



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

SEDE DAVID - CHIRIQUÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DR. WILLIAM C. GORGAS

LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA MÉDICA

**“INCIDENCIA DE ENTEROBACTERIACEAE COMO INDICADORES DE
CONTAMINACIÓN FECAL EN LA QUEBRADA SAN CRISTÓBAL, DAVID,
CHIRIQUÍ, 2024”**

PRESENTADO POR:

LUIS A. JUNCA H.

4-759-2491

ASESORA:

DRA. SHERTY PITTÍ

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA
MÉDICA EN LA UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

Dedicatoria

A mi madre, que con su amor, paciencia y sacrificio me ha brindado las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Su ejemplo de perseverancia y trabajo arduo ha sido una fuente constante de inspiración. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado, en los momentos de alegría y en los de dificultad.

A mis hijas, Violet Juncá y Annaisha Juncá, con todo mi amor y admiración. Este logro es para ustedes, espero que este trabajo las inspire a ser las mejores versiones de sí mismas.

A mis amigos, quienes han sido mi segunda familia. Gracias por los momentos compartidos, por las risas y por las conversaciones profundas. Su compañía ha sido fundamental para mantener el equilibrio entre el estudio y la vida personal. Agradezco su comprensión y paciencia durante los momentos en que tuve que priorizar mis estudios.

Con cariño,

Luis Juncá

Agradecimiento

Este trabajo de tesis no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de muchas personas a lo largo de este viaje académico.

A mi madre, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento por todo el apoyo que me has brindado a lo largo de mi vida. Tu amor incondicional, tus sabios consejos y tu constante presencia han sido fundamentales para mi crecimiento y bienestar. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por darme la fuerza para superar cualquier obstáculo. Eres mi inspiración y mi mayor fortaleza.

A mis hijas, su amor, comprensión y constante ánimo han sido una fuente de fortaleza para mí. Ustedes son mi mayor inspiración y motivo de orgullo. Las quiero mucho.

A mis profesores y mentores, quienes con su sabiduría y guía han moldeado mi formación académica. Gracias por compartir sus conocimientos y por fomentar en mí el amor por el aprendizaje. Su dedicación y pasión por la enseñanza han dejado una huella imborrable en mi vida.

A todas aquellas personas que, de una manera u otra, han contribuido a la realización de este trabajo. Sus palabras de aliento, sus consejos y su apoyo han sido invaluable. Gracias por ayudarme a alcanzar este importante objetivo.

Gracias
Luis Juncá



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

Declaración Jurada

Yo Luis Antonio Junca Hervey, con cédula de identidad personal número 4-759-2491, estudiante graduando del programa/carrera de Licenciatura en Tecnología Médica declaró bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Trabajo de Tesis (Tesis, proyecto final, pasantía, otro), es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exonero a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Para que conste firmo la presente declaración el día 24 del mes de febrero del año 2025.

Firma del estudiante: _____

Cédula: 4-759-2491

Índice General

Índice de Tablas	VII
Índice de Gráficas	VIII
Resumen	X
Abstrac.....	XIII
Introducción.....	XV
Capítulo I El Problema	17
1.1. Antecedentes.....	18
1.2. Planteamiento del Problema	19
1.3. Justificación e importancia de la investigación	19
1.4. Objetivos.....	20
1.4.1. Objetivos generales	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
1.5. Alcances y limitaciones del trabajo de investigación.....	21
1.5.1. Alcances	21
1.5.2. Limitaciones	23
1.6. Hipótesis	25
Capítulo II Marco Teórico.....	26
2.1. Microorganismos	27
2.1.1. Bacterias	27
2.1.2. Clasificación/Taxonomía	28
2.2. Características de las Enterobacteriaceae.....	29
2.2.1.2. Antígenos de las Enterobacteriaceae	30
2.2.2. Hábitat de las Enterobacteriaceae.....	31
2.2.4. Bacterias con patogenicidad para el hombre transmitido en el agua.....	32
2.3. Antibióticos	42
2.4. Cuerpos de agua	42
2.4.1.1. Clasificación de los cuerpos de agua.....	43
2.4.2. Contaminación del agua	44
2.4.3. Efecto de la contaminación del agua	45
2.4.4. Métodos de evaluación de contaminación del agua	46
2.4.5. Estado actual de los cuerpos de agua en Panamá	46

2.4.6. Indicadores microbiológicos del agua	48
2.5. Área de Estudio	48
2.5.1. Hidrografía y clima del área de estudio.....	50
Capítulo III Marco Metodológico.....	51
3.1. Tipo y Diseño de Estudio	52
3.2. Fuente de la Información.....	52
3.2.1. Programa de Muestreo.....	53
3.3. Muestra	53
3.3.1. Tipo de Muestra.....	54
3.4. Variables	54
3.4.1. Variable Independiente	54
3.4.2. Variable Dependiente.....	54
3.5. Metodología de Análisis	54
3.5.1. Toma, transporte y conservación de la muestra.....	55
3.6. Procedimiento de la investigación.....	57
Capítulo IV Análisis e Interpretación de los Resultados	59
Capítulo V Consideraciones Finales.....	81
5.1. Conclusiones.....	82
5.2. Recomendaciones	84
Referencias Bibliográficas.....	85
Anexos	90

Índice de Tablas

Tabla #1. Diferencia entre procariota y eucariota.....	25
Tabla #2. Enterobacteriaceae de importancia clínica.....	39
Tabla #3. Tabla del Número de Colonias.....	52
Tabla #4. Toma de muestra.....	55
Tabla #5. Toma de la muestra, preservación y método analítico.....	55

Índice de Gráficas

Gráfico N°1 Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	60
Gráfico N°2 Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2}	61
Gráfico N°3 Porcentaje de presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	62
Gráfico N°4 Porcentaje de presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2}	63
Gráfico N°5 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto la Fuente de origen en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	64
Gráfico N°6 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	65
Gráfico N°7 Presencia o ausencia de coliformes totales, en la Puente de los ladrillos de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	66
Gráfico N°8 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de muestro de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2}	67
Gráfico N°9 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en el punto la Fuente de origen en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	68
Gráfico N°10 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en el punto de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	69
Gráfico N°11 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en la Puente de los ladrillos de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	70
Gráfico N°12 Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	71
Gráfico N°13 Porcentaje de presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	72
Gráfico N°14 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Federal Mall en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	73
Gráfico N°15 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Colinas en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	74
Gráfico N°16 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Parque en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	75
Gráfico N°17 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de Acualina en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	76

Gráfico N°18 Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de la Riviera en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	77
Gráfico N°19 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en el punto del Federal Mall en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	78
Gráfico N°20 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en el punto del Colinas en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	79
Gráfico N°21 Presencia o ausencia de <i>E. coli</i> , en el punto de la Riviera en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1}	80

Resumen

Panamá cuenta con abundantes recursos hídricos, con una precipitación anual promedio de 2.924 litros por metro cuadrado. El territorio del país está dividido naturalmente en 52 cuencas hidrográficas por más de 500 ríos, lo que proporciona una disponibilidad de agua de 119 mil millones de metros cúbicos, equivalente a 29.000 metros cúbicos de agua dulce por persona. Esta situación coloca al país en una posición favorable respecto a la disponibilidad de agua a nivel global.

Informes indican que una de las posibles causas de la contaminación de la quebrada es el drenaje procedente de las plantas de tratamiento de diversas zonas, especialmente del Hospital Regional Dr. Rafael Hernández.

El agua contaminada puede actuar como vector de enfermedades infecciosas si contiene bacterias patógenas. Estas bacterias pueden ingresar al organismo humano a través del consumo de agua contaminada o por contacto con ella, causando una amplia variedad de infecciones, que van desde leves hasta potencialmente mortales.

La calidad de las aguas continentales, para uso recreativo en la República de Panamá, se ha visto afectada por la constante contaminación causada por actividades antropogénicas, tales como el vertimiento de aguas residuales con escaso o nulo tratamiento, el uso indiscriminado de agroquímicos, hidrocarburos, y la disposición de desechos sólidos en las riberas y cauces de los cuerpos de agua continentales.

En las personas que utilizan la quebrada de forma recreativa, los problemas gastrointestinales son comunes, incluyendo enfermedades diarreicas asociadas a la ingesta de agua. Las

enterobacterias, como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*, frecuentemente causan estas infecciones gastrointestinales, y su identificación es prioridad en los laboratorios clínicos.

En la metodología utilice el Petrifilm es un método de análisis microbiológico rápido y sencillo utilizado para detectar y cuantificar bacterias en muestras de agua. Estas placas contienen un medio de cultivo deshidratado y un indicador, lo cual permite identificar y contar las colonias bacterianas.

Como resultado de los muestreos, la alta concentración de colonias en Riviera sugiere que esta área podría estar expuesta a factores que favorecen el crecimiento bacteriano, posiblemente debido a las descargas de las plantas de tratamiento de agua de las barriadas cercanas a la quebrada. Aunque las áreas de Colinas y el Federal Mall presentan menos colonias en comparación con Riviera, es crucial continuar monitoreando estas zonas para detectar cualquier cambio en la calidad del agua. En los puntos de Acualina y el Parque, la ausencia de colonias podría indicar una buena calidad del agua o una falta de actividad bacteriana. Sin embargo, es importante seguir monitoreando para asegurar que esta tendencia se mantenga.

Como conclusión se observa una contaminación bacteriana heterogénea en los puntos de muestreo, con variaciones significativas en la cantidad de colonias, lo que indica fuentes y niveles de contaminación no uniformes. Esto resalta la necesidad de enfocarse en zonas de riesgo para reducir la contaminación.

Finalmente, la distribución no uniforme de bacterias entre los lados derecho e izquierdo de algunos puntos sugiere que factores locales, como corrientes de agua, descargas puntuales o condiciones ambientales, influyen en la dispersión bacteriana.

Se recomienda una evaluación periódica de las cuencas del río por parte del MINSA, estudios adicionales y más profundos en los puntos de la Riviera y la UNACHI que mostraron altos indicios de contaminación y concientizar a la comunidad.

Palabras claves: *Escherichia coli*, coliformes fecales, contaminación, quebrada, agua, colonias, patógeno, ríos, drenajes.

Abstrac

Panama has abundant water resources, with an average annual rainfall of 2,924 liters per square meter. The country's territory is naturally divided into 52 watersheds by more than 500 rivers, providing a water availability of 119 billion cubic meters, equivalent to 29,000 cubic meters of fresh water per person. This situation places the country in a favorable position with respect to water availability at a global level.

Reports indicate that one of the possible causes of the creek's contamination is drainage from treatment plants in various areas, especially from the Dr. Rafael Hernández Regional Hospital.

Contaminated water can act as a vector of infectious diseases if it contains pathogenic bacteria. These bacteria can enter the human body through the consumption of contaminated water or through contact with it, causing a wide variety of infections, ranging from mild to life-threatening.

The quality of continental waters for recreational use in the Republic of Panama has been affected by the constant contamination caused by anthropogenic activities, such as the discharge of wastewater with little or no treatment, the indiscriminate use of agrochemicals, hydrocarbons, and the disposal of solid waste on the banks and channels of continental water bodies.

In people who use the stream for recreational purposes, gastrointestinal problems are common, including diarrheal diseases associated with water intake. Enterobacteriaceae, such as Salmonella, Shigella, and Escherichia, frequently cause these gastrointestinal infections, and their identification is a priority in clinical laboratories.

In the methodology, use Petrifilm, a fast and simple microbiological analysis method used to detect and quantify bacteria in water samples. These plates contain a dehydrated culture medium and an indicator, which allows bacterial colonies to be identified and counted.

As a result of the sampling, the high concentration of colonies in Riviera suggests that this area could be exposed to factors that favor bacterial growth, possibly due to discharges from water treatment plants in the neighborhoods near the ravine. Although the areas of Colinas and the Federal Mall have fewer colonies compared to Riviera, it is crucial to continue monitoring these areas to detect any changes in water quality. At the Acualina and Parque points, the absence of colonies could indicate good water quality or a lack of bacterial activity. However, it is important to continue monitoring to ensure that this trend continues.

In conclusion, heterogeneous bacterial contamination is observed at the sampling points, with significant variations in the number of colonies, indicating non-uniform sources and levels of contamination. This highlights the need to focus on risk areas to reduce contamination.

Finally, the non-uniform distribution of bacteria between the right and left sides of some points suggests that local factors, such as water currents, point discharges or environmental conditions, influence bacterial dispersion.

A periodic evaluation of the river basins by the MINSA is recommended, as well as additional and more in-depth studies at the points of the Riviera and UNACHI that showed high signs of contamination and raising awareness in the community.

Keywords: *Escherichia coli*, fecal coliforms, pollution, stream, water, colonies, pathogen, rivers, drainage.

Introducción

En Panamá, el acceso al agua en áreas urbanas y rurales enfrenta serios problemas, mientras que las zonas urbanas tienen un acceso al 93% de agua potable, en las áreas rurales solo alcanza el 73%. Esta discrepancia refleja una importante brecha. Se enfrenta una grave crisis de contaminación del agua. Estudios recientes destacan que aproximadamente el 90% de los ríos en Colón están contaminados. En la capital, la situación no mejora, con todos los ríos principales altamente contaminados.

Aunque el 80% de las aguas en Panamá se encuentran en condiciones aceptables, existen diferencias significativas en la gestión del agua en distintas zonas. Con 56 plantas potabilizadoras y más de 2,800 comités de agua en áreas rurales, Panamá está esforzándose por mejorar el acceso al agua limpia. Sin embargo, el tratamiento de aguas residuales sigue siendo bajo en comparación con otros países de América Latina y el Caribe, lo cual indica que queda mucho por hacer. Ante estos desafíos, es imperativo aplicar con rigor los estudios sobre la contaminación del agua y poner en práctica soluciones efectivas. La cooperación entre el gobierno, las ONGs y las empresas es esencial para mejorar la situación hídrica.

La contaminación del agua tiene graves repercusiones para la salud, causando enfermedades gastrointestinales y dermatológicas. Gracias a una mayor concienciación sobre estos peligros, entidades como el Consejo Nacional de la Empresa Privada y el Sindicato de Industriales de Panamá promueven métodos de producción más sostenibles y limpios. Las personas que utilizan quebradas recreativas sufren problemas gastrointestinales con frecuencia, presentando enfermedades diarreicas asociadas a la ingesta de agua contaminada. Los laboratorios clínicos identifican especies comunes como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia coli*, cuyos síntomas pueden manifestarse durante todo el año.

Los métodos tradicionales de identificación bacteriana, basados en características fenotípicas observables como morfología, desarrollo y propiedades bioquímicas y metabólicas, siguen siendo predominantes. El cultivo continúa siendo el método diagnóstico más común, permitiendo el adecuado aislamiento e identificación bacteriana. El número de colonias de *E. coli* y coliformes en placas de Petrifilm indica el nivel de contaminación fecal del agua. Resultados elevados sugieren posible presencia de patógenos, requiriendo pruebas adicionales para confirmar la contaminación y determinar el riesgo para la salud humana.

Las Enterobacteriaceae, ubicuas en ambientes como el suelo y el agua, representan un riesgo sanitario significativo debido al potencial de diseminación y reservorio de patógenos. Se encuentran en mayores concentraciones en la capa superficial y en sedimentos del fondo acuático, lo que subraya la importancia del control sanitario para mantener la salud pública.

Según las infecciones clínicas que producen, los miembros de Enterobacteriaceae pueden dividirse en patógenos oportunistas y primarios. Los patógenos oportunistas, parte del microbiota intestinal usual, pueden causar infecciones extraintestinales graves fuera de sus sitios corporales normales. Por ejemplo, *E. coli*, un miembro bien estudiado de esta familia puede producir infecciones del tracto urinario, septicemia, infecciones de heridas y meningitis en neonatos.

Capítulo I

El Problema

1.1. Antecedentes

Panamá es un país con abundantes recursos hídricos, con una precipitación anual promedio de 2.924 litros por metro cuadrado. Su territorio está dividido naturalmente en 52 cuencas hidrográficas por más de 500 ríos, lo que le otorga una disponibilidad de agua de 119 mil millones de metros cúbicos, equivalente a 29.000 metros cúbicos de agua dulce por persona. Este patrimonio ubica a nuestro país como uno de los mejores ejemplos en la escala global de un país impulsado por el agua (Hídrica, Comité de Alto Nivel de Seguridad, 2016).

Con lo antes mencionado, se puede ver que también se vive una gran problemática y es conservar estas cuentas hídricas en buen estado, pero la contaminación continua de estas ya sea por el sector agrícola, la contaminación de las ciudades o industrias, promueven la mala calidad de estas aguas, esto promueve a que el medio ambiente circundante se deteriore y la proliferación de enfermedades a los habitantes de su alrededor.

El Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES), ha estado investigando los macroinvertebrados de agua dulce y la salud de los ecosistemas acuáticos desde 2010. Su objetivo es obtener información científica para comprender cómo los factores de estrés impactan estos ecosistemas y desarrollar herramientas para evaluar la salud de las cuencas hidrográficas en Panamá. Gracias al financiamiento del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), así como el apoyo del Ministerio de Ambiente y del Ministerio de Salud, se ha logrado avanzar con el desarrollo de esta línea de investigación. En este estudio, patrocinado por el ICGES, se enfoca en el estudio de los ecosistemas acuáticos utilizando como principal marcador biológicos a los macroinvertebrados que se encuentran en los ríos, para determinar la calidad del agua (Cornejo, 2019).

1.2. Planteamiento del Problema

La cuenca de la quebrada San Cristóbal refleja una alta contaminación según estudios previos realizados por el biólogo Virgilio Espinoza, quien estudió los residuos sólidos de este. Aparte de las quejas de los residentes y personas que pasan por esta quebrada de olores desagradables (Caballero, 2015).

Otros reportes indican que una de las posibles causas de la contaminación de la quebrada es el drenaje de las plantas de tratamiento de diferentes zonas, en especial del Hospital Regional Dr. Rafael Hernández (Caballero, 2015).

Los análisis microbiológicos del agua identifican problemas y fuentes de contaminación. También previenen y controlan condiciones peligrosas, como epidemias de enfermedades transmitidas por el agua. La diarrea, infecciones intestinales, dolencias cutáneas son algunas de las consecuencias en el organismo humano por la utilización puntual o frecuente de agua sucia (Cornejo, 2020).

1.3. Justificación e importancia de la investigación

En la provincia de Chiriquí, se han realizado pocos estudios sobre esta temática y servirá como base para estudios posteriores, además para demostrar la necesidad de realizar más estudios a los diferentes cuerpos de agua superficiales, en el MINSA - Chiriquí, se debería realizar un monitoreo de los diferentes afluentes, mínimo cada 4 meses, indistintamente de la realización de estrategias de organizaciones externas. Como ente rector, el MINSA procuraría el ejemplo a grandes empresas de la región, públicas y privadas, para que se responsabilicen por la contaminación de los diferentes cuerpos de agua.

Este estudio se encuentra en el Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015 - 2050 de Panamá. Su meta 4 propone, para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación de vertidos y la minimización de productos químicos y materiales peligrosos. Busca reducir a la mitad las aguas residuales sin tratar y aumentar el reciclaje y la reutilización segura. Es prioritario asegurar la salud ambiental de la población, especialmente de las comunidades próximas a la quebrada San Cristóbal (Hídrica, Comité de Alto Nivel de Seguridad, 2016).

