



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Tutor:** Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

**Ambato – Ecuador**

**Marzo, 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE”** de Villagómez Villacrés Carla Stephanie, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, marzo 2023

## **EL TUTOR**



firmado electrónicamente por:  
**VÍCTOR HERNÁN  
GUANGASIG TOAPANTA**

.....  
Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE**” como también las ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de éste trabajo de grado.

Ambato, marzo 2023

### **LA AUTORA**



.....  
Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi tesis con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, marzo 2023

## **LA AUTORA**



.....  
Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

## **APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE”** de Villagómez Villacrés Carla Stephanie, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Ambato, marzo 2023

**Para constancia firman**

.....  
PRESIDENTE/A

.....  
1er VOCAL

.....  
2do VOCAL

## **DEDICATORIA**

Al culminar una etapa más en mi vida estudiantil, el presente trabajo de titulación le dedico a mi familia, por su esfuerzo, apoyo y sacrificio día a día.

Agradezco a mi querida madre por sus consejos, paciencia y confianza, por no dejarme en los momentos difíciles y ser la persona que más ha creído en mí y me ha dado la fuerza para seguir adelante.

A mi hermana y hermano por estar en las buenas y en las malas junto a mí y apoyarme en todo momento.

A mi abuelita que me ha brindado todo su amor y sus palabras de aliento para que cumpla con todas mis metas y nunca me dé por vencida.

A mi abuelito, que a pesar de que no se encuentre presente, me da la fuerza desde el cielo para luchar y ser una buena profesional.

A mis maestros por su tiempo, dedicación y sabiduría que nos transmiten en nuestra forma académica.

Villagómez Carla

## **AGRADECIMIENTO**

Con el espíritu rebosante y gratitud de quienes hicieron posible la culminación de mi carrera, hoy después de haber dado gracias a Dios por permitirme estar que, quiero agradecer profundamente a mi madre, hermanos, abuelitos, maestros y compañeros.

A mi madre por ser el motor principal que me impulsa a siempre ser mejor, quien ha estado a mi lado en los días y noches felices y difíciles. Me siento orgullosa de ser su hija y que este junto a mí en estos momentos tan importantes de mi vida,

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por permitirme realizar mi proyecto de investigación en su Laboratorio ‘UTA-LABB’.

A mi tutor Bq. F. Mg. Víctor Hernán Guangasig Toapanta, por su paciencia al realizar el trabajo de titulación, ya que sin usted hubiera sido muy difícil de lograrlo

A mis compañeros, amigos por su sincera amistad a lo largo de estos años de estar juntos día a día, por compartir tiempo de aventura, estudio y dificultades, pero a pesar de ello hemos sabido sobresalir y seguir firmes en nuestros sueños y metas.

Villagómez Carla

## ÍNDICE GENERAL

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO .....</b>	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>8</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. MATERIALES.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. REACTIVOS.....</b>	<b>8</b>



<b>2.3. EQUIPOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1. TIPO Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>10</b>
<b>2.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3.1. Determinación de coliformes totales y coliformes fecales por el método NMP</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3.2. Determinación de <i>Giardia lamblia</i> y <i>Cryptosporidium</i> por la técnica de flotación</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>17</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>26</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Materiales utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.....	8
<b>Tabla 2</b> Reactivos utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.....	8
<b>Tabla 3</b> Equipos utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.....	9
<b>Tabla 4</b> Recuento de coliformes totales en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022. ....	20
<b>Tabla 5</b> Recuento de coliformes fecales en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	21
<b>Tabla 6</b> Número de quistes de <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia lamblia</i> identificados en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	21
<b>Tabla 7</b> Microorganismos identificados en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	22

