	
--	--	---

No. 214620

CLIENTE: RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES	FECHA: 2021-04-27	HORA DE ENTRADA: 13:00:00	HORA DE SALIDA: 13:48:29							
Responsable de toma de item de ensayo:	Biotrends Laboratorios toma el item de ensayo	Cliente entrega el item de ensayo en la planta	Cliente entrega el item de ensayo en Biotrends Laboratorios							
Fecha de toma de item de ensayo:			RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES							
Lugar de toma de item de ensayo:			2021-04-27							
Abundado o entregado por:			BERLIN SAMANA CALDAS							
Ref Biotrends	Ident. Item de ensayo	Preliminar	Presentación	Fabricante y/o Proveedor	Lote	Fecha de Producción	Fecha de Vencimiento	Cant.	Temp. de toma	Temp. de Recepción
2122140	AGUA ACUEDUCTO BERLIN	NO	BOLSA ESTERIL CON TIOSULFATO x 300 mL	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	1	N.E.	3,8°C
Recuento de Pseudomonas aeruginosa, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de Coliformes Totales, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de E. coli										
2122141	AGUA FREDDO EL TESORO BERLIN	NO	BOLSA ZIPLOC x 300 mL	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	1	N.E.	3,8°C
Recuento de Pseudomonas aeruginosa, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de Coliformes Totales, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de E. coli										
2122142	AGUA COLEGIO DE BERLIN	NO	BOLSA ESTERIL CON TIOSULFATO x 300 mL	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	1	N.E.	3,8°C
Recuento de Pseudomonas aeruginosa, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de Coliformes Totales, Resol. 211507 Cap. 3 -Agua Potable- Recuento de E. coli										
Observaciones Generales										

Responsable de Laboratorio: DNEILLIS ANEELICA SOMERSON VILLALOBOS

Responsable del Cliente: RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES

VsBo: Director Tecnico Fecha:2021-04-29

Modificaciones



Descripción de la modificación:

Revisó: <b>Coordinador Administrativo Comercial y/o Director Administrativo Comercial</b> Biotrends Laboratorios SAS	Aprobó: <b>Director Tecnico</b>
---	---------------------------------

Calle 64H No 71D - 31 PBX 4756383 / 7022799 / 2527231 / 2516237 Web: www.biotrendslab.com



**Informe de Análisis Bacteriológico punto 2 predio el Tesoro**

F-EC-001 REVISION 05		INFORME DE ANALISIS		 			
FECHA DE ACTUALIZACION 17-ABRIL-2020							
INFORME DE ANALISIS No. M-21-22141-0				INFORMACION DE TOMA DE ITEM DE ENSAYO			
INFORMACION DEL CLIENTE				LUGAR DE TOMA DE ITEM: BERLIN SAMANA CALDAS			
CLIENTE: RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES NITCC: 1023968939-1				RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM: RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES			
DIRECCION: TELEFONO: 3196929031				FECHA DE TOMA DE ITEM: 2021-04-27 HORA: N.E			
MAIL: rpinzontorres87@gmail.com				FECHA DE RECEPCION: 2021-04-27 HORA: 13:00:00			
CIUDAD: BOGOTA D.C.				FECHA DE INGRESO A ANALISIS: 2021-04-27			
CONTACTO: SR. RODRIGO PINZON				FECHA DE EMISION DE INFORME: 2021-05-03			
CARGO: ADMINISTRATIVO				METODO DE TOMA DE ITEM: ALATORIO SIMPLE			
IDENTIFICACION DEL ITEM DE ENSAYO				FABRICANTE Y/O PROVEEDOR			
ITEM DE ENSAYO NO.	21-22141	IDENTIFICACION	AGUA PREDIO EL TESORO BERLIN				
PRESENTACION DURANTE LA RECEPCION	BOLSA ZIPLOC X 300 mL	CANT ENTREG.(UN)	1	FECHA DE PROD	N.E		
				FECHA VENC	N.E		
				LOTE	N.E.		
				T. MUESTREO	N.E.		
				T. RECEPCION	3.6°C		
OBSERVACIONES							
TABLA DE RESULTADOS							
PARAMETRO	METODO UTILIZADO	RESULTADOS	U	REGLA	UNIDADES	ESPECIFICACION Min. Proteccion Social	CUMPLIMIENTO
Recuento de Pseudomonas aeruginosa	Standard methods Ed. 23: 2017. 9213E Acreditado.	0	+/- 1	NO APLICA	UFC/100 mL		NO APLICA
Recuento de Coliformes Totales	ISO 9308-1:2014. Acreditado.	>2000	+/- 1	REGLA 1	UFC/100 mL		NO
Recuento de E. coli	ISO 9308-1:2014. Acreditado.	66	+/- 1	REGLA 1	UFC/100 mL		NO
INTERPRETACION DE RESULTADO						"EL ITEM DE ENSAYO NO CUMPLE CON LA ESPECIFICACION: Resol.2115/07 Cap.3 -Agua Potable-"	
Observaciones							
Observaciones							
-Los resultados son validos unicamente para el item analizado.							
-Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integralmente y con autorizacion escrita de BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S							
REVISO: DIRECTOR TECNICO				BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S.		APROBO: GERENTE	
Bogota - Av Boyaca No 64F-68. Tels: (571) 4758383 - 7022799 - 2527231 - 2516237. Web: www.biotrendslab.com				Informe de analisis No. M-2122141-0 Pagina 1 de 2			