En la actualidad, la *Escherichia coli*, los Coliformes totales y Mesófilos aerobios totales son bacterias que ocasionan limitaciones en la salud, causando numerosas enfermedades, tales como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la fiebre tifoidea y paratifoidea, entre otras (Cornejo J. , 2020).

1.4. Objetivos

1.4.1.Objetivos generales

- Evaluar la calidad microbiológica del agua de la Quebrada San Cristóbal, con énfasis en la presencia de Enterobacteriaceae como indicadores de contaminación fecal.

1.4.2.Objetivos específicos

- Cuantificar la concentración de Enterobacteriaceae en diferentes puntos de la Quebrada San Cristóbal durante un período determinado.

- Comparar los niveles de contaminación bacteriana con los estándares de calidad del agua establecidos por las normativas nacionales e internacionales.
- Identificar las principales fuentes de contaminación fecal que afectan a la quebrada y su cuenca.

1.5. Alcances y limitaciones del trabajo de investigación

1.5.1. Alcances

El estudio de Enterobacteriaceae, en la Quebrada San Cristóbal, tiene un alcance significativo y multifacético, abarcando aspectos ambientales, de salud pública y de gestión de recursos hídricos. Algunos de estos aspectos se desarrollan enfocados en:

- **Impacto Ambiental**

El análisis de Enterobacteriaceae en esta quebrada es fundamental para evaluar la calidad del agua y su impacto en los ecosistemas acuáticos. Las Enterobacteriaceae, como la *Escherichia coli*, son indicadores de contaminación fecal y pueden señalar la presencia de otros patógenos peligrosos. Un alto nivel de estas bacterias puede afectar la biodiversidad del río, alterando las poblaciones de peces, plantas acuáticas y otros organismos. Además, la contaminación bacteriana puede provocar la eutrofización, un proceso que reduce el oxígeno en el agua y puede llevar a la muerte de especies acuáticas.

- **Salud Pública**

La presencia de Enterobacteriaceae en la quebrada tiene implicaciones directas para la salud pública. Los ríos contaminados pueden ser fuentes de agua potable para comunidades

cercanas, y la ingestión de agua contaminada puede causar enfermedades gastrointestinales y otras infecciones. Además, las actividades recreativas como la natación, la pesca pueden exponer a las personas a estos patógenos. Este estudio puede ayudar a identificar las fuentes de contaminación, como vertidos industriales, agrícolas o aguas residuales, y a implementar medidas para reducir estos riesgos.

- **Gestión de Recursos Hídricos**

Este estudio puede ser de gran utilidad para la formulación de políticas y estrategias dirigidas a la protección y el uso sostenible de los recursos hídricos. Los resultados obtenidos pueden servir de guía para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales más eficientes, la regulación de actividades industriales y la planificación urbana, con el objetivo de minimizar la contaminación. Además, este estudio es fundamental para el cumplimiento de las normativas ambientales y de salud pública, garantizando que los cuerpos de agua cumplan con los estándares de calidad establecidos.

- **Educación y Concienciación**

Este estudio también tiene un componente educativo. Los resultados pueden ser utilizados para crear conciencia en la población sobre la importancia de mantener limpios los cuerpos de agua y los riesgos asociados con la contaminación. La divulgación de los resultados, a través de campañas educativas, puede promover prácticas más sostenibles y responsables entre la población, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud pública.

1.5.2. Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones que pueden afectar la precisión y la aplicabilidad de los resultados, como pueden ser:

- **Variabilidad Espacial y Temporal**

Una de las principales limitaciones es la variabilidad espacial y temporal de las muestras. Los niveles de Enterobacteriaceae pueden fluctuar significativamente en diferentes puntos del río y en distintos momentos del día o del año. Esto significa que las muestras tomadas en un solo punto o en un solo momento pueden no representar adecuadamente la calidad del agua en todo el río. Para obtener una imagen más precisa, es necesario realizar muestreos en múltiples puntos y en diferentes momentos, lo cual puede ser logísticamente complicado y costoso.

- **Factores Ambientales**

Los factores ambientales, como la temperatura, la luz solar y la presencia de materia orgánica, pueden influir en la supervivencia y proliferación de las enterobacterias. Estos factores pueden variar considerablemente a lo largo del río y a lo largo del tiempo, afectando la concentración de bacterias y, por ende, los resultados del estudio. Además, las condiciones climáticas, como las lluvias intensas, pueden causar escorrentías que arrastren contaminantes hacia el río, alterando temporalmente los niveles de Enterobacteriaceae.

- **Métodos de Muestreo y Análisis**

Los métodos de muestreo y análisis también presentan limitaciones. La precisión de los resultados depende de la técnica de muestreo utilizada, el manejo de las muestras y los métodos de análisis en el laboratorio. Errores en cualquiera de estas etapas pueden llevar a resultados inexactos. Además, algunos métodos de análisis pueden no detectar todas las especies de Enterobacteriaceae presentes, lo que puede subestimar la contaminación real.

- **Interpretación de Resultados**

La interpretación de los resultados puede ser compleja. Los niveles de enterobacterias pueden indicar contaminación fecal, pero no necesariamente identifican la fuente específica de la contaminación. Esto puede dificultar la implementación de medidas correctivas efectivas. Además, los resultados deben ser interpretados en el contexto de otros parámetros de calidad del agua, como la presencia de nutrientes, metales pesados y otros contaminantes, para obtener una evaluación completa de la salud del ecosistema acuático.

- **Recursos y Costos**

Los estudios de Enterobacteriaceae puede ser costosos y requerir recursos significativos. La necesidad de equipos especializados o insumos, personal capacitado y análisis de laboratorio puede limitar la frecuencia y el alcance de los estudios. Esto puede resultar en datos insuficientes para una evaluación continua y precisa de la calidad del agua.

1.6. Hipótesis

Esta investigación establece dos Hipótesis la afirmativa y la negativa o cobertura:

- Ho: Hay una cantidad y variedad aproximadamente igual de bacterias a lo largo de río.
- H1: A mayor distancia del origen del río, mayor cantidad y variedad de bacterias se encontrar.
- H3: La contaminación de la quebrada será mayor luego de la zona de la UNACHI.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Microorganismos

Los microorganismos son seres vivos microscópicos, a menudo unicelulares, con una estructura celular relativamente simple en comparación con organismos eucariotas. Estos seres cumplen una función muy importante dentro de la naturaleza, ya que convierten desechos orgánicos en productos útiles, además, muchos microorganismos poseen propiedades importantes para la elaboración de algunos alimentos, fermentación de bebidas, fabricación de derivados lácteos, entre otros (Grudemi, 2019).

El estudio de los microorganismos fue iniciado por el biólogo holandés y fabricante de lentes Anton van Leeuwenhoek, ha evolucionado inmensamente desde sus inicios históricos. Leeuwenhoek descubrió en una gota de agua, a través de su microscopio casero, lo que afectuosamente llamaba las pequeñas bestias y animálculos y, por esta razón, la comunidad científica lo reconoce como el “padre de la protozoología y la bacteriología” (Mahon, 2020).

2.1.1. Bacterias

Las bacterias son organismos unicelulares que carecen de membrana nuclear y de núcleos verdaderos. Estas se clasifican como procariotas (del griego: ‘antes del núcleo’) y carecen de mitocondrias, retículo endoplásmico (ER, por sus siglas en inglés) o aparato de Golgi. La ausencia de las estructuras celulares bacterianas precedentes es lo que la diferencia de los eucariotas (del griego eu: ‘bien’ o ‘bueno’ y karion: ‘núcleo’). La Tabla 1.1 compara la organización de la célula procariota y la eucariota; la Tabla #1 muestra ambos tipos de células (Mahon, 2020).

Tabla #1. Diferencia entre procariota y eucariota.

Característica	Procariota	Eucariota
Tamaño	0.4-2 μm de diámetro 0.5-5 μm de longitud	10-100 μm de diámetro > 10 μm de longitud
Núcleo	Sin membrana nuclear; región nucleoide del citosol	Núcleo clásico unido a la membrana
Pili y fimbrias	Presentes	Ausentes
Cilios	Ausentes	Presentes
Reproducción	Asexual	Sexual y asexual
Organelos unidos a membrana	Ausente	Todas
Ribosoma	Ausente	Presente

Fuente: (Mahon, 2020).

2.1.2. Clasificación/Taxonomía

Según escribe Mahon (2020), la taxonomía (del griego taxes: ‘ordenamiento’ y nomos: ‘norma’) es la clasificación y agrupación ordenada de los organismos en taxones (categorías). La taxonomía comprende tres clases estructuradas e interrelacionadas: clasificación/taxonomía, nomenclatura e identificación, y se basa en las diferencias y semejanzas en el genotipo (estructura genética de un organismo o combinaciones de formas de uno o unos pocos genes en el genoma de un organismo) y el fenotipo (características físicas y funcionales observables de un organismo, expresadas por su genotipo). Los procariotas se clasifican en el dominio Bacteria y *Archaea* (del griego: ‘antiguo, originario de las primeras células’), separado de los animales; las plantas y los protistas se ubican en el dominio *Eukarya*. Los dominios Bacteria y *Archaea* incluyen los organismos procariotas unicelulares. Los microbiólogos clínicos tradicionalmente destacan la posición y

denominación de las especies bacterianas en tres (en ocasiones cuatro o cinco) categorías: la familia (similar al “clan” de los humanos), el género (equivalente al apellido de un humano) y la especie (equivalente al primer nombre de un humano).

Los miembros de la familia también se subcategorizan en numerosas tribus con base en las características bioquímicas. Dentro de las tribus, los organismos se clasificaron aún más en géneros y especies. La diferenciación de cada género, así como la identificación definitiva de las especies, se basan en las características bioquímicas y la homología del ADN (Mahon, 2020).

2.2. Características de las Enterobacteriaceae

Las Enterobacteriaceae es una familia bacteriana que tienen ciertas características bioquímicas en común, entre ellas que son bacterias aerobias y anaerobias, bacilos gramnegativos no esporógenos, con forma de bastón, formadores de gas antes de 48 horas a 35°C. Este grupo está compuesto por *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Salmonella* y *Shigella*. De este grupo hay un subgrupo denominado Coliformes Fecales, los cuales se diferencian con los totales en sus capacidades bioquímicas, como en la prueba de Indol, que son capaces de hidrolizarlo, estos indican contaminación fecal de origen humano o animal, de ahí su nombre. Adicionalmente, abarcan un grupo reducido de microorganismos, donde el más destacado es *Escherichia coli* (*E. coli*), y en menor frecuencia *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*), siendo estos dos últimos clasificados como termo tolerantes dado a la característica de soportar temperaturas hasta de 45°C (Ayala et al., 2022).

Estas bacterias, además, son de interés clínico, ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior e inferior, además de bacteriemia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades severas en el ser humano (Ayala, y otros, 2022).

2.2.1.1. Factores de Antigénicos

Según Mahon (2020), muchos miembros de esta familia poseen antígenos que pueden usarse en la identificación de diferentes grupos serológicos. Estos antígenos incluyen los siguientes:

- **Antígeno O**, o antígeno somático: este es un antígeno estable al calor que se ubica en la pared celular.
- **Antígeno H**, o antígeno flagelar: este es un antígeno lábil frente al calor, que se encuentra en la superficie de los flagelos, que son las estructuras responsables de la motilidad.
- **Antígeno K**, o antígeno capsular: este es un polisacárido lábil frente al calor, que solo se encuentra en ciertas especies encapsuladas. Los ejemplos son el antígeno K1 de la *E. coli* y el antígeno Vi de la *Salmonella enterica* subespecie *enterica* serotipo Typhi.

2.2.1.2. Antígenos de las Enterobacteriaceae

Las Enterobacteriaceae poseen una estructura antigénica muy compleja que se encuentran en el lipopolisacárido (LPS) o endotoxina que es una molécula glicolípida anclada a la membrana externa, que cubre 3/4 partes de la superficie bacteriana, activa el sistema inmune humano, al constituir el antígeno superficial más importante de este tipo de bacterias (Pedroza, 2023).

2.2.2. Hábitat de las Enterobacteriaceae

Las Enterobacteriaceae son agentes ubicuos, ya que, pueden encontrarse en todos los ambientes, como el suelo y el agua, esta última considerada como una de las principales fuentes de diseminación y reservorio de estos patógenos. En los cuerpos de agua se les puede encontrar en mayor abundancia en la capa superficial, así como en los sedimentos del fondo, por lo que, sigue siendo el principal riesgo sanitario, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos, provocando enfermedades en la salud humana. Debido a esto, el control sanitario es muy importante, para mantener un grado de salud adecuado en la población (Pedroza, 2023).

2.2.3. Importancia Clínica

Con base en las infecciones clínicas que producen, los miembros de la familia Enterobacteriaceae pueden dividirse en dos categorías amplias: (1) patógenos oportunistas y (2) patógenos primarios. Los patógenos oportunistas muchas veces son parte del microbiota intestinal usual, tanto de humanos como de animales. No obstante, fuera de sus sitios corporales normales estos organismos pueden producir infecciones extraintestinales oportunistas serias. Por ejemplo, *E. coli*, uno de los miembros mejor estudiados de la familia Enterobacteriaceae, es un miembro de la biota intestinal normal, aunque puede ocasionar infecciones del tracto urinario (UTI), septicemia, infecciones de heridas en individuos sanos, así como meningitis en neonatos (Ayala, y otros, 2022).

Los patógenos primarios, que incluyen *S. enterica*, *Shigella* spp. y *Yersinia* spp., se consideran como patógenos verdaderos; esto es, no están presentes como biota comensal en

el tracto gastrointestinal (GI) de los humanos. Estos organismos producen infecciones que resultan de la ingestión de comida o agua contaminada, así como de otras fuentes (Ayala, y otros, 2022).

2.2.4. Bacterias con patogenicidad para el hombre transmitido en el agua

El agua puede convertirse en un vector de enfermedades infecciosas si se encuentra contaminada con bacterias patógenas. Estas bacterias, al ingresar al organismo humano a través del consumo de agua contaminada o por contacto con ella, pueden causar una amplia variedad de infecciones, desde leves hasta potencialmente mortales (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), existen numerosas bacterias que pueden contaminar el agua y causar enfermedades en el ser humano. Algunas de las más comunes y peligrosas incluyen:

➤ *Escherichia* spp.:

La *Escherichia coli* (*E. coli*) es una bacteria gramnegativa que se encuentra comúnmente en el intestino de humanos y animales de sangre caliente. Esta bacteria puede crecer en ambientes con o sin oxígeno y a una temperatura óptima de 37°C. La *E. coli* fermenta la lactosa y produce ácido y gas. Si bien, la mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas, algunas pueden causar enfermedades graves, como la *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) y *E. coli* enteroinvasiva (EIEC). Algunos de sus factores virulentos es la incorporación de proteínas, adhesinas, que le permiten adherirse al intestino; las toxinas que dañan las células del huésped; las cápsulas que protege a la bacteria de la respuesta inmune (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), estas cepas patógenas de *E. coli* pueden causar una variedad de enfermedades, incluyendo:

- Diarrea: Es el síntoma más común, y puede ser aguda o crónica, con o sin sangre.
- Síndrome urémico hemolítico (SUH): La *E. coli* O157:H7 es una bacteria que puede causar una enfermedad grave que afecta los riñones, el sistema nervioso y el sistema sanguíneo. Esta bacteria produce dos citotoxinas: la verotoxina I y la verotoxina II. La verotoxina I es una citotoxina codificada por fago idéntica a la toxina Shiga (Stx) producida por la *Shigella dysenteriae* tipo I. Esta toxina produce daño a las células Vero.
- Infecciones urinarias: *E. coli* es una de las principales causas de infecciones del tracto urinario.
- Sepsis: En casos graves, la infección por *E. coli* puede diseminarse por todo el cuerpo y causar sepsis.

➤ ***Klebsiella* spp.:**

Es una bacteria gramnegativa de la familia Enterobacteriaceae que ha adquirido gran importancia clínica debido a su capacidad para causar infecciones graves, especialmente en hospitales. Esta bacteria es un anaerobio facultativo que produce ácido y gas a partir de la lactosa, lo que se puede observar en el agar MacConkey, donde forma colonias rosadas características. La *K. pneumoniae* posee varios factores de virulencia, como la cápsula, las adhesinas, las toxinas y una gran resistencia a múltiples antibióticos, incluyendo los carbapenémicos (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), esta causa una serie de enfermedades como:

- Neumonía: Es una de las infecciones más comunes causadas por *K. pneumoniae*. La neumonía por *Klebsiella* a menudo se caracteriza por la producción de esputo de color rojo "grosella" debido a la presencia de sangre y material purulento.
- Infecciones del tracto urinario: Pielonefritis, cistitis.
- Bacteriemia: Infección generalizada de la sangre.
- Infecciones nosocomiales: Son una causa frecuente de infecciones adquiridas en hospitales, especialmente en pacientes inmunocomprometidos.
- Abscesos: Pueden formar abscesos en diversos órganos, como el hígado y el cerebro.

➤ ***Salmonella* spp.:**

Este género bacteriano forma parte de la familia Enterobacteriaceae y es reconocido por provocar enfermedades asociadas al consumo de alimentos y agua contaminados. Se trata de bacterias gramnegativas con forma de bacilos, móviles y que no forman esporas, características que les permiten adaptarse y sobrevivir en diversos entornos. Produce ácido y gas a partir de la fermentación de la glucosa, a su vez produce sulfuro de hidrógeno que lo vuelve un signo característico cuando se siembra en medios de cultivos, como agar SS o agar XLD, y se logra una distinción entre *Salmonella* y la *Shigella* que no lo produce. Posee como factores de virulencia la invasina, que le confiere a capacidad de invadir células epiteliales del intestino; producción de toxinas que contribuyen a causar diarrea; y la resistencia a la acción del ácido gástrico y a las sales biliares (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), esta causa una serie de enfermedades como:

- Salmonelosis: Enfermedad diarreica aguda causada por la ingestión de alimentos o agua contaminados con *Salmonella*. Los síntomas incluyen diarrea, fiebre, dolor abdominal y náuseas.
- Fiebre tifoidea: Enfermedad sistémica causada por *Salmonella typhi*, caracterizada por fiebre alta, dolor abdominal, estreñimiento y lesiones en órganos internos.

➤ ***Shigella* spp.:**

Es un género bacteriano perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, responsable de causar shigelosis, una enfermedad diarreica aguda altamente infecciosa. A pesar de su estrecha relación con *Escherichia coli*, *Shigella* posee características únicas que la distinguen y la convierten en un patógeno intestinal importante. La *Shigella* es un bacilo que carece de flagelos, no forma spora y no esporulado, también no fermenta lactosa esta característica lo vuelve indispensable para diferenciarlo de otras enterobacterias como la *E. coli*, Generalmente producen ácido a partir de la glucosa, pero no gas. Como factores de virulencia tiene proteínas de invasión y toxinas que si no se trata a tiempo puede causar el síndrome urémico hemolítico (SUH) (Tipán, 2019).

El contacto entre personas es una vía muy efectiva para la propagación de enfermedades infecciosas. Se requiere una cantidad muy pequeña de microorganismos para causar una infección. De hecho, en algunos estudios se ha demostrado que tan solo 10 bacterias son suficientes. Esta alta transmisibilidad se evidencia en el hecho de que, dentro de una misma

familia, hasta el 40% de los miembros pueden enfermar. *Shigella* también se disemina por contaminación de agua o alimentos por seres humanos (Ryan & Ray, 2011).