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Procedimiento prueba presuntiva y confirmatoria para coliformes totales y fecales en la Red de distribución Toallo el Quinche .Noviembre 2022. ....	14
<b>Gráfico 2</b> Procedimiento técnica de flotación para la determinación de <i>Giardia lamblia</i> y <i>Cryptosporidium parvum</i> en la Red de distribución Toallo el Quinche .Noviembre 2022.....	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Preparación de los medios de cultivo para el análisis de muestras en la red de distribución de agua Toallo El Quinche .....	33
<b>Anexo 2</b> Toma de muestras en la red de distribución de agua Toallo El Quinche.....	34
<b>Anexo 3</b> Toma de muestras en la red de distribución de agua domiciliaria Toallo El Quinche .....	35
<b>Anexo 4</b> Análisis de las muestras de la red de distribución de agua domiciliaria Toallo el Quinche en el UTA-LABB.....	37
<b>Anexo 5</b> Método del número más probable (NMP) de la red de distribución Toallo el Quinche .....	40
<b>Anexo 6</b> Prueba confirmatoria para coliflores totales y coliformes fecales de la red de distribución Toallo el Quinche .....	41
<b>Anexo 7</b> Técnica de flotación sulfato de zinc. Identificación de <i>Giardia lamblia</i> y <i>Cristosporidium</i> de la red de distribución Toallo el Quinche .....	42
<b>Anexo 8</b> Siembra en agar eosina azul de metileno E.M.B de la red de distribución de agua Toallo el Quinche .....	42
<b>Anexo 8</b> Identificación de microorganismos en el equipo automatizado VITEK 2 de la red de distribución Toallo el Quinche .....	43
<b>Anexo 10</b> Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020 de requisitos del agua para consumo humano .....	44

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1</b> Ubicación GPS vertiente y salida del tanque A de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	17
<b>Fotografía 2</b> Ubicación GPS de la salida del tanque B de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	18
<b>Fotografía 3</b> Ubicación GPS de la salida del tanque C de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	19
<b>Fotografía 4</b> Ubicación GPS de la salida del tanque D y la distribución de agua domiciliar de la red Toallo el Quinche. Noviembre 2022 .....	19

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE”**

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Tutor:** Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

**Fecha:** Marzo, 2023

**RESUMEN**

Los microorganismos presentes en redes de distribución a comunidades son causantes de infecciones en los seres humanos, debido a su uso en el consumo y el aseo personal. Las bacterias más frecuentes que se encuentran son: coliformes totales, fecales y parásitos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo humano de la comunidad el Quinche parroquia Santa Rosa. Para el estudio se utilizó un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y exploratorio. Los procesos de muestreo, manejo y conservación se realizaron de acuerdo a los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98 y la NORMA MEXICANA NMX-AA-042-SCFI-2015. Se analizaron muestras de 8 puntos específicos de la red, tomados por la mañana durante 3 semanas con la finalidad de determinar coliformes totales, coliformes fecales, a través del método del número más probable y para parásitos *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* mediante la técnica de flotación con sulfato de Zinc. Se obtuvo como resultado que 1 de los 8 puntos de muestreo presenta una mínima cantidad de coliformes totales y fecales (8 NMP/100mL), mientras que existe ausencia de parásitos, cumpliendo así la norma establecida NTE INEN 1108:2020, dando como resultado que el agua es apta para el consumo humano. Además, se hizo una siembra en agar eosina azul de metileno para posteriormente identificar el tipo de microorganismo en el equipo automatizado de microbiología VITEK® donde se identificó *Enterobacter aerogenes*.

**Palabras clave:** AGUA POTABLE, COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES, MÉTODO DEL NÚMERO MÁS PROBABLE.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE  
CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD EL QUINCHE”**

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Tutor:** Bq. F. Mg. Guangasig Toapanta, Víctor Hernán