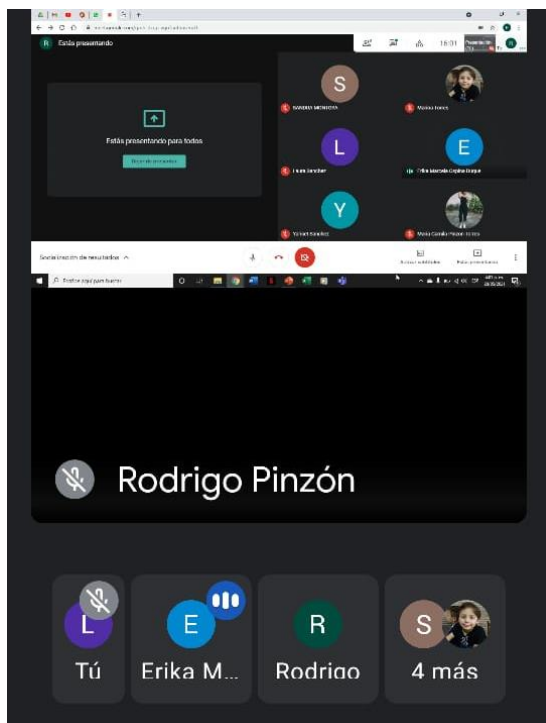
## Anexo 13 Evidencias fotográficas de Indagación socioambiental y de socialización de resultados con la comunidad

### Indagación socioambiental:





**Socialización:**



## Anexo 14 Autorización para uso de informes de BIOTRENDS S. A. S



**BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S**  
**NIT: 830.101.160-5**

**AUTORIZA A:**

RODRIGO ALFONSO PINZON TORRES, identificado con cédula de ciudadanía 1.023.968.939, para referenciar o transcribir parcial o totalmente los resultados emitidos por BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S, en razón a los informes de análisis M-21-22140-0, M-21-22141-0, M-21-22142-0, los cuales describen los análisis respectivos según las normas vigentes y en concordancia con los parámetros establecidos por los entes de control y vigilancia a los cuales se subordina.

Adicionalmente, la transcripción de información de forma errónea no es responsabilidad de Biotrends Laboratorios S.A.S.

La presente se emite hoy 12 de Mayo de 2021, como constancia del acuerdo de intercambio que involucra las partes.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "F. Murcia Rubiano".

Fernando Murcia Rubiano  
Gerente  
Biotrends Laboratorios S.A.S