Según Tipán (2019), esta causa una serie de enfermedades como:

- Shigelosis: Enfermedad diarreica aguda caracterizada por fiebre, dolor abdominal intenso, tenesmo (ganas constantes de defecar) y diarrea sanguinolenta con moco.

➤ ***Citrobacter spp.:***

Es un género bacteriano perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, estrechamente relacionado con *Escherichia coli* y *Salmonella*. Aunque menos conocidas que estos géneros, las especies de *Citrobacter* son importantes patógenos oportunistas, capaces de causar una variedad de infecciones, especialmente en pacientes hospitalizados. Este bacilo presenta flagelos polares que le permite moverse, no es esporulado, y es aerobio facultativo, también fermenta lactosa y glucosa que a partir de esta produce ácido. Cuenta con distintos factores de virulencia como son cápsulas, adhesinas, toxinas y resistencia a antibióticos (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), esta causa una serie de enfermedades como:

- Infecciones del tracto urinario: Son las infecciones más comunes causadas por *Citrobacter*.
- Infecciones nosocomiales: es un patógeno oportunista que a menudo causa infecciones en pacientes hospitalizados, especialmente en aquellos con sistemas inmunológicos debilitados.
- Bacteriemia: Infección generalizada de la sangre.
- Infecciones del tracto respiratorio: Neumonía, bronquitis.
- Infecciones del sistema nervioso central: Meningitis, encefalitis.

➤ ***Enterobacter spp.:***

Este género bacteriano forma parte de la familia Enterobacteriaceae, un conjunto de bacterias Gramnegativas con forma de bacilos y una amplia presencia en la naturaleza, incluyendo el tracto intestinal de humanos y animales. Estos microorganismos tienen una relevancia clínica significativa, ya que pueden provocar diversas infecciones, particularmente en pacientes hospitalizados. En su mayoría fermentan lactosa, produciendo ácido y gas, son oxidada negativa. En sus factores de virulencia presentan capsulas, adhesina, sideróforos que permiten capturar el hierro del huésped para utilizarlo en el crecimiento bacteriano y beta-lactamasa que les confiere resistencia a los antibióticos betalactámicos (Tipán, 2019).

Según Tipán (2019), esta causa una serie de enfermedades como:

- Infecciones del tracto urinario: Son las infecciones más comunes causadas por *Enterobacter*.
- Infecciones nosocomiales: *Enterobacter* es un patógeno oportunista que a menudo causa infecciones en pacientes hospitalizados, especialmente en aquellos con sistemas inmunológicos debilitados.
- Neumonía: Puede causar neumonía, especialmente en pacientes ventilados mecánicamente.
- Bacteriemia: Infección generalizada de la sangre.
- Infecciones de heridas: Pueden causar infecciones de heridas quirúrgicas y quemaduras.

➤ ***Serratia spp.:***

Son patógenos oportunistas asociados con brotes en contextos de atención de salud. Con excepción de la *S. fonticola*, las *Serratia* spp. fermentan con lentitud la lactosa y son positivas para la prueba de o-nitrofenil- β -D-galactopiranosido (ONPG, por sus siglas en inglés). Estas se diferencian de otros miembros de la tribu por su capacidad para producir DNasa extracelular. La *Serratia marcescens* es la especie considerada como más significativa desde el punto de vista clínico y muchos aislados clínicos no son pigmentados (Mahon, 2020).

Según Mahon (2020), la *Serratia marcescens* es la especie de *Serratia* más conocida por causar infecciones en humanos. Puede provocar una variedad de enfermedades, incluyendo:

- Infecciones del tracto urinario (UTIs): A menudo asociadas con el uso de catéteres.
- Neumonía: Especialmente en personas con sistemas inmunológicos debilitados.
- Infecciones de heridas: Pueden infectar heridas quirúrgicas y otras lesiones.
- Meningitis: Una inflamación grave de las membranas que cubren el cerebro y la médula espinal.
- Endocarditis: Una infección del revestimiento interno del corazón.

➤ ***Proteus* spp.**

Estos están ampliamente diseminados en el ambiente, constituyen parte del microbiota intestinal normal y se reconocen como patógenos oportunistas. El *Proteus mirabilis* es el aislado clínico más común. La tribu Proteae se distingue de los otros miembros de las Enterobacteriaceae en virtud de la capacidad para desaminar al aminoácido fenilalanina.

Virtualmente ningún otro miembro de las Enterobacteriaceae sintetiza la enzima requerida, la fenilalanina desaminasa.

Proteus mirabilis y *Proteus vulgaris* se identifican con facilidad en el laboratorio clínico debido a su morfología de colonias característica. Ambas especies, en particular *P. mirabilis*, pueden producir “enjambres” de colonias en medios no selectivos, como el agar sangre de carnero (SBA).

Según Tipán (2019), las infecciones por *Proteus* son más comunes en el tracto urinario, pero también pueden afectar otros sistemas del cuerpo. Algunas de las infecciones más frecuentes incluyen:

- Infecciones urinarias: Son las más comunes, especialmente en pacientes con cálculos renales o catéteres urinarios. La producción de ureasa puede contribuir a la formación de cálculos de estruvita.
- Infecciones del tracto gastrointestinal: Pueden causar diarrea, especialmente en niños.
- Infecciones de heridas: A menudo se asocian con heridas contaminadas con heces.
- Bacteriemia: Infección del torrente sanguíneo, que puede diseminarse a otros órganos y causar abscesos.

➤ ***Plesiomonas shigelloides***

La *Plesiomonas* se ha movilizado a la familia Enterobacteriaceae, aunque, a diferencia de estas últimas, no tiene la capacidad de producir gas a partir de la glucosa, es el único miembro

oxidasa-positivo y es susceptible al agente O/129. *Plesiomonas shigelloides* (*P. shigelloides*) es la única especie en este género (Mahon, 2020).

P. shigelloides ha emergido como una causa potencial de enfermedad entérica en humanos, muchas veces luego del consumo de productos marinos poco cocidos o agua no tratada. Las *Plesiomonas* ocasionan al menos tres tipos clínicos mayores de gastroenteritis la diarrea acuosa o secretoria más común, una enfermedad subaguda o crónica que dura desde 14 días hasta 2 a 3 meses y una forma disintérica más invasiva que se asemeja a la colitis (Mahon, 2020).

➤ *Yersinia spp*

El género *Yersinia* consiste, actualmente, en 14 especies nominadas y se considera que son especies ambientales en su mayoría. Aunque muchas se han aislado en humanos, solo tres especies se consideran como patógenas. *Yersinia pestis* es el agente causal de la plaga. *Yersinia pseudotuberculosis* (*Y. pseudotuberculosis*) y *Yersinia enterocolitica* (*Y. enterocolitica*) han ocasionado casos esporádicos de gastroenteritis, linfadenitis mesentérica, en especial en niños, así como infecciones septicémicas generalizadas en huéspedes inmunocomprometidos. La relación del ADN entre *Y. pestis* y *Y. pseudotuberculosis* es cercana al 90% (Mahon, 2020).

○ *Yersinia pestis*

El agente causal de la antigua enfermedad de la plaga todavía existe en algunas áreas donde se encuentran huéspedes reservorios. La plaga es una enfermedad principalmente de roedores. Se transmite a los humanos por las picaduras de pulgas, que constituyen sus

vectores más comunes y efectivos. En los humanos, la plaga puede presentarse en tres formas: bubónica o glandular, septicémica y neumónica (Mahon, 2020).

○ *Yersinia enterocolitica*

Las infecciones en humanos por *Y. enterocolitica* se han presentado a nivel mundial, predominantemente en Europa, aunque se han reportado casos en la región nororiental de Estados Unidos y Canadá. Esta es la especie de *Yersinia* aislada más comúnmente. Las infecciones por *Y. enterocolitica* se manifiestan de varias formas: gastroenteritis aguda, síndrome tipo apendicitis y, menos frecuentemente, septicemia, artritis y eritema nodoso (Mahon, 2020).

La amplia gama de enfermedades causadas por las enterobacterias y su frecuente interacción con los humanos hacen necesario un estudio detallado de cada género para comprender mejor su patogenicidad y desarrollar estrategias de control, ver la Tabla #2. La identificación exacta de estas bacterias es indispensable, tanto desde el punto de vista clínico como epidemiológico (Pedroza, 2023).

Tabla #2. Enterobacteriaceae de importancia clínica.

Genero	Especie
<i>Escherichia</i>	<i>coli, alberti, alvei</i>
<i>Klebsiella</i>	<i>pneumoniae, oxytoca, granulomatis</i>
<i>Salmonella</i>	<i>enterica, bongori</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>aerogenes, clocae, agglomerans, gergoviae</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>freundii, amalonaticus diversus</i>
<i>Shigella</i>	<i>dysenterii, flexneri, sonnei, boydei</i>
<i>Serratia</i>	<i>marcescens, liquefaciens</i>

<i>Proteus</i>	<i>mirabilis, vulgaris, penneri</i>
<i>Plesiomonas</i>	<i>Shigelloides</i>
<i>Yersinia</i>	<i>pestis, pseudotuberculosis, enterocolitica</i>

Fuente: (Mahon, 2020)

2.3. Antibióticos

La familia de los antimicrobianos es amplia y abarca desde antibióticos hasta desinfectantes. Todos comparten la capacidad de eliminar o inhibir el crecimiento de microorganismos dañinos. Son esenciales en la práctica médica para tratar infecciones y prevenir su diseminación en seres vivos y objetos. El término antibiótico se ha reservado tradicionalmente para aquellos compuestos que son producidos de manera natural por los microorganismos vivos, como las bacterias y los hongos, pero se ha aplicado con mayor amplitud a cualquier molécula natural, semisintética o sintética utilizada para tratar o prevenir la enfermedad. Aunque se han descubierto numerosas clases de antimicrobianos, con diferentes modos de acción, las bacterias evolucionan y adoptan numerosas estrategias para contrarrestar la acción de estos agentes (Mahon, 2020).

2.4. Cuerpos de agua

La calidad del agua se mide de acuerdo con distintos parámetros, mediante los cuales se cuantifica el grado de alteración de las cualidades naturales y se la clasifica para un uso determinado (Cornejo, 2020).

La calidad de las aguas continentales, para uso recreativo en la República de Panamá, se ha visto afectada por la constante contaminación producto de actividades antropogénicas, entre

las que se pueden mencionar el vertimiento de aguas residuales con poco o ningún tratamiento, la utilización indiscriminada de agroquímicos, hidrocarburos, así como la disposición de desechos sólidos en las riberas y cauces de los cuerpos de aguas continentales (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

2.4.1.1. Clasificación de los cuerpos de agua

Todos los cuerpos de agua están interconectados, desde la atmósfera hasta los océanos, a través del ciclo hidrológico. Aunque este libro no aborda en detalle el ciclo del agua, es importante definir los distintos tipos de cuerpos de agua que conforman la Tierra (Ramírez, 2011).

- **Ríos.** Estas masas de agua en movimiento, denominadas corrientes, fluyen de manera continua en una misma dirección, con velocidades promedio que van desde 0,1 hasta 1 metro por segundo. El flujo en los ríos es altamente variable y depende de las condiciones climáticas y de las características del área de drenaje (Ramírez, 2011).
- **Lagos.** La baja velocidad del agua, que oscila entre 1 y 10 centímetros por segundo en la superficie, provoca una renovación muy lenta del agua en estos sistemas, lo que puede llevar a períodos de residencia que van desde días hasta varios años. Con respecto a la calidad del agua, esta se comporta o está gobernada de acuerdo con el estado trófico y con los períodos de estratificación (Ramírez, 2011).

- **Aguas subterráneas.** En los acuíferos el régimen de flujo es relativamente estable en términos de velocidad y dirección. Las velocidades promedio pueden variar entre 10^{-10} y 10^{-3} m/s y son gobernadas por la porosidad y la permeabilidad del estrato (Ramírez, 2011).

Según Ramírez (2011), existe otro tipo de cuerpos de agua de carácter transitorio que están caracterizados por su variabilidad hidrodinámica. Entre ellos, los más importantes son:

- **Embalses:** Son cuerpos de agua que pueden considerarse intermedios entre lagos y ríos. Su hidrodinámica y calidad del agua están influenciadas principalmente por las reglas de operación que se establezcan.
- **Ciénagas:** Estos ecosistemas se clasifican como cuerpos de agua intermedios entre un lago y un acuífero freático, desempeñando un papel importante en la regulación hídrica.
- **Estuarios:** Son sistemas acuáticos que representan una transición entre un río y el mar, combinando características de ambos ambientes.

2.4.2. Contaminación del agua

La contaminación del agua se comprende como aquella acción de introducir algún material en el vital líquido que altera su calidad y composición química. Dentro de los principales contaminantes se encuentran: las aguas residuales urbanas sin un tratamiento previo, la contaminación atmosférica, esto contribuyen al deterioro de la cuenca alterando su composición microbiológica. Los efectos de los contaminantes del agua varían, desde la destrucción de ecosistemas acuáticos, generación de diversas enfermedades

gastrointestinales, debido a la alta concentración de agentes microbianos en la cuenca de la quebrada San Cristóbal, afectando a la población cercana, riesgo de infecciones crónicas en el hombre debido a la alta contaminación, pérdida de la capacidad productiva en suelos (Pedroza, 2023).

Según estudios anteriores lanzados por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a nivel mundial en los principales ríos de África, Asia y América Latina. Entre los años de 1990 y 2010 se ha evidenciado un aumento de la contaminación hídrica en ríos, teniendo en cuenta que entre los factores que influyen para dicho aumento se encuentra el crecimiento poblacional, además de las actividades económicas, la expansión agrícola especialmente por las grandes transnacionales dejando un índice elevado de aguas negras sin tratar, especialmente dejando en los poblados pobres de las zonas rurales de los países, debido a que ellos son los consumidores directos del agua de ríos o lagos

2.4.3. Efecto de la contaminación del agua

En las personas que usan la quebrada de forma recreativa, los problemas gastrointestinales son muy comunes, presentando enfermedades diarreicas asociadas a la ingesta de agua. Debido a que las enterobacterias forman parte de estas infecciones gastrointestinales, los laboratorios clínicos se han basado en la identificación de las especies más frecuentes como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*. Los síntomas de una infección gastrointestinal se pueden presentar en cualquier época del año (Pedroza, 2023).

2.4.4. Métodos de evaluación de contaminación del agua

Uno de los principales es mediante métodos tradicionales, basados en las características fenotípicas observables de las bacterias, como su morfología, desarrollo, y propiedades bioquímicas y metabólicas. Durante el proceso de identificación destacan las características macroscópicas: morfología y hemólisis. El cultivo, cuando es factible, continúa siendo el método diagnóstico más común; permitiendo el adecuado aislamiento e identificación bacteriana (Pedroza, 2023).

El número de colonias de *E. coli* y coliformes en las placas de Petrifilm indica el nivel de contaminación fecal del agua. Si se detectan estas bacterias en cantidades elevadas, esto sugiere que el agua puede estar contaminada con heces y la posible presencia de otros patógenos. Es importante tener en cuenta que los resultados de Petrifilm son solo una indicación de la calidad microbiológica del agua. Si se sospecha de contaminación, es necesario realizar pruebas adicionales para confirmar la presencia de patógenos y determinar el nivel de riesgo para la salud humana (3M Food Safety).

2.4.5. Estado actual de los cuerpos de agua en Panamá

En Panamá, el agua de ríos y áreas urbanas y rurales enfrenta problemas serios. Mientras el área urbana tiene acceso al 93% de agua potable, en zonas rurales solo es el 73%. Esta diferencia muestra una brecha importante. En Panamá, se enfrenta una grave crisis de contaminación del agua. Recientes estudios sobre la contaminación del agua en Panamá destacan que alrededor del 90% de ríos en Colón están sucios. En la capital, la situación no

mejora, con todos los ríos principales muy contaminados (Transportes Ambientales Verdes, 2024).

Un 80% de las aguas en Panamá están en condiciones aceptables, lo que indica diferencias en cómo se manejan en distintas zonas. Con 56 plantas potabilizadoras y más de 2,800 comités de agua en zonas rurales, Panamá lucha por mejorar el acceso al agua limpia. El tratamiento de aguas residuales aún es bajo en comparación con otros países de América Latina y el Caribe, mostrando que Panamá tiene mucho trabajo por delante. Ante estos desafíos, se necesita aplicar los estudios sobre la contaminación del agua en Panamá con seriedad. Es crucial implementar soluciones para la contaminación del agua efectivas. La cooperación de todos, gobierno, ONGs y empresas, es clave para mejorar nuestra la hídrica (Transportes Ambientales Verdes, 2024).

La contaminación del agua afecta la salud, causando enfermedades del estómago y de la piel. Gracias a una mayor conciencia de estos peligros, entidades como el Consejo Nacional de la Empresa Privada y el Sindicato de Industriales de Panamá promueven métodos más limpios y sostenibles de producción (Transportes Ambientales Verdes, 2024).

Según el Boletín Epidemiológico (2022), con relación al grupo de Enfermedades Transmitidas por Alimentos, la incidencia de las enfermedades diarreicas para esta semana aumentó de 80.1 casos por 100,000 habitantes, superior a lo observado para la misma semana en el 2021, que fue de 35.3 casos por 100,000 habitantes. La incidencia acumulada en el 2022 (585.9 casos por 100,000 habitantes) es superior a lo observado en el 2021 (311.9 casos por 100,000 habitantes). Con relación a la intoxicación alimentaria, los casos para la semana actual y los acumulados en el 2022 superan ligeramente a los registrados para estos periodos,

en el 2021. Aunque no se especifica, parte de los casos se deben a contaminación de las aguas no procesadas adecuadamente de zonas rurales.

2.4.6. Indicadores microbiológicos del agua

Para evaluar los cambios, que las diferentes aplicaciones del agua pueden originar en su calidad, se emplea el estudio microbiológico, llamado indicadores de calidad de agua. Los organismos indicadores son microorganismos asociados con el tracto intestinal, cuya presencia en el agua indica que la misma ha recibido contaminación de origen intestinal, estos deben cumplir con cierto número de exigencias o referencias, como por ejemplo bacterias que sean fáciles de aislar, identificar y enumerar por métodos convencionales (Ayala et al., 2022).

Los indicadores microbiológicos, determinan la existencia de patógenos. Estas bacterias requieren la identificación y cuantificación por las placas de Petrifilm, ajustados a intervalos que califican el grado de contaminación del agua, y aunque la indagación microbiológica obtenida a partir de su análisis no sustituye los análisis físicoquímicos, reduce el costo y aporta información en el monitoreo de la calidad del agua (Ayala et al., 2022).