**Fecha:** Marzo, 2023

**SUMMARY**

Microorganisms present in distribution networks to communities cause infections in humans, due to their use in consumption and personal hygiene. The most frequent bacteria found are: total coliforms, faecal coliforms and parasites. The objective of this research was to evaluate the microbiological quality of water for human consumption in the community of El Quinche, Santa Rosa parish. A quantitative, descriptive and exploratory approach was used for the study. The sampling, handling and conservation processes were carried out according to the parameters established in the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 2 169:98 and the Mexican Standard NMX-AA-042-SCFI-2015. Samples were analysed from 8 specific points of the network, taken in the morning during 3 weeks in order to determine total coliforms, faecal coliforms, through the most probable number method and for *Cryptosporidium* and *Giardia lamblia* parasites using the zinc sulphate flotation technique. It was obtained as a result that 1 of the 8 sampling points presents a minimum amount of total and faecal coliforms (8 NMP/100mL), while there is an absence of parasites, thus complying with the established standard NTE INEN 1108:2020, resulting in water that is suitable for human consumption. In addition, a sowing was carried out on eosin methylene blue agar to subsequently identify the type of microorganism in the VITEK® automated microbiology equipment, where *Enterobacter aerogenes* was identified.

**Keywords:** DRINKING WATER, TOTAL COLIFORMS, FAECAL COLIFORMS, MOST PROBABLE NUMBER METHOD.

## INTRODUCCIÓN

El agua como principal recurso para la vida de todo organismo del planeta, es una fuente indispensable para actividades de la sociedad. Por lo tanto, debe encontrarse en óptimas condiciones para evitar riesgos en la salud.

La calidad del agua se caracteriza por los parámetros que debe cumplir con respecto a lo físico, químico y bacteriológico ya sea en su estado natural o con el accionar del ser humano. La calidad se determina mediante la comparación de dichas características con directrices ya establecidas por la Organización Mundial de la Salud (1).

La contaminación microbiológica se ha convertido en una de las preocupaciones a nivel mundial debido a que se estima un alrededor de 800.000 personas mueren por causa de enfermedades que son transmitidas por ingerir agua contaminada, de este total, se identifica que alrededor del 50% son niños de 0 a 5 años de edad. Uno de los riesgos de contaminación del agua son los microorganismos patógenos que tienen la capacidad de ingresar en este recurso a través de materia fecal de manera directa o indirecta (2).

La transmisión por agua es una de las vías más utilizada por los patógenos para proliferarse, *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* son los dos protozoarios frecuentes a nivel mundial por sus características como: resistencia al cloro y baja dosis infectante, así como también por la presencia de animales domésticos o bovinos. La contaminación microbiológica se favorece por condiciones ambientales, zonas ganaderas o agrícolas, fluctuaciones climáticas, sin embargo, una densa vegetación puede prevenirla (3).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente la presente investigación aborda la calidad microbiológica del agua de consumo humano de la Comunidad el Quinche. Los parámetros bacteriológicos a analizar fueron: coliformes totales, coliformes fecales, *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia*. La investigación tiene el objetivo indicar si el agua que ingieren los habitantes en la Comunidad El Quinche es apta o no para su respectivo consumo.



# **CAPITULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Según las guías para la calidad del agua de consumo humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS), manifiesta que el agua potable es una sustancia fundamental para la salud, un derecho básico del consumo humano y un componente principal para las políticas eficaces de la protección de la salud de las personas. Sin embargo, estas guías también mencionan que el riesgo más común del agua potable es que lleva consigo bacterias, helmintos, virus y protozoarios las cuales causa enfermedades infecciosas. Estas sustancias, contaminantes biológicos y químicos, han sido encontradas hasta en el hielo y la nieve del Ártico y Antártida (4).

Para Latinoamérica en las zonas rurales, en donde por lo general los habitantes se dedican a la agricultura, el empleo de productos agroquímicos de forma excesiva da como resultado la concentración elevada de insecticidas y plaguicidas en el agua que es consumida por los habitantes, la cual puede dar como resultado efectos crónicos a la salud, de igual manera la utilización excesiva de fertilizantes o la lixiviación de aguas servidas, resulta la concentración de nitrato en el agua (5). Aunque es muy difícil describir con precisión todos los efectos que esto produce en la población humana, sin duda alguna todo esto es perjudicial para la salud (6).

Ecuador ha intentado acogerse a mejoras de sus políticas de salud, entonces, con el fin de desarrollar, mejorar y proteger la calidad de los recursos naturales, hídricos, los ecosistemas, la calidad de vida, la seguridad ciudadana y alimentaria, y todas los controles y vigilancias de los agentes contaminantes que afectan a las fuentes de agua, alimentaria, etc. A nivel nacional, nuestro país se une a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en donde se formula la Estrategia Nacional de la Calidad del Agua (ENCA) (4).