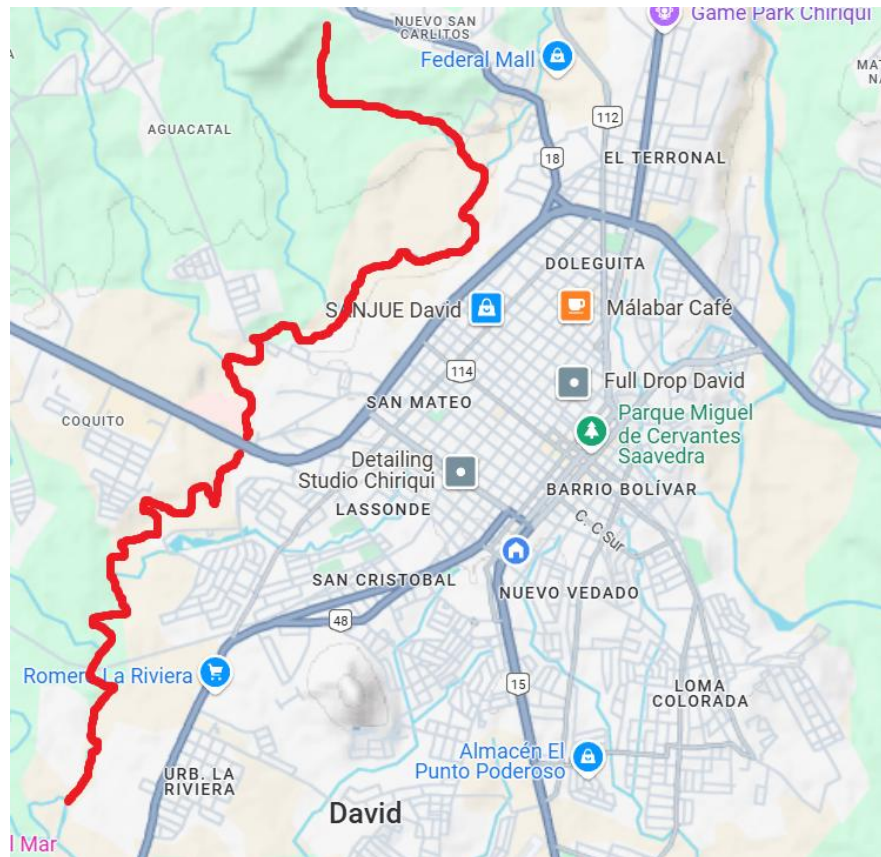
2.5. Área de Estudio

El distrito de David se encuentra ubicado en la parte oeste del distrito, localizado entre los 8°28'25.3"Norte 82°26'07.1"Oeste y 8°24'05.7"Norte 82°27'56.6"Oeste, a una altura de 8

metros sobre el nivel del mar. El distrito está dividido en 10 corregimientos y una Cabecera, en donde se llevó a cabo este trabajo fue en la Cabecera de David.

En la siguiente imagen (Ilustración 1) se aprecia la quebrada San Cristóbal y los diferentes puntos que recorre de David como son Colinas de Santa Cruz, Federal Mall, Golden Hills, Colinas del Valle, Urb. La Princesa, UNACHI, Hospital Regional Dr. Rafael Hernández, la Fontana, Residencial Condado Sur y Ciudad Acuario.

Ilustración 1 Mapa del cauce de la Quebrada San Cristóbal



Fuente: (Maps, 2024).

2.5.1. Hidrografía y clima del área de estudio

Esta quebrada nace en las faldas del Cerro Pacoral (8°28'25.3"Norte 82°26'07.1"Oeste) y es alimentada por otras fuentes de aguas como son la quebrada Peje Perro (8°26'57.9"Norte 82°26'01.2"Oeste), quebrada del Cerro (8°26'20.0"Norte 82°26'39.7"Oeste), Quebrada del Tejar (8°26'06.6"Norte 82°27'13.5"Oeste), Lago Baruco (8°25'08.0"Norte 82°27'44.9"Oeste), quebrada Bonita (8°24'46.9"Norte 82°27'47.2"Oeste) y desemboca en el Río Platanal (8°24'05.7"Norte 82°27'56.6"Oeste).

El clima ha sido clasificado por Köppen y Geiger como Am (clima tropical monzónico). La temperatura media que prevalece en la ciudad de David se registra como 25.2 °C, según datos estadísticos. Hay alrededor de precipitaciones de 3904 mm (Climate Data, 2024).

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1. Tipo y Diseño de Estudio

El tipo de diseño de esta investigación es descriptivo, retrospectivo y transversal (Sampieri, 2019):

- **Enfoque cualitativo:** el presente trabajo fue de tipo cualitativo porque se procedió a la observación directa de los lugares de toma de muestra y de la siembra para la purificación de colonias de las diferentes muestras recogidas.
- **Cohorte transversal:** el diseño metodológico de esta investigación delimitó el estudio a la Quebrada San Cristóbal durante el mes de enero de 2025, estableciendo así un marco espaciotemporal específico.
- **Nivel o alcance descriptivo:** Los datos recogidos se obtuvieron de forma completa, abarcando las variables de estudio asociadas a las bacterias patógenas detectadas en las aguas de riego de la Quebrada San Cristóbal.
- **Diseño de campo:** Las muestras fueron tomadas en diferentes ubicaciones geográficas de la Quebrada San Cristóbal, donde se logró aislar e identificar *E. coli* y coliformes totales, respetando las condiciones naturales sin intervenir o modificar las variables.
- **No experimental:** No se llevó a cabo ninguna manipulación de variables, lo que garantizó que las condiciones ambientales se mantuvieran intactas durante todo el proceso de investigación.

3.2. Fuente de la Información

La fuente de esta investigación está basada en muestras obtenidas en diferentes puntos de la Quebrada San Cristóbal. Estas muestras se obtienen por medio manual, donde se observarán

diferentes factores como el estado del río, cobertura boscosa y uso de la tierra, descargas y modificaciones al cuerpo de agua y vegetación acuática. Todos estos datos fueron recopilados en un registro modificado para este proyecto basado en el Protocolo de biomonitoreo para la vigilancia de la calidad del agua en afluentes superficiales de Panamá (Cornejo, Protocolo de biomonitoreo para la vigilancia de la calidad del agua en afluentes superficiales de Panamá, 2019).

3.2.1. Programa de Muestreo

Programa de Muestreo			
Muestreo	Lugar	Total, de Muestreos recolectados	Ubicación
1	Fuente de origen	3	8°28'19.9"N, 82°26'06.3"O
	UNACHI	3	8°25'41.9"N, 82°27'08.7"O
	Puente de los Ladrillos	3	8°23'35.6"N, 82°27'49.0"O
2	Federal Mall	2	8°27'19.3"N, 82°25'47.0"O
	Colinas	2	8°26'55.1"N, 82°26'02.0"O
	Parque	2	8°26'34.9"N, 82°26'14.4"O
	Acualina	2	8°26'11.0"N, 82°27'05.2"O
	Riviera	2	8°24'29.6"N, 82°27'49.5"O

3.3. Muestra

Siguiendo las normativas que se encuentran en la Gaceta Oficial de Panamá (1999), se tomó en total un número de 3 muestras compuestas por sección estudiada, de la Quebrada san Cristóbal.

3.3.1. Tipo de Muestra

Muestra compuesta de agua 100 mL de la Quebrada San Cristóbal, en frasco estéril de plástico.

3.4. Variables

3.4.1. Variable Independiente

Vertidos de aguas residuales, los desechos agrícolas y los residuos industriales

3.4.2. Variable Dependiente

Presencia y concentración de bacterias patógenas.

3.5. Metodología de Análisis

Según la Gaceta Oficial de Panamá (1999), dicta los lineamientos para el conteo de indicadores bacteriológicos como se observa en la Tabla #3.

Tabla #3. Tabla del Número de Colonias.

Tabla del Número de Colonias		Paso por seguir	
Hasta 200 microorganismos/100 mL	Reportar Resultado	Conteo Terminado.	
> 200 microorganismos/100 mL	Colonias incontables	Utilizar segunda muestra a mayor dilución que la última	

		analizada y registrar el conteo.
--	--	----------------------------------

Fuente: (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

3.5.1. Toma, transporte y conservación de la muestra

Según la Gaceta Oficial de Panamá (1999), las muestras de agua se tomaron de acuerdo con el Decreto Ejecutivo No. 75 de 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo, se utilizarán frascos de plástico estériles con una capacidad de 100 mL mínimo. La determinación de los puntos de muestreo en un balneario requiere un análisis exhaustivo de las condiciones hidrográficas y ambientales locales, incluyendo la identificación de fuentes potenciales de contaminación y la evaluación de la dinámica costera (Cornejo, Protocolo de biomonitoreo para la vigilancia de la calidad del agua en afluentes superficiales de Panamá, 2019).

Antes de la obtención de la muestra, se identifica el frasco mediante rotulador permanente y resistente al agua, con una referencia o numeración que permita la identificación. La muestra se acompañará de una ficha o etiqueta en la que se señalen los datos necesarios que, como mínimo, serán los siguientes:

- Datos del solicitante
 - Nombre de la persona o Entidad y dirección completa.
- Datos del agua colectada
 - Origen de la muestra (pozo, manantial, grifo, cisterna, río, lago). -
Denominación y/o referencia

- Dirección o emplazamiento exactos, definido como comunidad, distrito y provincia.
- Fecha y hora de la captación.
- Otros datos
 - Consignar si el agua es natural o está sometida a algún tratamiento de depuración (cloro, filtración, carbón activo).
 - Identificación de la persona que ha tomado la muestra.

La distancia entre cada punto de muestreo corresponderá a segmentos iguales una vez se determine el diámetro del área. Se utilizará la siguiente tabla #4. como guía para la ubicación del punto de muestreo (Gaceta Oficial, 2008).

Tabla #4. Toma de muestra.

Tipo de muestra	Profundidad	Descripción
Simple	0.5 m	Tomada en el segmento medio del área de baño.
Compuesta	0.5 m	Muestreo integrado por área. 3 muestras simples en 3 segmentos superficiales del área de baño.

Fuente: (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

En la Gaceta Oficial de Panamá (1999), se indica como se debe tomar la muestra, preservación y método analítico, se puede observar en la Tabla #5.

Tabla #5. Toma de la muestra, preservación y método analítico.

Parámetro	Lugar de análisis	Tipo de muestra	Tipo de envase	Preservación	Volumen mínimo de muestra (mL)	Tiempo de almacenamiento	Método analítico
Coliformes totales	En laboratorio	Simple	V o P	4 a 10° C	120	No mayor de 6 horas	Filtro de membrana o tubos múltiples

Fuente: (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

Una vez tomada la muestra, esta debe ser acondicionada en un lugar oscuro y trasladada al laboratorio en el menor tiempo posible. Se recomienda iniciar los análisis dentro de las seis horas siguientes para asegurar la confiabilidad de los resultados. Sin embargo, podrá demorarse su análisis hasta veinticuatro horas cuando haya sido conservada en refrigerio a + 4°C ($\pm$ 2°C). La muestra deberá ser transportada en una hielera portátil u otro equipo de función similar, para mejor preservación (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

Tomar en consideración cuando se estime probable que el agua a analizar contenga trazas de cloro, cloraminas u ozono, será necesario neutralizar su efecto bactericida en el momento del muestreo, de acuerdo con las precauciones establecidas en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF. Última edición (Gaceta Oficial de Panamá, 1999).

3.6. Procedimiento de la investigación

Diluciones seriadas y tratamiento de la muestra:

- Se ennumera 3 envases de plástico estéril de 10^{-1} a 10^{-3} para realizar diluciones seriadas y colocar 9 mL de agua peptonada en los 3 envases.

- Luego, se agregó 1 mL (1000 microlitros) de la solución madre previa incubada, con micropipeta de 1 mL (1000 microlitros), en el primer tubo; mezclando y tomando de esta mezcla 1 mL para colocarlo en el segundo tubo y así hasta el siguiente, descartando 1 mL.
- El periodo de incubación de los tubos fue por 1 h a 37°C.

Para la siembra, en placas Petrifilm, se utilizó el siguiente proceso:

- Conservar la bolsa de placas Petrifilm, sin abrir a $< 8^{\circ}\text{C}$. Dejar que las bolsas llegaran a temperatura ambiente, antes de abrirlas.
- Rotular las placas 3M® Petrifilm™, con datos como (número de la muestra y dilución) y, levantar la cubierta plástica.
- Colocar 1 mL de cada dilución seriada 10^{-1} , 10^{-2} , con una pipeta de forma perpendicular, evitando hacer burbujas, en el centro de la cuadrícula.
- Correr, poco a poco, el papel cobertor del Petrifilm y, luego con la herramienta plana, presionar el dispersor suave, con el lado rugoso hacia abajo para repartir la muestra sobre el área circular.
- Levantar el dispersor y esperar un minuto la solidificación del gel para proceder a la incubación, por 24 horas, a 35°C.
- Incubar las placas caras arriba, en grupos de hasta 10 unidades, de altura.
- Hacer interpretación y recuento de UFC /mL, en un área luminoso.

Capítulo IV

Análisis e Interpretación de los Resultados

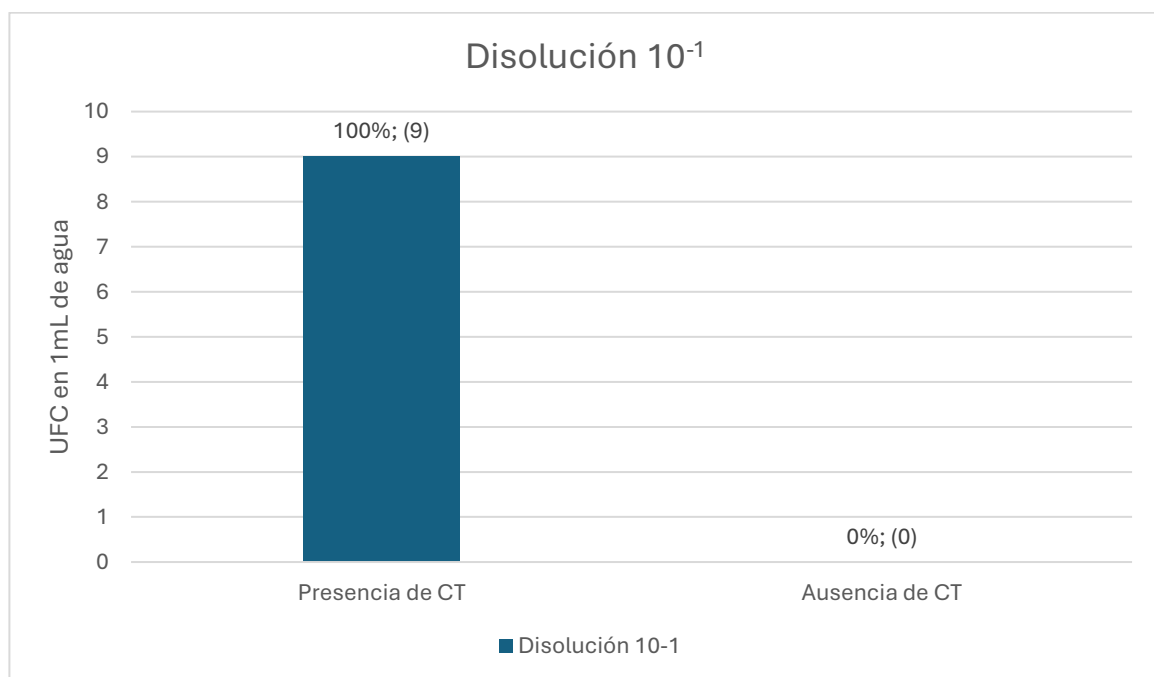
Datos Analizados

Los resultados obtenidos, en este estudio, para determinar la presencia de bacterias coliformes, en la Quebrada San Cristóbal, en el corregimiento de David, cabecera, provincia de Chiriquí, durante el mes de enero de 2025, se muestran en cada gráfico:

Análisis e interpretación de resultados del Muestreo N°1

Gráfico N°1

Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .



Fuente: (Junca, 2025).

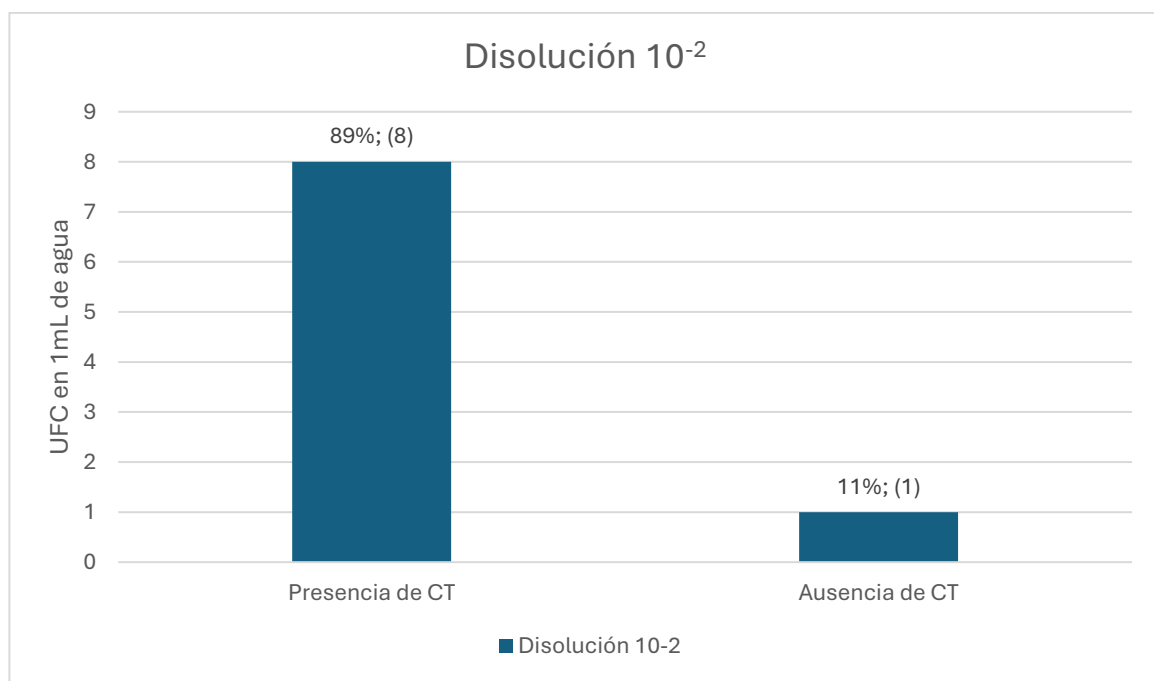
El Gráfico N°1 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de bacterias coliformes totales, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-1} . El análisis incluyó 9 muestras, en

total, de las cuales el 100% (9 muestras), presentaron crecimiento de bacterias coliformes totales y un 0% (0 muestras), no presentó crecimiento de coliformes.

Gráfico N°2

Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la

Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2} .

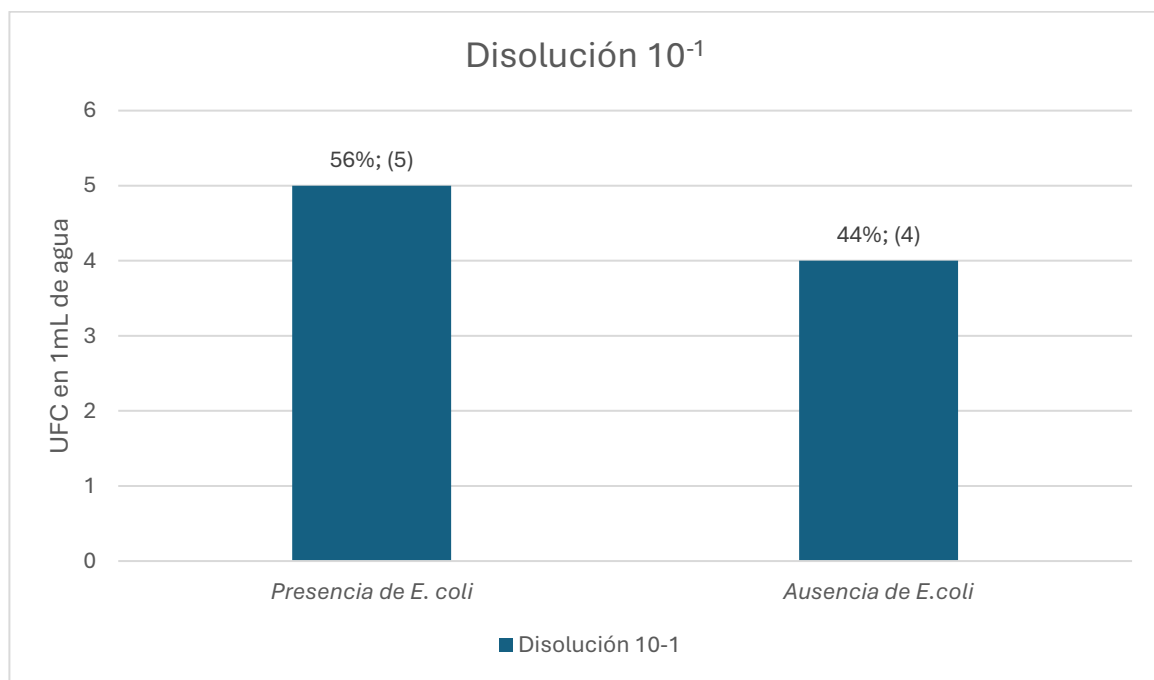


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°2 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de bacterias coliformes totales, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-2} . El análisis incluyó 9 muestras, en total, de las cuales el 89% (9 muestras), presentaron crecimiento de bacterias coliformes totales y un 11% (1 muestras), no presentó crecimiento de coliformes.

Gráfico N°3

Porcentaje de presencia o ausencia de *E. coli*, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

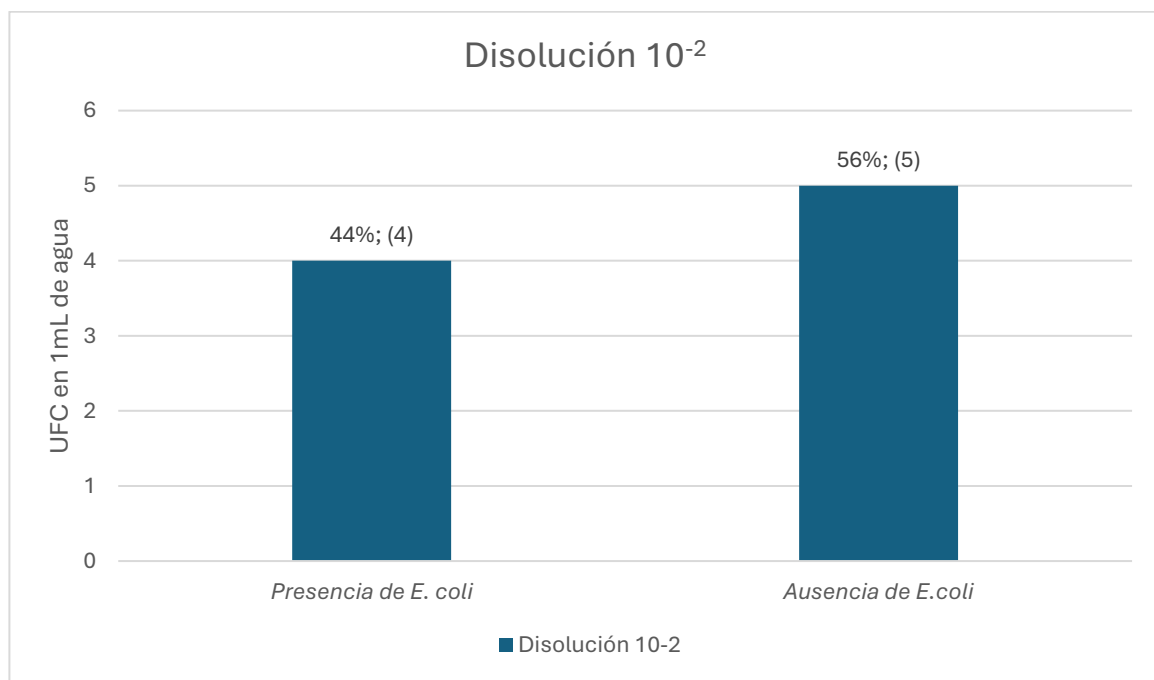


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°3 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de *E. coli*, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-1} . El análisis incluyó 9 muestras, en total, de las cuales el 56% (5 muestras), presentaron crecimiento de *E. coli* y un 44% (4 muestras), no presentó crecimiento de *E. coli*.

Gráfico N°4

Porcentaje de presencia o ausencia de *E. coli*, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2} .

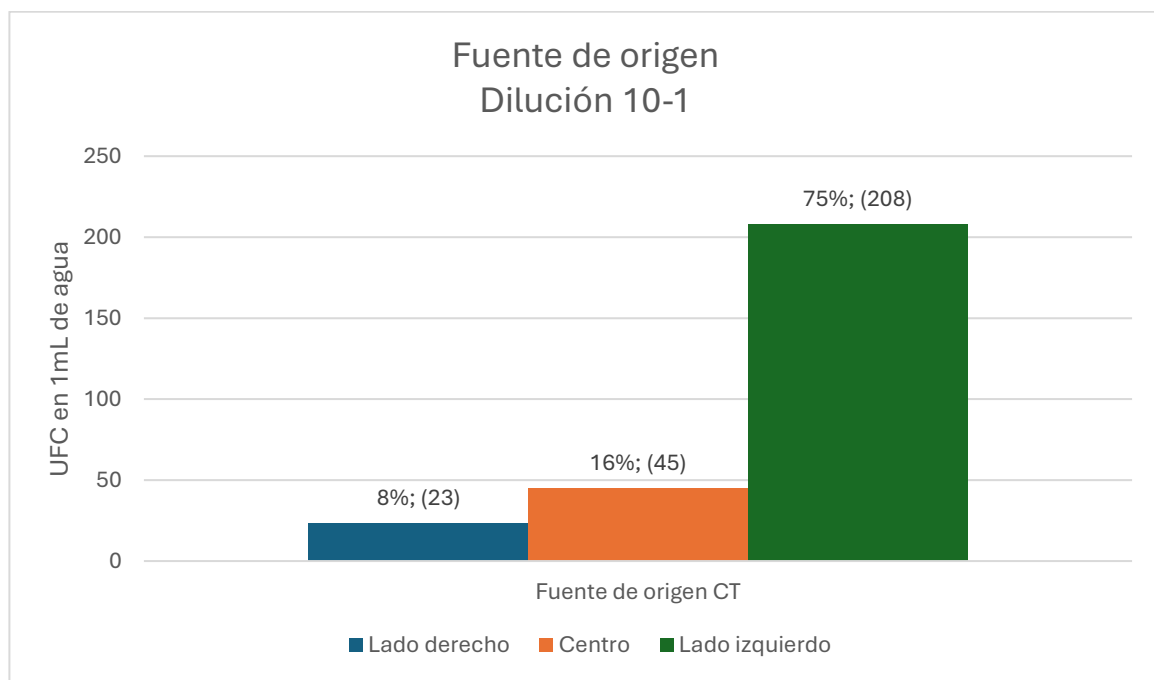


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°4 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de *E. coli*, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-2} . El análisis incluyó 9 muestras, en total, de las cuales el 44% (4 muestras), presentaron crecimiento de *E. coli* y un 56% (5 muestras), no presentó crecimiento de *E. coli*.

Gráfico N°5

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto la Fuente de origen en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

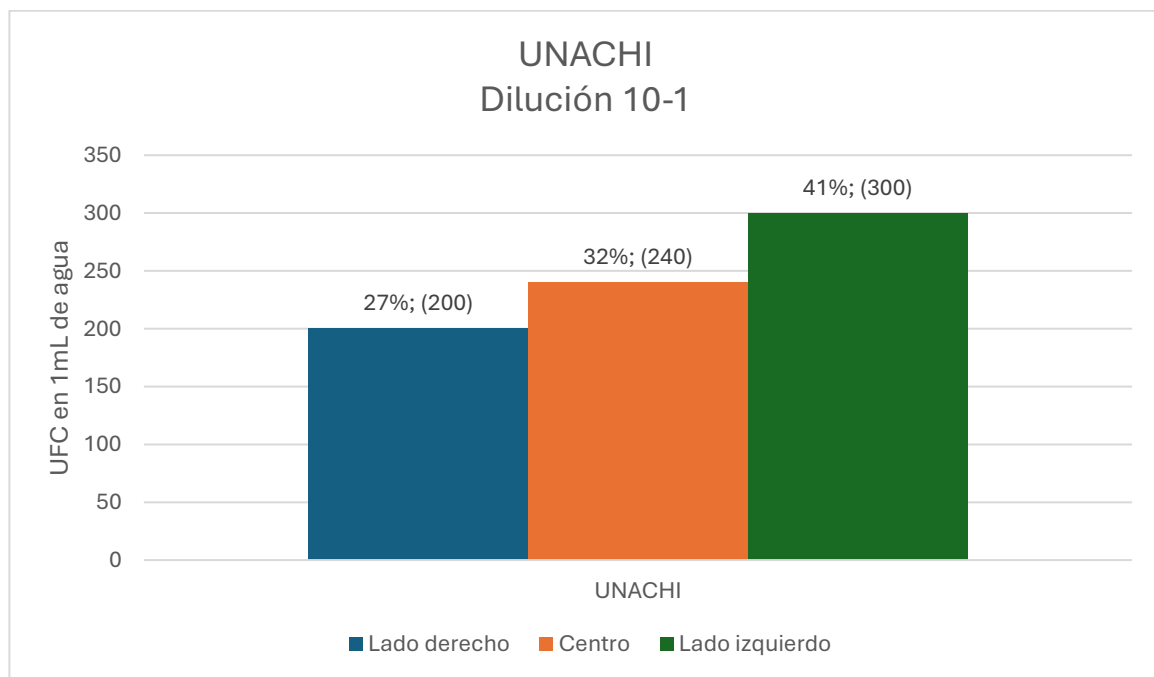


Fuente: (Junca, 2025).

El Grafico N°5 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 75% (247 UFC/mL), el lado izquierdo un 8% (23 UFC/mL) y el centro con 16% (45 UFC/mL).

Gráfico N°6

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

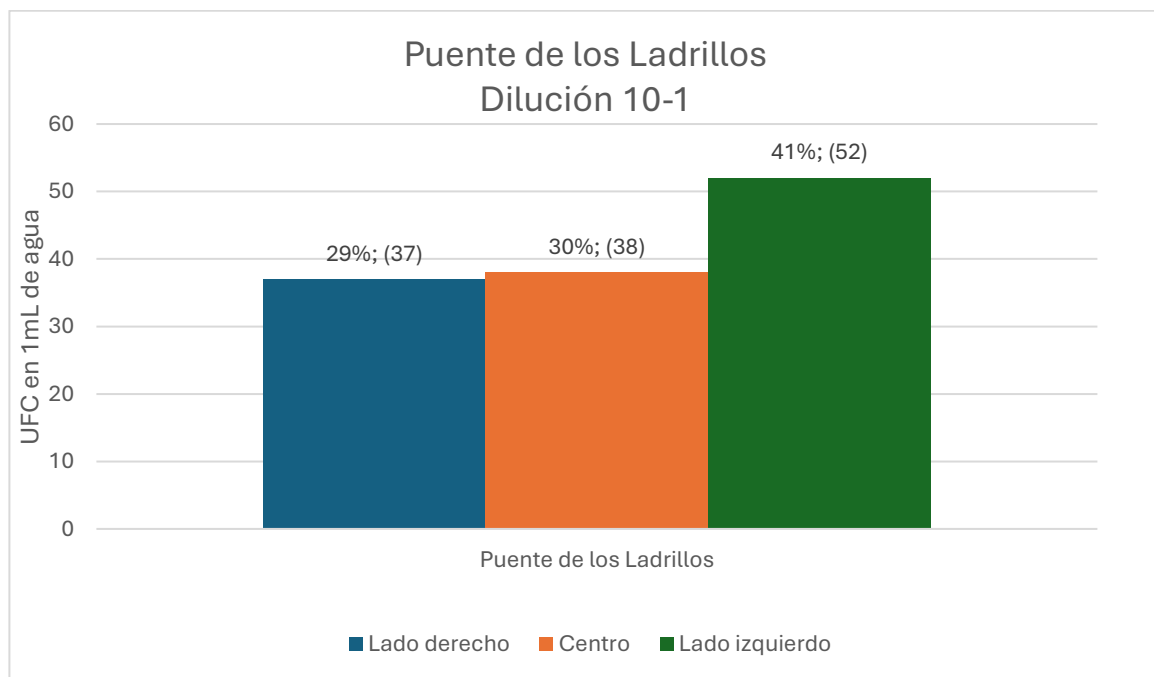


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°6 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 41% (300 UFC/mL), el lado izquierdo un 27% (200 UFC/mL) y el centro con 32% (240 UFC/mL).

Gráfico N°7

Presencia o ausencia de coliformes totales, en la Puente de los ladrillos de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

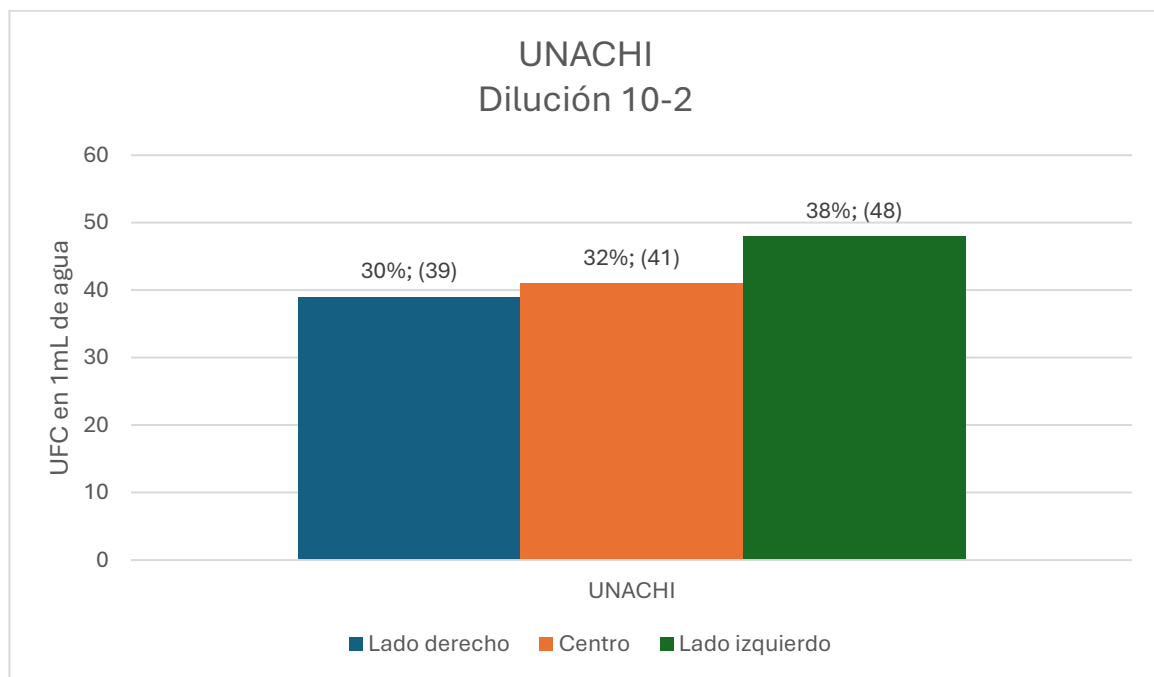


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°7 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 41% (52 UFC/mL), el lado izquierdo un 29% (37 UFC/mL) y el centro con 30% (38 UFC/mL).

Gráfico N°8

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de muestro de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-2} .

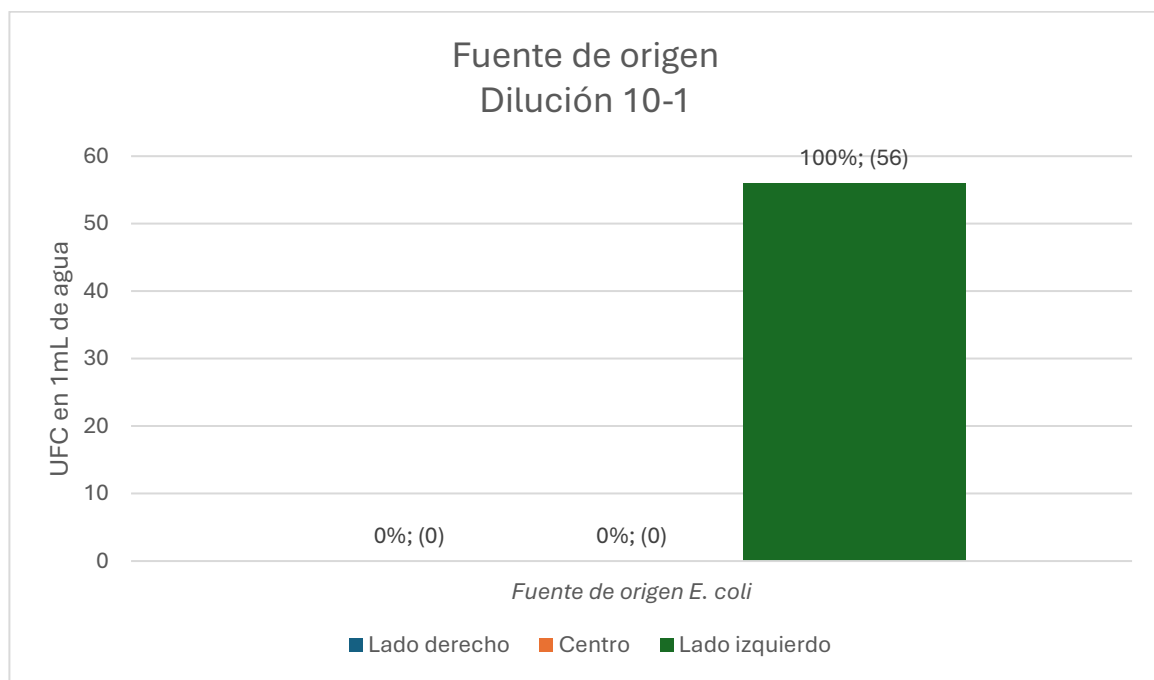


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°8 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro en una disolución de 10^{-2} . Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 38% (48 UFC/mL), el lado izquierdo un 29% (39 UFC/mL) y el centro con 30% (38 UFC/mL).