Esta Estrategia Nacional se refiere a una herramienta de articulación de acciones en conjuntos con diferentes instituciones que trabajan con el recurso hídrico y crea planes

que permite el desarrollo de acciones en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, las políticas Intersectoriales del Agua y el Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los recursos Hídricos de las Cuencas y Microcuencas Hidrográficas del Ecuador. Para la ejecución de estas acciones participan los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), las entidades privadas y públicas, Consejos de Cuencas, Prestadores de Servicios Públicos y la población (5).

Para Ríos et al. (7) en su investigación titulada “Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano”, planteó como objetivo principal explicar los indicadores principales microbiológicos que son utilizados para la evaluación del agua potable en Colombia, estos son tomados como referentes claves para evaluar y obtener un nuevo esquema para el monitoreo de estas aguas; para esto realizaron una revisión exhaustiva de los temas literarios sobre los patógenos microbianos que son transmitidos por el agua potable. Obtuvieron como resultado, que el monitoreo para todos los organismos que pueden presentarse en el agua para consumo humano, no es muy confiable, debido a la gran cantidad de clases de patógenos, pero, realizar el monitoreo de cada uno de los patógenos es costoso y puede dar un falso sentimiento de seguridad.

La investigación realizada por Mejía et al. (8) con el tema “Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del centro poblado Pachapiriana, distrito de Chontalí, provincia de Jaén–2019”, tuvo como objetivo principal la detección de nivel de contaminación microbiológica del agua de consumo humano en Pachapiriana. En la investigación se trabajó con 40 viviendas y 4 pozos como muestra de una población total de 120 viviendas, además, se utilizó la técnica del número más probable (NMP) la cual arroja como resultado que la muestra debía ser  $<1,8/100$  mL. Sin embargo, los resultados obtenidos son Coliformes Totales  $>6,8/100$  mL, Coliformes Fecales  $>4/100$  mL, 37 muestras arrojan presencia de *E. coli*. La investigación concluye que el agua de Pachapiriana no reúne las condiciones sanitarias microbiológicas, para el consumo humano, puesto que todas las muestras consideradas en el estudio, sin excepción, presenta un NMP mucho mayor al considerado aceptable de *E. coli*, coliformes fecales y totales.

Vega (9) en su investigación “Calidad Microbiológica Del Agua Potable De Acuerdo A La Normativa Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014”, presentó como objetivo principal la determinación de la calidad microbiológica del agua potable en el cantón Palestina perteneciente a la provincia del Guayas; la investigación se basó en la metodología cuali-cuantitativa, utilizando la revisión exhaustiva de material bibliográfico donde se determinó la presencia de coliformes fecales y totales y la utilizando la forma cuantitativa para determinar la cantidad de colonias de patógenos utilizando el método de Número más Probable (NMP). La investigación llega a la conclusión que el factor que más influye en la contaminación es la falta de higiene de las personas, la forma y lugar de almacenamiento, es así, que el autor de la investigación sugiere el monitoreo constante del Ministerio de Salud Pública en coordinación con los ciudadanos para que se pueda mantener un adecuado control sanitario de cada vivienda.

La investigación de Beltrán et al. (10) con el tema “Análisis de la calidad microbiológica del agua de consumo de la Universidad De Santander Campus Cucuta en el año 2018” tiene como objetivo principal, analizar la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la UDES para la cual se consideró la metodología descriptiva utilizando instrumentos de recolección de información como son las encuestas; y, mediante esta información determinar si existe o no la presencia de microorganismos en el agua. Los autores concluyen que el nivel de microorganismos en el agua del campus establecido como muestra, es adecuado y cumple con los parámetros de salubridad para el consumo humano.