Gráfico N°9

Presencia o ausencia de *E. coli*, en el punto la Fuente de origen en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

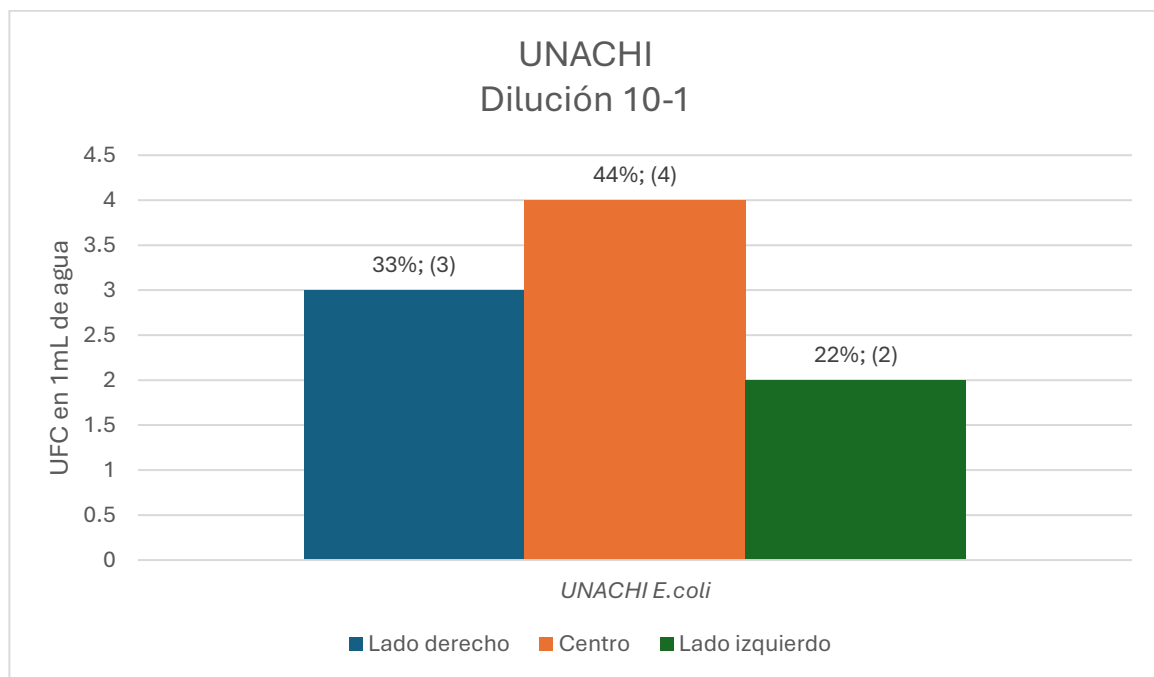


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°9 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 100% (56 UFC/mL), el lado izquierdo un 0% (0 UFC/mL) y el centro con 0% (0 UFC/mL).

Gráfico N°10

Presencia o ausencia de *E. coli*, en el punto de la UNACHI en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

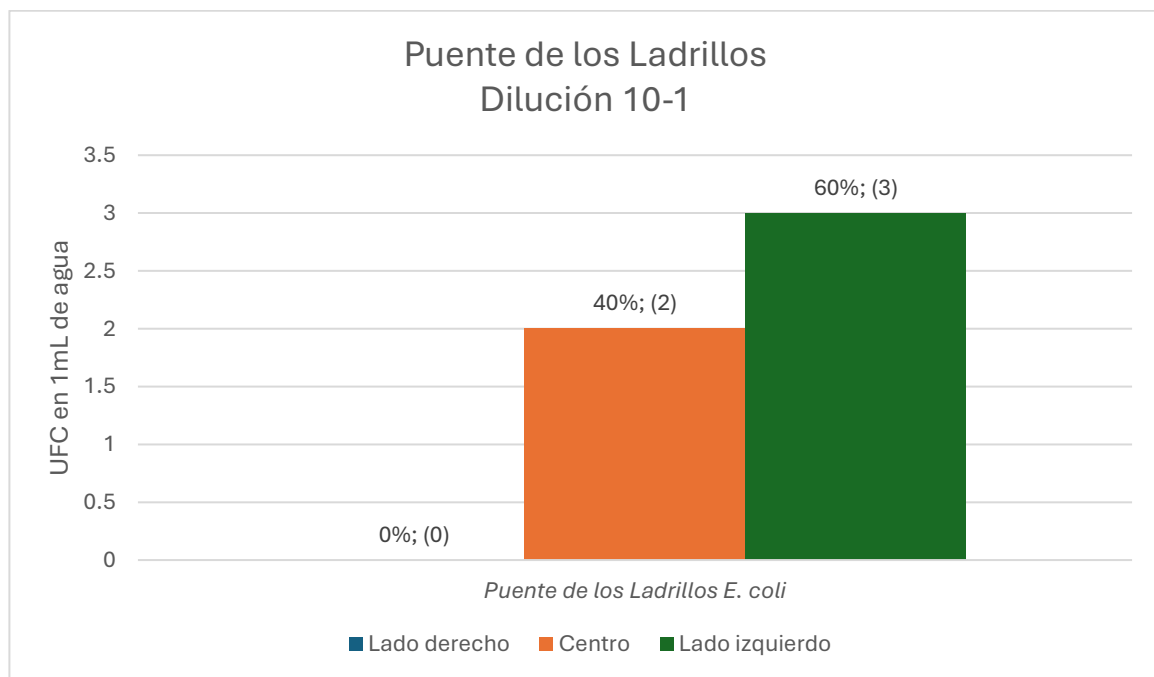


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°10 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el centro de la quebrada, teniendo un 44% (4 UFC/mL), el lado izquierdo un 22% (2 UFC/mL) y el lado derecho con 33% (3 UFC/mL).

Gráfico N°11

Presencia o ausencia de *E. coli*, en la Puente de los ladrillos de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .



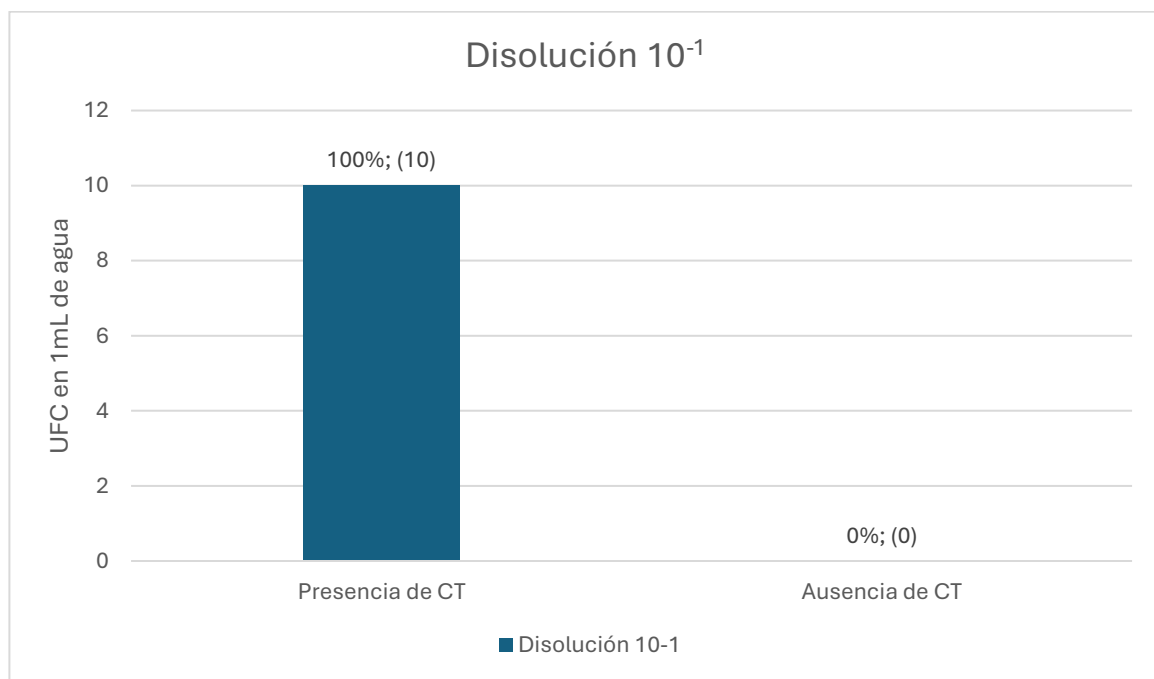
Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°11 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 41% (52 UFC/mL), el lado izquierdo un 29% (37 UFC/mL) y el centro con 30% (38 UFC/mL).

Análisis e interpretación de resultados del Muestreo N°2

Gráfico N°12

Porcentaje de presencia o ausencia de coliformes totales, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

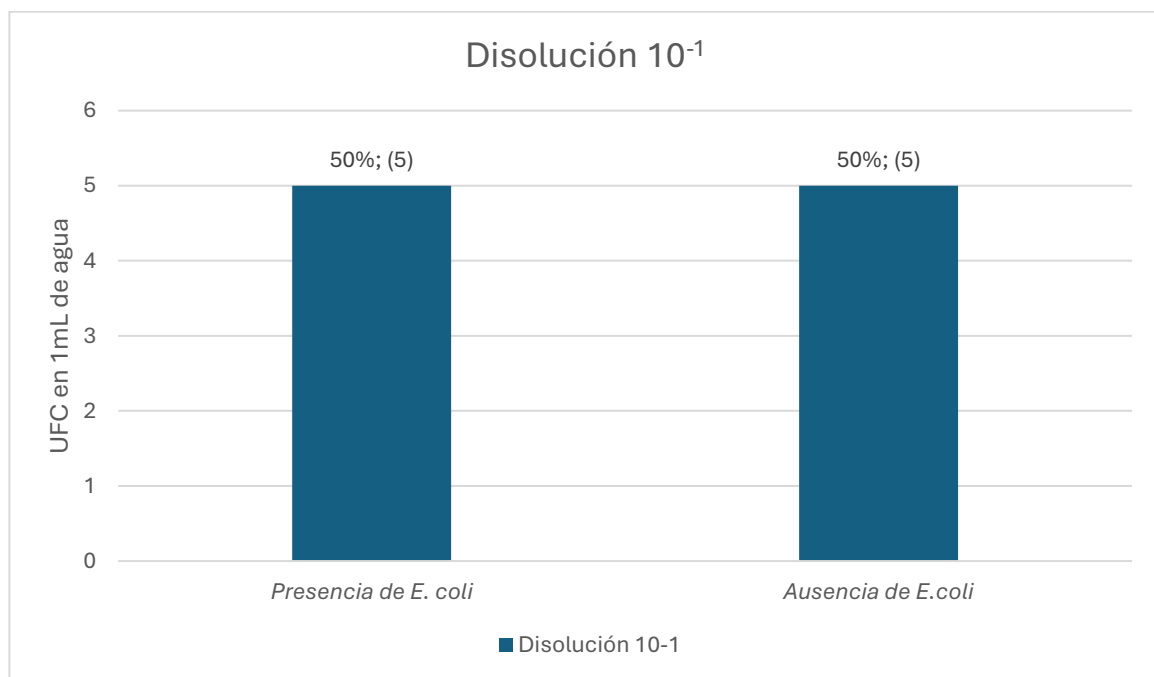


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°12 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de bacterias coliformes totales, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-1} . El análisis incluyó 10 muestras, en total, de las cuales el 100% (10 muestras), presentaron crecimiento de bacterias coliformes totales y un 0% (0 muestras), no presentó crecimiento de coliformes.

Gráfico N°13

Porcentaje de presencia o ausencia de *E. coli*, de las muestras de la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

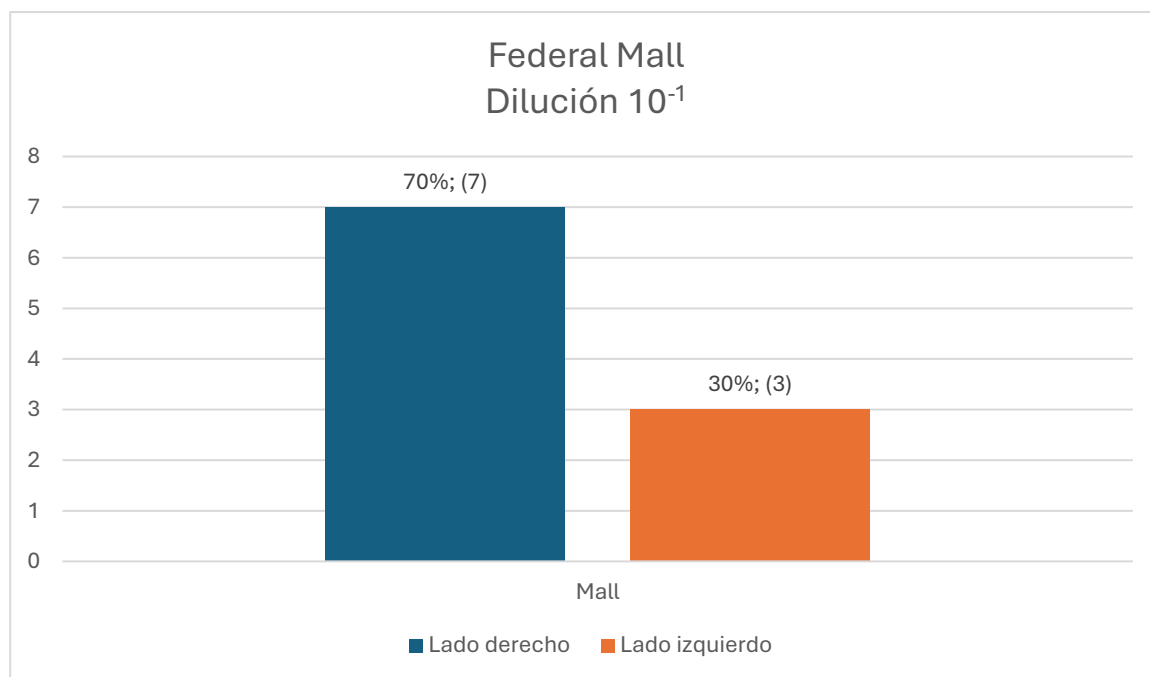


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°13 indica los resultados, en cuanto a la presencia y la ausencia de *E. coli*, en el conteo en placas 3M ® Petrifilm™, inoculadas con disolución de agua de la Quebrada San Cristóbal, en concentración 10^{-1} . El análisis incluyó 10 muestras, en total, de las cuales el 56% (5 muestras), presentaron crecimiento de *E. coli* y un 50% (5 muestras), no presentó crecimiento de *E. coli*.

Gráfico N°14

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Federal Mall en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

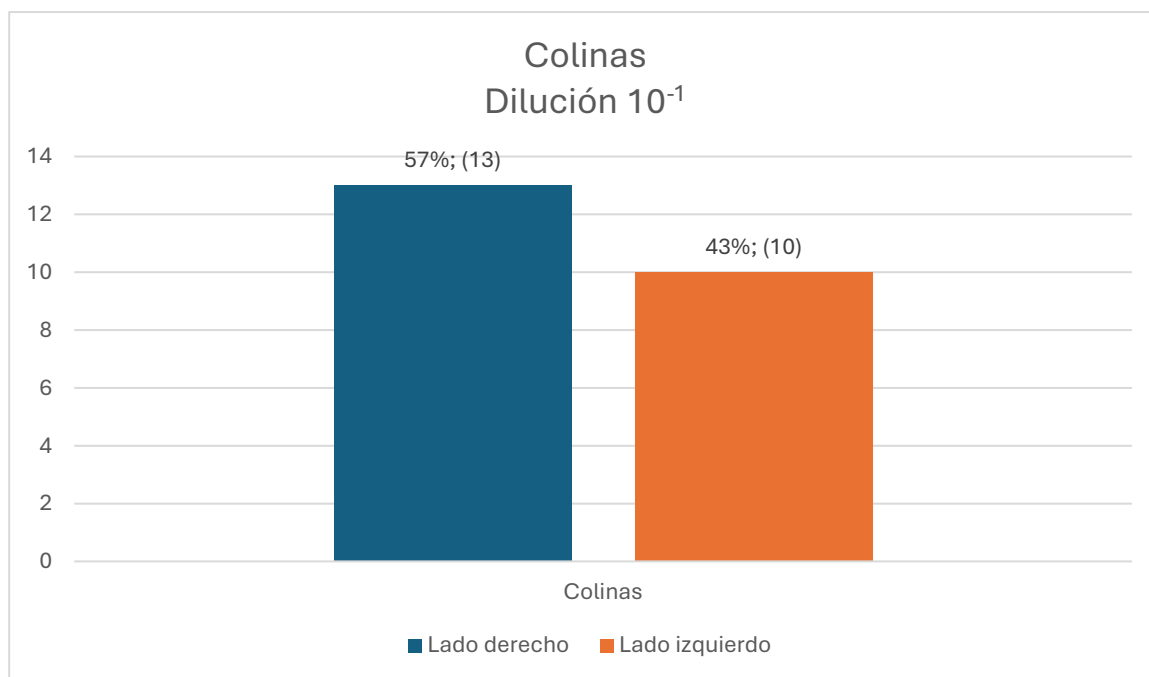


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°14 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 70% (7 UFC/mL), el lado izquierdo un 30% (3 UFC/mL).

Gráfico N°15

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Colinas en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

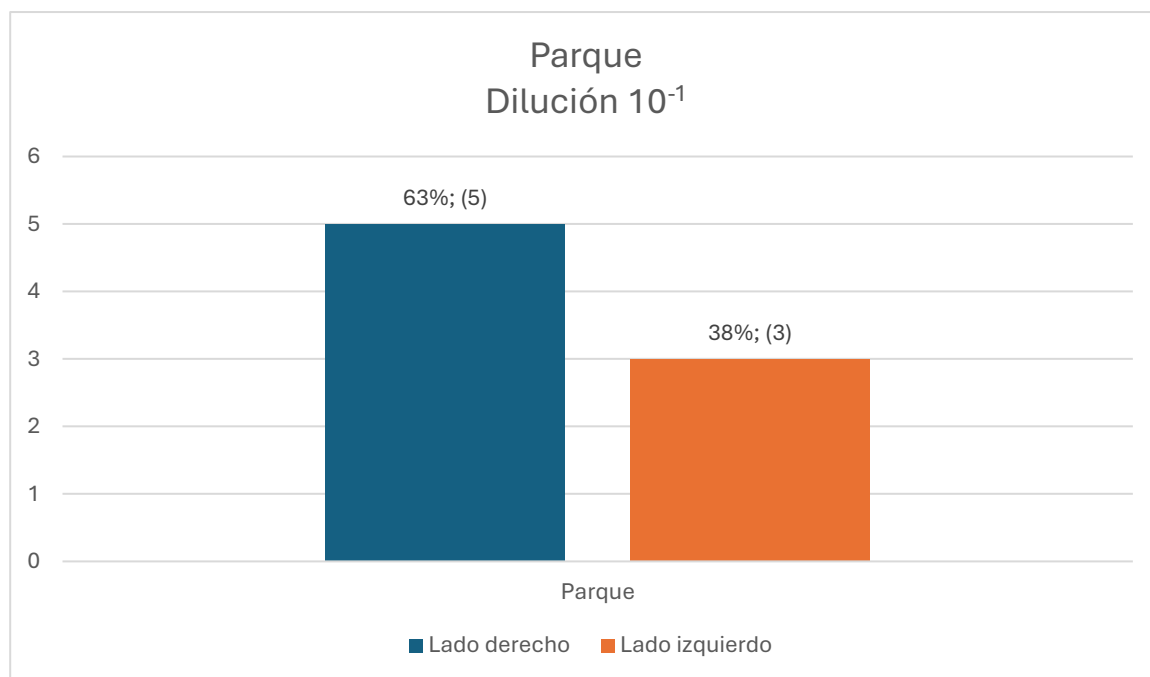


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°15 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 57% (13 UFC/mL), el lado izquierdo un 43% (10 UFC/mL).