Elías et al. (11) en su investigación titulada “Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el Distrito de Rázuri. Provincia de Ascope. La Libertad – Perú”, tuvo como objetivo determinar la calidad bacteriológica del agua potable y la enfermedad diarreica aguda. En esta investigación se utilizó la metodología aplicada y cuantitativa, con un diseño cuasi experimental. Para esto se consideró 3 muestras de 14 localidades: reservorio, pozo y red pública. Mediante los datos obtenidos en los análisis microbiológicos de agua elaborados en un laboratorio, dando como resultado; 100% segura para el consumo humano en la zona urbana, pero, un 50% en la zona rural. Por lo tanto, se concluye que, mediante los datos estadísticos

obtenidos de las zonas urbana y rural no existe una considerable diferencia en su calidad. Sin embargo, en la zona urbana si existe una relación inversa entre el agua clorada, la cual es apta para el consumo humano, con respecto a la presencia de bacterias, es decir, hay factores externos que provocan enfermedades diarreicas, como podría ser el consumo de alimentos contaminados.

Duarte & Mendoza (12) en su investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los corregimientos de Sincerín y Gambote Cartagena: Universidad de Cartagena”, buscó estimar la calidad del agua para consumo humano, antes y después del tratamiento, implementando una metodología descriptiva, observacional y trasversal, en donde se toma como muestra a 6 tipos de agua para cada uno de los corregimientos; tres después de ser tratados y 3 antes de su tratamiento, obteniendo como resultado que en la etapa cruda ninguna de las dos muestras estudiadas dan resultados positivos, es decir, no cumplen con los parámetros para considerar optima, tanto en su etapa de post y pretratamiento.

Mejía & Taipe (13) realizaron una investigación bajo el tema “Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, distrito de Vilca, Provincia de Huancavelica, 2021” cuyo objetivo principal fue definir el influjo que produce la calidad microbiológica del agua destinada para el consumo humano en las enfermedades que afectan al aparato digestivo, donde se utilizó la metodología descriptiva y el método de correlación. Además, realizó un estudio con parámetros microbiológicos de dos poblaciones Manantial Huarichaca y CC. PP Matahuasi obteniendo tres muestras; para la cual se dio el contraste de hipótesis empleando la prueba T para Coliformes Totales. El autor concluye que el agua que se consume en dos fuentes en CC. PP Matahuasi, influyen directamente en las enfermedades infecciosas del aparato digestivo.

Lugo et al. (14) en su estudio “Evaluación de la calidad microbiológica de agua potable de dos pueblos palafíticos de la ciénaga grande de Santa Marta”, cuyo propósito fue la evaluación de la calidad microbiológica del agua de consumo de los habitantes de dos pueblos, procediendo con la toma de 4 muestras de diversos depósitos de agua y distribución del agua, obteniendo como resultados el exceso de coliformes totales y

fecales en el agua potable, sobrepasando los límites que sustentan su permisibilidad -- consumo humano, pues dichos niveles de coliformes oscilan los  $1 \times 10^4$  y  $130 \times 10^4$  UFC/100 ml y  $62 \times 10^4$  y  $462 \times 10^4$  UFC/100 mg, con un pH variante de 6.7 a 9 y conductividad aproximada de 700 microsiemens/cm, estableciendo finalmente que el agua potable disponible para estos pueblos presenta una alta concentración bacteriana de alto riesgo sanitario, capaz de causar infecciones constantes y agresivas en los consumidores, por lo que recomendó la restricción de su consumo hasta lograr un tratamiento adecuado que permita ingerir el agua sin riesgo latente.

Pérez M (15) a partir de su indagación “Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019”, buscó identificar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano de dicha zona, procediendo a la evaluación de los coliformes totales y fecales del agua potable, obteniendo que los coliformes totales alcanzaron el punto M4, Decantador con una valoración de 135.95 NMP/100 mL; coliformes termotolerantes M2 sedimentadores mayores de 53.6 NMP/100 mL; con presencia de *Escherichia coli* dentro de los límites permisibles para la mantención de un estado aceptable del agua para el consumo de las personas. Sin embargo, también se identificó 6 variaciones bacterianas que generan un alto riesgo para la salud humana, por lo que se concluye que este tipo de agua potable incumple toda normativa microbiológica que sustente su calidad, siendo importante la implementación de monitoreo de vigilancia que permita identificar si el agua potable de abastecimiento mantiene su calidad o requiere de un mejor tratamiento bacteriológico.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano de la Comunidad El Quinche.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Establecer los puntos de toma de muestra del agua de consumo humano de la comunidad El Quinche.
- 2) Cuantificar los microorganismos indicadores de calidad como coliformes totales, coliformes fecales, *Giardia lamblia* y *Criptosporidium* presentes en las muestras de agua de la comunidad El Quinche.
- 3) Comparar los resultados obtenidos en la investigación con los parámetros referente a la calidad del agua.

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. MATERIALES

**Tabla 1** Materiales utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.

<b>MATERIALES</b>
Tubos de ensayo con tapa rosca estériles.
Tubos Durhan 6*50 mm Fisherbrand
Matraz estéril.
Agua destilada estéril.
Pipetas automáticas de 1mL.
Puntas azules y amarillas estériles.
Frascos para toma de muestras estériles.
Piola estéril.
Gradilla.
Guantes de látex.
Cofia.
Asa para cultivo.
Lámpara de alcohol.
Placas.

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

### 2.2. REACTIVOS

**Tabla 2** Reactivos utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.

<b>REACTIVO</b>	<b>MARCA</b>	<b>LOTE</b>	<b>F. EXPIRACIÓN</b>
Caldo lauril sulfato triptosa	TM MEDIA	M1F0IV01	Agosto 2025
Caldo lactosa bilis verde brillante al 2%.	TM MEDIA	M3G5JS01	Agosto 2025

Caldo lactosado	TM MEDIA	M6I6BW01	Enero 2026
Medio Agar EMB	LAB A Neogen Company	143620/131	Marzo 2023
Agua destilada.	-	-	-
Solución salina 0.45%	VITEK®	ZI-2007241	11/2022
Tarjetas de identificación VITEK® 2 GN	VITEK®	2411777503	11/2022

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

### 2.3. EQUIPOS

**Tabla 3** Equipos utilizados en el estudio de la calidad microbiológica del agua de la Comunidad el Quinche. Noviembre 2022.

EQUIPO	MARCA	MODELO / SERIE
Autoclave	Biobase	BKM-Z24B / 1809DN0003
Incubadora bacteriológica	Memmert	IN30 / D118.0136
Cabina de bioseguridad tipo II.	Biobase	1300IIB2-X / BSC13B1810063
Microscopio óptico compuesto	OPTIKA	B-382PLiALC / 466422
Balanza de precisión 5000g 0.01g	WORNER LAB	JA5000C / 2062207001
Centrífuga de 36 tubos	Biobase	BKC-TL5L / B19010105MMTL-5S
Sistema de purificación de agua	PURE AQUA	NW-RO400G-800G
Equipo automatizado de microbiología	VITEK®	VITEK®2 Compact / VK2C22790

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie



## **2.4. MÉTODOS**

### **2.4.1. TIPO Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque cuantitativo fue usado para medir parámetros microbiológicos obteniendo datos concretos, estas cifras permitieron conocer la calidad del agua. Las muestras fueron tomadas por tres ocasiones (una vez en la mañana) en ocho diferentes lugares.

La investigación de campo se desarrolló en la red de distribución de agua Toallo el Quinche tomando las muestras, en los 8 puntos establecidos, fueron trasladadas en envases adecuados y bajo refrigeración hacia el laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato.

La parte experimental se realizó en los laboratorios de microbiología del Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Universidad Técnica de Ambato.

Durante el proceso se aplicó también la Investigación documental necesario para la búsqueda de bibliografía obtenida de artículos científicos, páginas web, libros, lo que permitió la fundamentación del presente trabajo de investigación.

### **2.4.2. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS**

El muestreo para el análisis microbiológico, se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 169:98 (Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras), así como también la NORMA MEXICANA NMX-AA-042-SCFI-2015.

Las muestras deben ser recolectadas en recipientes estériles con un volumen mínimo de muestra de 100 mL.