Gráfico N°16

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto del Parque en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

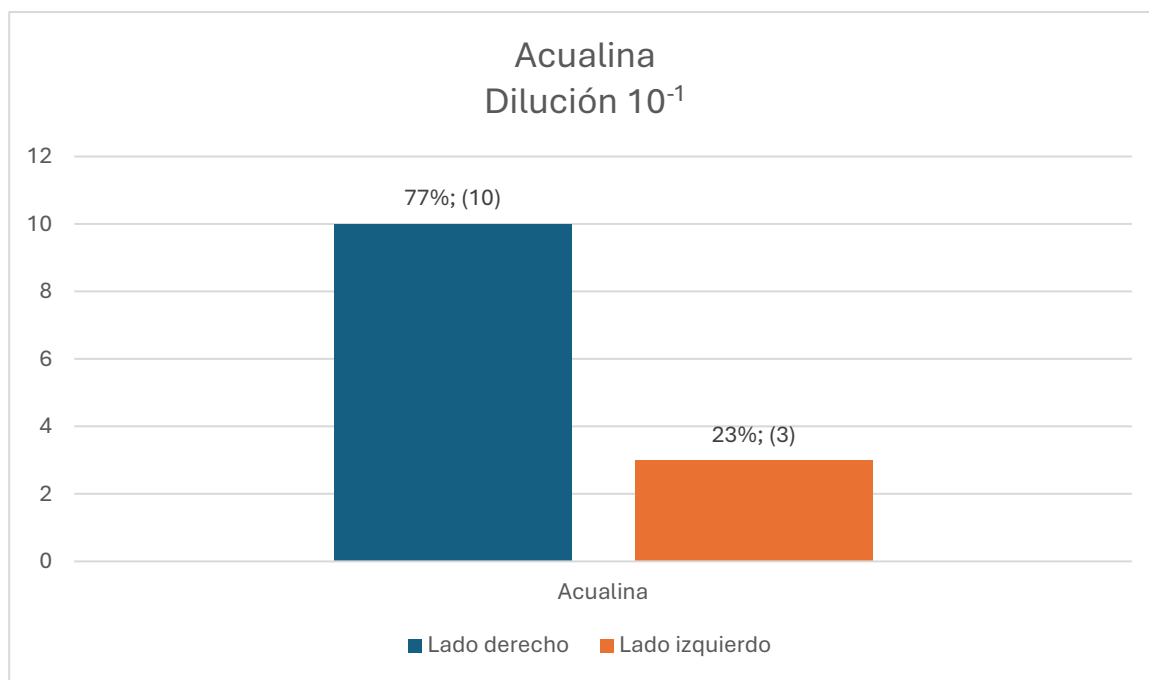


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°16 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 63% (5 UFC/mL), el lado izquierdo un 38% (3 UFC/mL)

Gráfico N°17

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de Aqualina en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

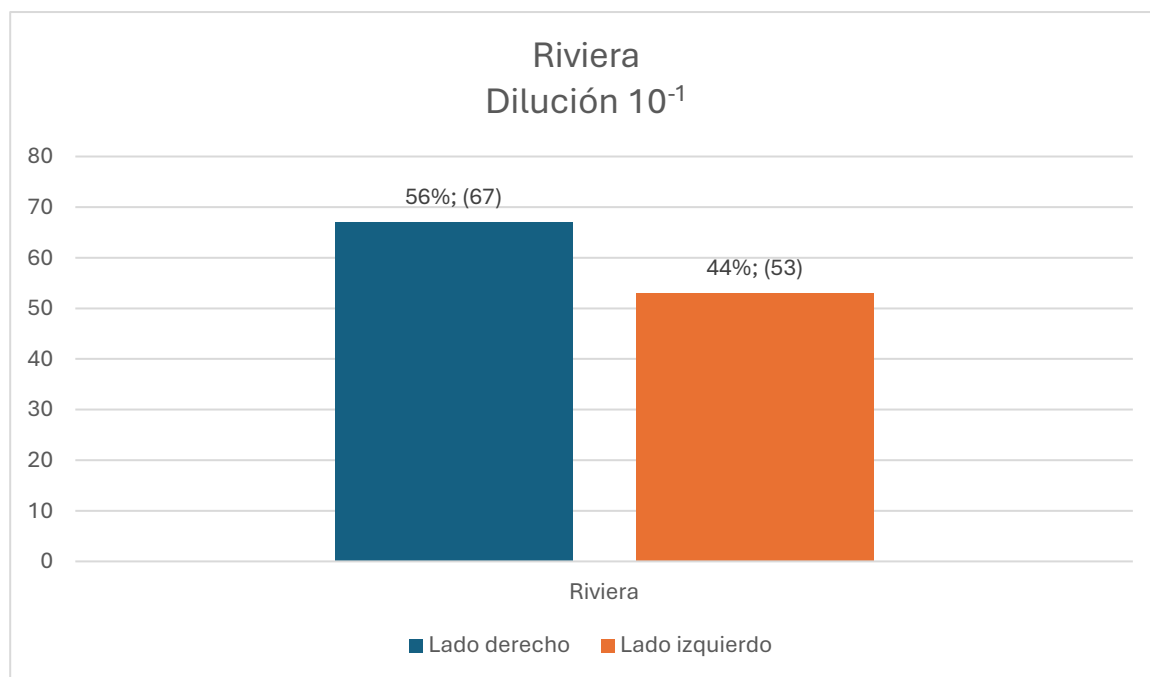


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°17 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 77% (1 UFC/mL), el lado izquierdo un 23% (3 UFC/mL).

Gráfico N°18

Presencia o ausencia de coliformes totales, en el punto de la Riviera en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

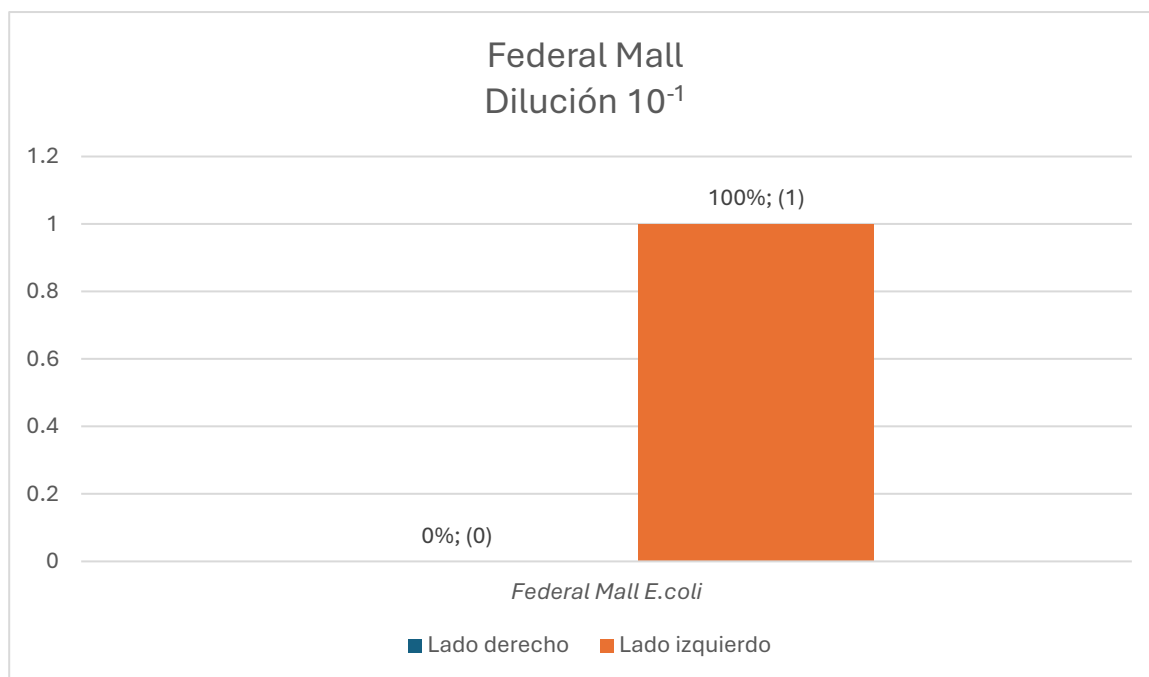


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°18 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de coliformes totales en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 56% (67 UFC/mL), el lado izquierdo un 44% (53 UFC/mL).

Gráfico N°19

Presencia o ausencia de *E. coli*, en el punto del Federal Mall en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

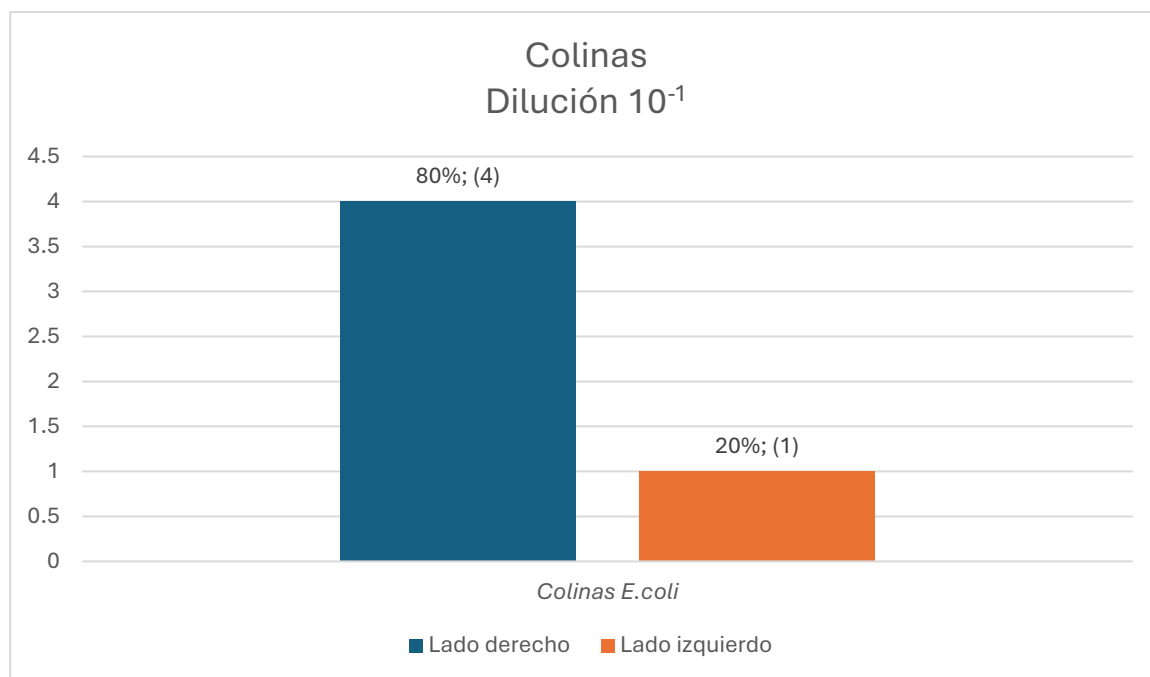


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°19 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el lado izquierdo de la quebrada, teniendo un 100% (1UFC/mL), el lado derecho un 0% (0 UFC/mL).

Gráfico N°20

Presencia o ausencia de *E. coli*, en el punto del Colinas en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .

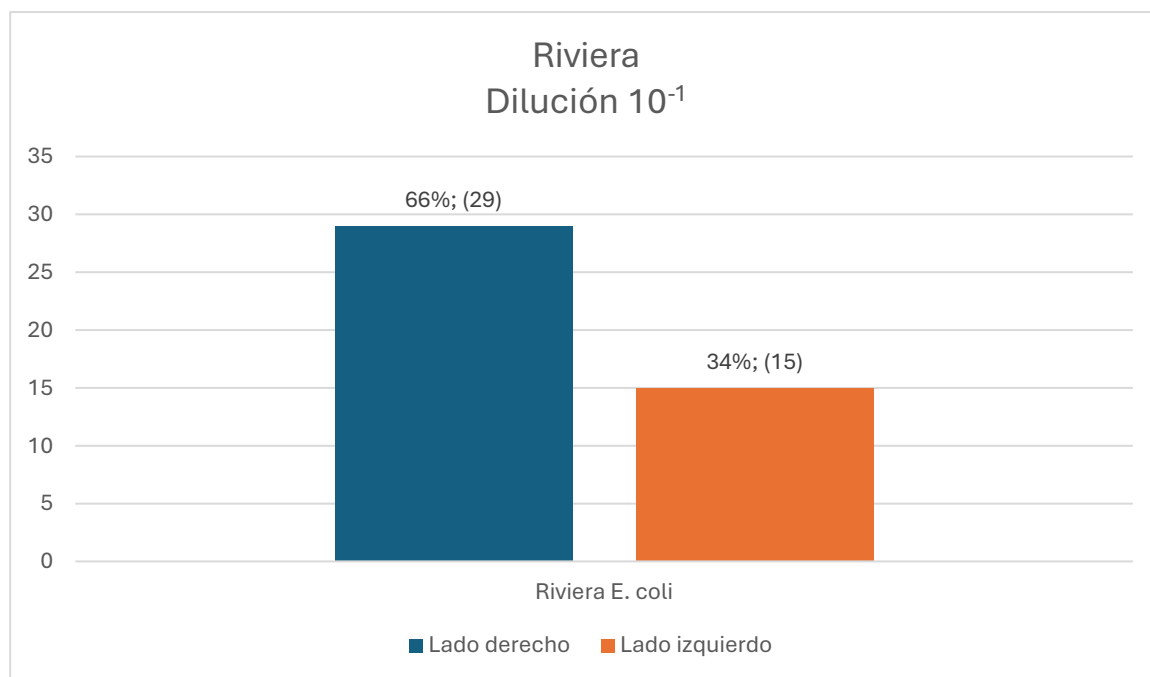


Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°20 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 80% (4 UFC/mL), el lado izquierdo un 20% (1 UFC/mL).

Gráfico N°21

Presencia o ausencia de *E. coli*, en el punto de la Riviera en la Quebrada San Cristóbal, analizada en dilución 10^{-1} .



Fuente: (Junca, 2025).

El Gráfico N°21 muestra, la relación entre los diferentes puntos de muestro. Se observó una gran presencia de *E. coli* en el lado derecho de la quebrada, teniendo un 66% (29 UFC/mL), el lado izquierdo un 34% (15 UFC/mL).

Capítulo V

Consideraciones Finales

5.1. Conclusiones

- Se analizaron 19 muestras en total, entre los dos muestreos, e inocularon 29 placas 3M ® Petrifilm™, 19 con dilución 10^{-1} y con dilución 10^{-2} ; de las cuales para ambas diluciones el 96% (28 muestras), presentaron crecimiento de bacterias coliformes totales; demostrando que la gran parte de la Quebrada San Cristóbal, en el corregimiento de David, cabecera, presentan bacterias coliformes totales.
- En la determinación de *E. coli*, en el primer muestreo, para la dilución 10^{-1} , se observaron los siguientes resultados: el 56% (5 muestras), tenían esta bacteria; y en el segundo muestreo para la dilución 10^{-1} , el 50% (5 muestras) presentaron crecimiento de *E. coli*; concluyendo que en gran parte de la quebrada está contaminada con bacteria *E. coli*, un indicador de contaminación fecal, pero un porcentaje considerable sí tiene *E. coli*.
- Se puede notar en gran medida un aumento en la contaminación en el punto de la UNACHI, donde se pudo obtener una muestra con 300 UFC/mL, lo cual conlleva un gran problema para el medio ambiente, en posteriores puntos de muestras más debajo de este se logra observar que se mantiene un alto contenido de coliformes totales, teniendo cuenta que en valor normal debe ser 0 UFC/mL, es alarmante los resultados obtenidos.
- La alta concentración de colonias en Riviera sugiere que esta área podría estar expuesta a factores que favorecen el crecimiento bacteriano. Esto se puede deber a la descarga de las plantas de tratamiento de agua de las barriadas aledañas a la Quebrada. En Colinas y el Federal Mall, aunque tienen menos colonias en comparación con Riviera, es importante seguir monitoreando estas áreas para

detectar cualquier cambio en la calidad del agua. En los puntos de Aqualina y el Parque, la ausencia de colonias en estas áreas podría indicar una buena calidad del agua o una falta de actividad bacteriana. Sin embargo, es importante continuar monitoreando para asegurar que esta tendencia se mantenga.

- Existe una contaminación bacteriana heterogénea en los puntos de muestreo esto nos deja ver que la cantidad de colonias varía significativamente entre los diferentes puntos, lo que indica que la fuente y el nivel de contaminación no son uniformes. Y que se debe poner empeño en estas zonas de riesgo para disminuir estos valores.
- La distribución de las bacterias no es uniforme, la diferencia en la cantidad de colonias entre el lado derecho y el izquierdo de algunos puntos sugiere que factores locales como corrientes de agua, descargas puntuales o condiciones ambientales pueden influir en la distribución de las bacterias.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda al MINSA que evalúe periódicamente las cuencas hidrográficas, principalmente las que pasen por comunidades, estén siendo usadas para alguna actividad económica o las que se usen de descarga de agua tratada. Esto para monitorizar la contaminación en estas y lograr ejecutar acciones correctivas.
- Realizar estudios adicionales para identificar las causas de la alta concentración de colonias en Riviera y la UNACHI, y desarrollar estrategias para mitigar estos factores.
- Informar a la comunidad sobre la importancia de mantener la calidad del agua y las medidas que pueden tomar para contribuir a este objetivo. Ya que una de las principales fuentes de contaminación es el Lago Baruco, en este se deposita una alta cantidad de basura que es determinante en la contaminación de la Quebrada San Cristóbal.
- Se recomienda que DISAPAS (Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario), incluya dentro de sus funciones la monitorización de las diferentes aguas superficiales en donde se drene contenido, ya sea residencial o industrial, para valorar la seguridad hídrica de estos.
- Se le exhorta a la Universidad Latina de Panamá sede de David, que promueva la continuación del estudio de esta quebrada u otra cuenca hídrica en la región para establecer más puntos de referencia e interés.
- Se recomienda que el MINSA haga propaganda y docencia a las comunidades en base a la contaminación de los ríos y como estas comunidades pueden ser participes en el mejoramiento de la calidad del agua de sus respectivas cuencas hídricas.