Llenar el recipiente 2/3 partes de su capacidad, si se obtiene una cantidad menor sería insuficiente, si fuera mayor, puede disminuir el espacio de aire disponible necesario para homogeneizar la muestra.

Es importante que todas las muestras se rotulen con los datos completos en su etiqueta. El envase donde se recolecta la muestra no se debe destapar sino hasta el momento en el que se efectúe el muestreo, evitar que el cuello del recipiente se ponga en contacto con los dedos o cualquier otro material contaminante.

### **Grifo del sistema de distribución**

- 1) Colocarse el equipo de bioseguridad (guantes, cofia, mandil, mascarilla).
- 2) Verificar que el grifo suministre agua directamente de la tubería.
- 3) Desinfectar el grifo con una llama de alcohol al 70%.
- 4) Abrir completamente el grifo y dejar correr el agua aproximadamente de 2 a 3 minutos.
- 5) Rotular los frascos estériles.
- 6) Tomar el frasco de la base sin topar las paredes para evitar una contaminación.
- 7) Para tomar la muestra restringir el flujo de agua y llenar el frasco evitando salpicaduras.
- 8) Colocar las muestras en un cooler.

### **Tanque de almacenamiento**

- 1) El frasco estéril se lo debe destapar dentro del agua. La boca del envase debe quedar en sentido contrario al flujo de la corriente.
- 2) Obtener una muestra representativa de una profundidad conveniente aproximadamente 30cm.
- 3) Si no existe corriente, mover el frasco de forma horizontal en sentido contrario a la boca del frasco para crear una corriente.
- 4) Cerrar correctamente el envase maniobrando en el exterior.
- 5) Rotular las muestras.
- 6) Transportar en un cooler para su respectivo análisis.

### **Preservación y almacenamiento**

- 1) Transportar en un porta muestras en un cooler con hielo.
- 2) Las muestras deben de mantenerse a una temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- 3) Las muestras deben ser transportadas durante seis horas y procesadas en dos horas una vez recibidas en el laboratorio de análisis.

### **2.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO**

#### **2.4.3.1. Determinación de coliformes totales y coliformes fecales por el método NMP**

Los Coliformes Fecales integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismos que hacen parte de este grupo, en que son indol positivo, su rango de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 44°C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos entre un 90% y un 100% son *E. coli* mientras que en aguas residuales y muestras contaminadas este porcentaje disminuye a un 59% (16).

El método del Número más probable (NMP) (Most probable number - MPN - en inglés) es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa (17).

La técnica del número más probable se basa en la inoculación de una muestra de agua diluida en tubos que contienen medio de cultivo líquido selectivo, y lo que se busca es determinar si la muestra a evaluar presenta algún tipo de contaminación bacteriana (17).