Referencias Bibliográficas

- 3M Food Safety. (s.f.). Análisis de agua: llega una nueva ola. 4. 3M. Recuperado el Enero de 2025, de https://4552735.app.netsuite.com/core/media/media.nl?id=32299&c=4552735&h=a20043e2e4dd2b0083ac&_xt=.pdf
- Ayala, M. A., Benitez, L. G., Ayús, Y. B., Ferrer, T., Torres, M. N., & Gallo, K. P. (2022). *Determinación de Coliformes Totales y Fecales en Muestras de Agua del Rio Sinú*. Universidad de Córdoba, Montería. Recuperado el Julio de 2024
- Ayala, M. A., Benitez, L. G., Ayús, Y. B., Ferrer, T., Torres, M. N., & Gallo, K. P. (2022). *Determinación de Coliformes Totales y Fecales en Muestras de Agua del Rio Sinú*. Universidad de Córdoba, Montería. Recuperado el Julio de 2024
- Caballero, E. M. (1 de Abril de 2015). *Hospitales contaminan la quebrada San Cristóbal*. Recuperado el Julio de 2024, de <https://www.laestrella.com.pa/panama/nacional/san-quebrada-cristobal-hospitales-contaminan-IKLE122291>
- Climate Data. (25 de Julio de 2024). *Clima David (Panamá)*. Recuperado el Julio de 2024, de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/panama/provincia-de-chiriqui/david-2772/>
- Cornejo, A., López-López, E., Sedeño, J., Ruiz, R., Macchi, P., Kohlmann, B., . . . Tuñón, A. (2019). Protocolo de biomonitorio para la vigilancia de la calidad del agua en afluentes superficiales de Panamá. 90. Panamá, Panamá, Panamá: Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud. Recuperado el Septiembre de 2024

- Cornejo, J. (Enero de 2020). Calidad microbiológica del agua del río socabaya mediante el recuento de Escherichia coli, coliformes totales y mesófilos aerobios totales, en los distritos de Socabaya y Jacobo Hunter, Arequipa, 2019. 112. Arequipa, Perú. Recuperado el Agosto de 2024
- Cornejo, J. A. (2020). Calidad microbiológica del agua del río Rocabaya mediante el recuento de Escherichia coli, coliformes totales y mesófilos aerobios totales, en los distritos de Socabaya y Jacobo Hunter, Arequipa. 37. Arequipa, Perú. Recuperado el Septiembre de 2024, de file:///C:/Users/solda/OneDrive/Tecnologia%20Medica/Semestre%202024-2/Seminario%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Dirigida/Enterobacterias%20en%20rio/CALIDAD%20MICROBIOL%C3%93GICA%20DEL%20AGUA%20DEL%20R%C3%8DO%20SOCABAYA%20MEDIANTE%20EL%202020.pdf
- Gaceta Oficial. (8 de Julio de 2008). *Gaceta Oficial Digital*. Recuperado el Julio de 2024
- Gaceta Oficial de Panamá. (17 de Diciembre de 1999). Toma de Muestra para análisis biológico. *Resolucion N° 598(DGNT-COPANIT 22- 394 –99)*, 7. Panamá, Panamá, Panamá: Gaceta Oficial. Recuperado el Julio de 2024
- Grudemi, E. (Junio de 2019). *Enciclopedia Iberoamericana*. Recuperado el Septiembre de 2024, de Microorganismos: <https://enciclopediaiberoamericana.com/microorganismos/>

- Hídrica, Comité de Alto Nivel de Seguridad. (Noviembre de 2016). Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos. I, 170. Panamá, Panamá, Panamá. Recuperado el Agosto de 2024
- Mahon, C. R. (2020). *Estructura, fisiología, metabolismo y genética de la célula bacteriana*. Recuperado el Septiembre de 2024, de <https://ebooks.amolca.com/reader/diagnostico-microbiologico?location=16>
- Maps. (2024). Quebrada San Cristóbal. David, Chiriquí, Panamá. Recuperado el Noviembre de 2024, de https://www.google.com/maps/place/Quebrada+San+Cristobal/@8.4390227,-82.4880369,13z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8fa59df66c17857f:0x2f1b51f8a5ac2ef2!8m2!3d8.4369486!4d-82.4467278!16s%2Fg%2F11bwfxqs3!5m1!1e4?entry=tu&g_ep=EgoyMDI0MTIxMS4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3
- Pedroza, A. T. (2023). *Enterobacterias del Embalse Olin-tepec-Moyotepec del Municipio de Ayala, en el Estado de Morelos*. Tesis, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Jojutla. Recuperado el Julio de 2024
- Pillajo, I. K. (2019). Detección de bacterias de importancia clínica en el agua del río Guamote. 88. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el Julio de 2024
- Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del Agua Evaluacion y Diagnostico* (Primera ed.). (L. D. Escobar, Ed.) Medellín, Colombia: Ediciones de la U. Recuperado el Noviembre de 2024

- Ryan, K. J., & Ray, C. G. (2011). Sherris. Microbiología Médica. 5, 793. Mcgraw-HILL Interamericana Editores, S. A. Recuperado el 2024
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). Metodología de la Investigación. 6, 632. México D.F., México: McGraw-Hill. Recuperado el Noviembre de 2024
- Tipán, I. K. (2019). *Detección de bacterias de importacia clínica en el agua del río Guamonte*. Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado el Septiembre de 2024, de file:///C:/Users/solda/OneDrive/Tecnologia%20Medica/Semestre%202024-2/Seminario%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Dirigida/Enterobacterias%20en%20rio/Detecci%C3%B3n%20de%20bacterias%20de%20importancia%20cl%C3%A Dnica%20en%20el%20agua%20del%20r%C3%ADo%20Guamote,%
- Transportes Ambientales Verdes. (13 de Septiembre de 2024). Contaminación del agua en Panamá - Causas y Efectos. Panamá. Recuperado el Septiembre de 2024, de <https://www.tavsapanama.com/contaminacion-del-agua-en-panama/#:~:text=En%20Panam%C3%A1,%20enfrentamos%20una%20grave%20crisis%20de%20contaminaci%C3%B3n%20del%20agua.>
- United Nations. (2015). *The 17 Goals*. Recuperado el Julio de 2024, de <https://sdgs.un.org/goals>

Anexos



Yo, **Luis Antonio Junca Hervey**, con cédula de identidad No. **4-759-2491**, en este semestre **noveno** comparezco respetuosamente ante las autoridades académicas, para solicitar la aprobación por parte de la Universidad del Tema de mi Trabajo de Graduación para optar por el título de **Licenciatura en Tecnología Médica**.

1. TEMA:

Incidencia de Enterobacteriaceae como indicadores de contaminación fecal en la Quebrada San Cristóbal, David, Chiriquí, 2024.

1.1. Problemas a Investigar:

- ¿Cuáles son los puntos críticos de contaminación por Enterobacteriaceae en la Quebrada San Cristóbal?
- ¿Cuál es el impacto que causa esta contaminación al humano y el ambiente circundante de la Quebrada San Cristóbal?
- ¿Cuáles son los factores que predisponen la contaminación de la Quebrada San Cristóbal y como mejorar el impacto en este?

1.2. Razones por la que escoge este tema:

Las Enterobacteriaceae son una familia de bacterias Gram negativas que, en su gran mayoría, habitan en el intestino de humanos y animales de sangre caliente. Muchas especies de Enterobacteriaceae son comensales, es decir, habitan en nuestro cuerpo sin causar enfermedad. Sin embargo, algunas especies son patógenas y pueden causar infecciones, a su vez son excretadas en las heces de humanos y animales. Su presencia en el agua indica una contaminación fecal, lo que puede ser un riesgo para la salud.

El estudio de la contaminación por Enterobacteriaceae en la Quebrada San Cristóbal es fundamental para garantizar la salud pública, proteger el medio ambiente, promover y asegurar la sostenibilidad de este recurso hídrico.

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivo general:

- Evaluar la calidad microbiológica del agua de la Quebrada San Cristóbal, con énfasis en la presencia de Enterobacteriaceae como indicadores de contaminación fecal.

2.2. Objetivos específicos:

- Cuantificar la concentración de Enterobacteriaceae en diferentes puntos de la Quebrada San Cristóbal durante un período determinado.

- Comparar los niveles de contaminación bacteriana con los estándares de calidad del agua establecidos por las normativas nacionales e internacionales.
- Identificar las principales fuentes de contaminación fecal que afectan a la quebrada y su cuenca.

3. APORTES:

Dejar un registro actualizado de la calidad del agua de la quebrada San Cristóbal, basándose como bioindicador el estudio de la familia de Enterobacteriaceae presentes en la afluente de la quebrada, en diferentes puntos de interés.

Este registro ayudará a evaluar el riesgo para la salud de las personas que utilizan el agua de la Quebrada San Cristóbal para actividades como el baño, la pesca o el consumo directo, lo que permitirá tomar medidas preventivas. También permitirá evaluar el impacto ambiental de diferentes actividades humanas en la quebrada y tomar decisiones informadas para la gestión de los recursos hídricos.

A continuación puede sugerir el Director para el desarrollo de la investigación, Pero no es definitivo, ya que las autoridades académicas evaluarán su recomendación y luego le informará oficialmente.

Director recomendado: _____

Firma del (la) alumno (a)

Firma del Director recomendado

Firma del Profesor de Proyecto Final de Graduación

PARA USO EXCLUSIVO DE LA UNIVERSIDAD

El tema está:

Director Asignado: _____

Aprobado por el Decano de la Facultad:

Aprobado () _____

Denegado () _____

Fecha:

OBSERVACIONES: _____

Nota: Los estudiantes que realizarán investigaciones de la empresa o institución en la cual laboran, tendrán que adjuntar a esta solicitud una carta que indique la aprobación por parte de su jefe inmediato, en la cual autoriza que el alumno realice la misma.

Luis Junca-2.pdf

 Universidad Autónoma de Chiriquí

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20156:426871504

Fecha de entrega

5 feb 2025, 11:22 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

5 feb 2025, 11:45 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Luis Junca-2.pdf

Tamaño de archivo

2.8 MB

104 Páginas

14,473 Palabras

80,998 Caracteres

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
618 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

22 de febrero de 2025

Señores
Facultad de Ciencias de la Salud Dr. William C. Gorgas
Universidad Latina de Panamá

Respetados señores:

Certifico que he realizado una exhaustiva revisión y corrección del proyecto final de graduación titulado **Incidencia de enterobacteriaceae como indicadores de contaminación fecal en la quebrada San Cristóbal, David, Chiriquí, 2024**, presentado por **Luis A. Junca H.** con C.I.P. 4-759-2491; dicha corrección se llevó a cabo de acuerdo con los estándares lingüísticos y gramaticales establecidos, así como con las Normas Apa.

Durante el proceso de corrección, se han identificado y corregido errores ortográficos, gramaticales y de puntuación, con el fin de mejorar la claridad, coherencia y precisión del contenido. Asimismo, se han realizado ajustes para garantizar la consistencia en el estilo y la estructura del documento.

Además de la corrección de errores superficiales, se han realizado sugerencias para mejorar la fluidez del texto y la organización de las ideas, con el objetivo de facilitar la comprensión y el impacto del mensaje que se desea comunicar.

Atentamente,



Magister Ada Chavez
Registro 08005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LA FACULTAD DE

Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO
HACE CONSTAR QUE

Aida Estela Chávez Miranda

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

*Licenciada en Humanidades con Especialización
en Español*

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS, HONORES
Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS. EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE ESTE DIPLOMA,
EN LA CIUDAD DE DAVID, REPÚBLICA DE PANAMÁ, A LOS *COCECOE*
DÍAS DEL MES DE *FEBRERO* DEL AÑO *DOS MIL TRECE.*

Secretario General

Diploma - 08005 -

Identificación Personal 4-729-612

Decano

1995
UNACHI



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LA FACULTAD DE HUMANIDADES



EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO HACE CONSTAR QUE

Ada Estela Cháñez Miranda

Identificación personal: 4-729-612

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS DE MAESTRÍA Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

MAGÍSTER EN LINGÜÍSTICA APLICADA CON ESPECIALIZACIÓN EN REDACCIÓN Y CORRECCIÓN DE TEXTOS

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS, HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS. EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE ESTE DIPLOMA, EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ, A LOS DIECINUEVE DÍAS DEL MES DE ABRIL DE DOS MIL VEINTIDOS.

Alonso E. Quidá
Secretaría(a) General

Enrique I. Landy
Decano(a)

Helmer M. de la Cruz
Vicerrector(a) de Investigación y Desarrollo

Helmer M. de la Cruz
Rector(a)



www.unach.ac.pa/verificardioma
Resolución: Consejo Académico N° 14 - 2019
COD: 258c1dc71bc965c980c0d08141a0619b
Num: 52945

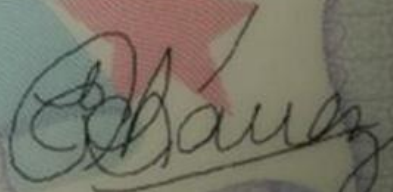


REPÚBLICA DE PANAMÁ
TRIBUNAL ELECTORAL

Ada Estela
Chavez Miranda

NOMBRE USUAL:
FECHA DE NACIMIENTO: 25-FEB-1978
LUGAR DE NACIMIENTO: CHIRIQUÍ, DAVID
SEXO: F DONANTE TIPO DE SANGRE: B+
EXPEDIDA: 24-AGO-2017 EXPIRA: 24-AGO-2027

4-729-612





Protocolo

Protocolo para la Caracterización Visual (Modificado de Cornejo, y otros, 2019)			
Datos Generales			
Nombre del río:	Provincia:		
Corregimiento:	Latitud:	Longitud:	
Fecha:	Hora:	Llenado por:	Temperatura:
Condiciones Climáticas			
Condiciones climáticas: ☐ Tormenta ☐ Lluvia ☐ Luvia Intermitente ☐ Claro/Soleado ☐ Nublado Lluvia en los últimos 7 días: ☐ Si ☐ No Cobertura de nubosidad:			
Localización del Sitio/Mapa/Fotografía			
Fotografía del área:			
Característica del Cuerpo de Agua			
Subsistema del río: ☐ Perenne ☐ Intermitente ☐ Estacional		Temperatura del agua: ☐ Agua fría ☐ Agua tibia	
Tipología del curso del agua: ☐ Parte Alta ☐ Parte Media ☐ Parte Baja			

Protocolo para la Caracterización Visual (Modificado de Cornejo, y otros, 2019)			
Cobertura Boscosa y uso de la Tierra			
<i>Bosques:</i> ☐ Bosque Natural ☐ Bosque Plantado	<i>Cultivos Permanentes:</i> ☐ Café ☐ Cítricos ☐ Plátano ☐ Palmas ☐ Otros:		<i>Otros Usos:</i> ☐ Área Urbana ☐ Área Rural ☐ Infraestructuras ☐ Explo. Minera ☐ Acuicultura ☐ Otros:
<i>Estado Sucesional:</i> ☐ Bosque Maduro ☐ Bosque Secundario	<i>Cultivos Anuales:</i> ☐ Arroz ☐ Maíz ☐ Hidrocultura Mixta ☐ Caña ☐ Piña ☐ Otros:		
<i>Vegetación Arbustiva y Herbáceas:</i> ☐ Formación de herbáceas Naturales ☐ Rastrojos y arbustos ☐ Vegetación baja inundable		<i>Ganadería</i> ☐	
Descargas y Modificaciones al Cuerpo de Agua			
<i>Descarga de Efluentes al Cuerpo de Agua:</i> ☐ Ninguna ☐ Descarga Directa ☐ Descarga Indirecta	<i>Residuos sólidos:</i> ☐ Si ☐ No	<i>Rectificación:</i> ☐ Si ☐ No	<i>Canalizado:</i> ☐ Si ☐ No
	<i>Presencia de aceites:</i> ☐ Si ☐ No	<i>Extracciones:</i> ☐ Si ☐ No	<i>Presencia de presas</i> ☐ Si ☐ No
<i>Tipo de Efluentes al Cuerpo de Agua:</i> ☐ Efluente Líquidos de Actividades doméstica ☐ Efluentes líquidos de actividad comercial ☐ Efluentes líquidos de actividad industrial	<i>Erosión Local:</i> ☐ Ninguna ☐ Moderada ☐ Severa		
Vegetación Acuática			
<i>Identifique la dominancia de vegetación acuática:</i> ☐ Ninguna ☐ Algas adheridas ☐ Enraizadas emergentes ☐ Enraizadas sumergidas ☐ Flotadoras libres % de cober. veg. acuática			
Calidad del Agua			
<i>Olores del Agua:</i> ☐ Ninguno ☐ Pascado ☐ Petróleo ☐ Aguas servida ☐ Químico			
<i>Color del Agua:</i> ☐ Ninguno ☐ Blanco ☐ Verde ☐ Gris ☐ Marrón			
Mediciones para Caracterizar el Cuerpo de Agua			
<i>Cobertura del dosel:</i> ☐ Abierta ☐ Cubierta			

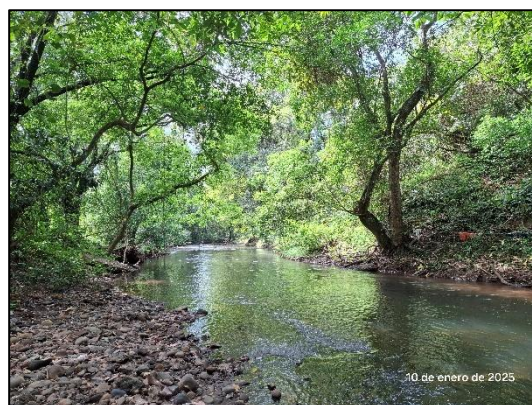
Plan de Muestreo (Modificado de Cornejo, y otros, 2019)							
Parámetros para Evaluar							
Parámetros	Unidad	Estaciones de muestreo					Observaciones
		1	2	3	4	5	
Calidad del Agua							
Temperatura	°C						
Datos de los Responsables del Muestreo							
Técnicos:							
Conductor:							
Fecha de Elaboración:							
Firma Responsable:							
Verificación de Materiales							
El responsable del muestreo debe asegurar que se cuenta con los siguientes materiales y condiciones: a) Equipos e instrumentos de medición: a. ☐ Verificar adecuación de los embalajes ☐ No b. ☐ Limpieza de los equipos ☐ No c. ☐ Verificación de los instrumentos d. ☐ Llevar GPS e. ☐ Llevar Termómetro f. ☐ Cámara Fotográfica b) Información documentada: a. ☐ Plan de Muestreo b. ☐ Protocolo de Caracterización Visual c. ☐ Procedimiento de la investigación c) Indicar los materiales que lleva a campo para el muestreo: a. ☐ Celular b. ☐ Lápices c. ☐ Marcador indeleble d. ☐ Libreta de apuntes e. ☐ Guantes f. ☐ Mascarilla g. ☐ Envases de Plásticos h. ☐ Cinta métrica i. ☐ Bolsas herméticas j. ☐ Botiquín k. ☐ Machete l. ☐ Cooler m. ☐ Otros:							

Fotografía del área, primer muestreo

Fuente de origen:



UNACHI



Puente de los Ladrillos



Fotografía del área, segundo muestreo

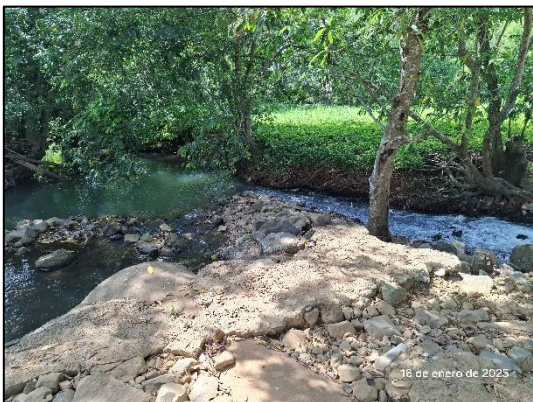
Federal Mall



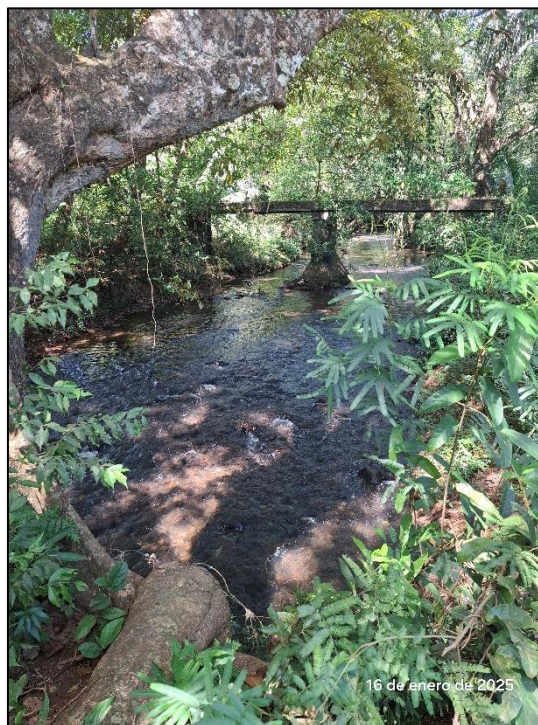
Colinas



Parque



Acualina



Riviera



Prueba en el laboratorio