#### **Procedimiento**

##### **A. Prueba presuntiva**

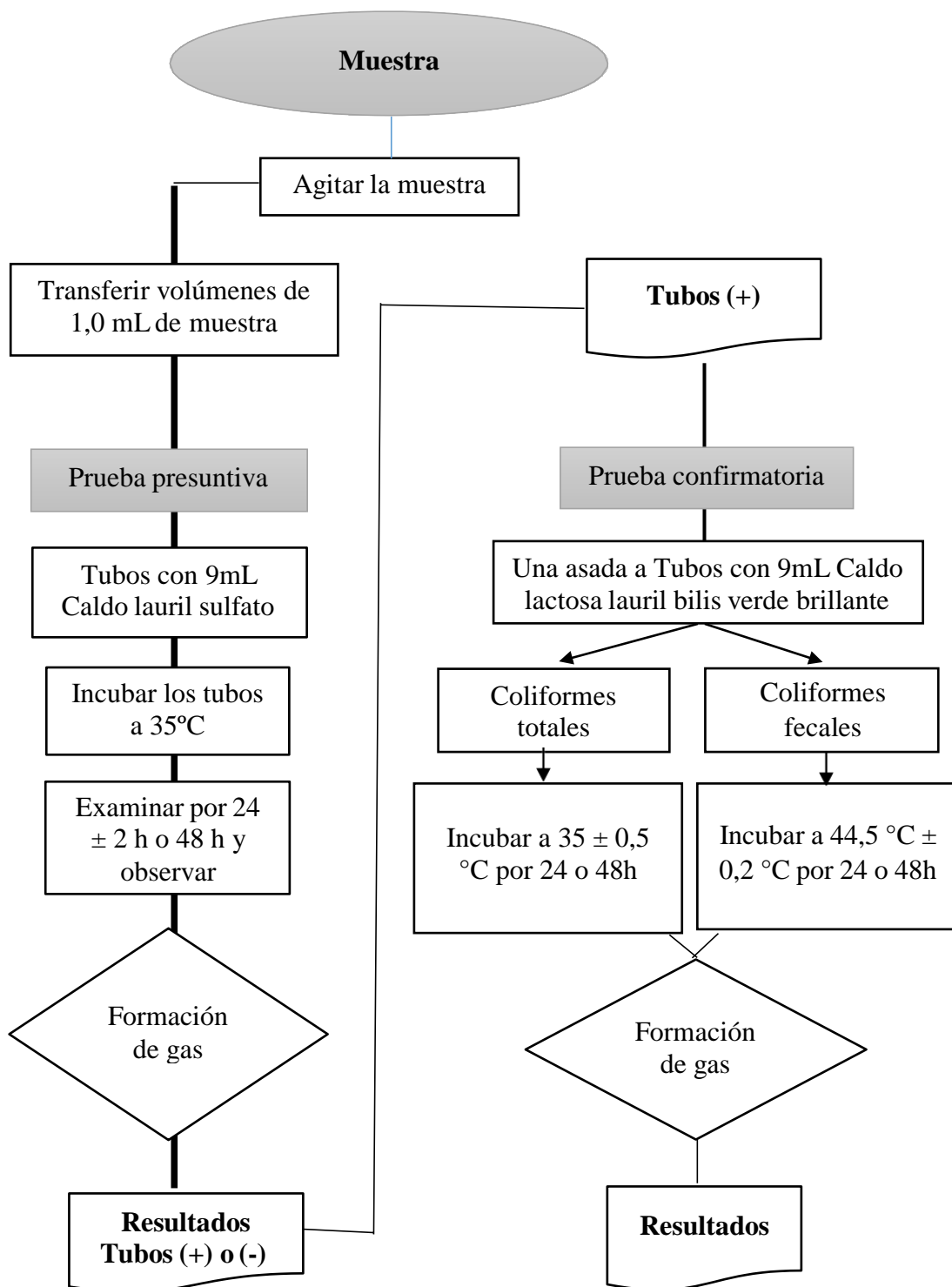
- 1) Inoculación. Agitar la muestra. Transferir volúmenes de 1,0 mL de muestra a cada uno de los tubos de las series de 5 con 10 mL de caldo lauril sulfato triptosa.
- 2) Incubación. Incubar los tubos a 35 °C.
- 3) Examinar a las 24 ± 2 h y observar.

- 4) Si la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por  $48 \pm 2$  h.
- 5) Reportar los resultados

B. Prueba confirmatoria

- 1) De cada tubo que muestre formación de gas, tomar una azada y sembrar en un número igual de tubos con medio de confirmación, caldo lactosa lauril bilis verde brillante para el caso de Coliformes totales y otros dos tubos adicionales con caldo lactosa lauril bilis verde brillante para el caso de Coliformes fecales.
- 2) Incubar dos tubos a  $35 \pm 0,5$  °C por  $24 \pm 2$  horas para el caso de coliformes totales y los otros dos tubos a una temperatura de  $44,5 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C}$  por  $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$  para el caso de coliformes fecales y examinar la producción de gas.
- 3) Si la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por  $48 \pm 2$  horas.
- 4) Reportar los resultados

**Gráfico 1** Procedimiento prueba presuntiva y confirmatoria para coliformes totales y fecales en la R de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

#### **2.4.3.2. Determinación de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* por la técnica de flotación**

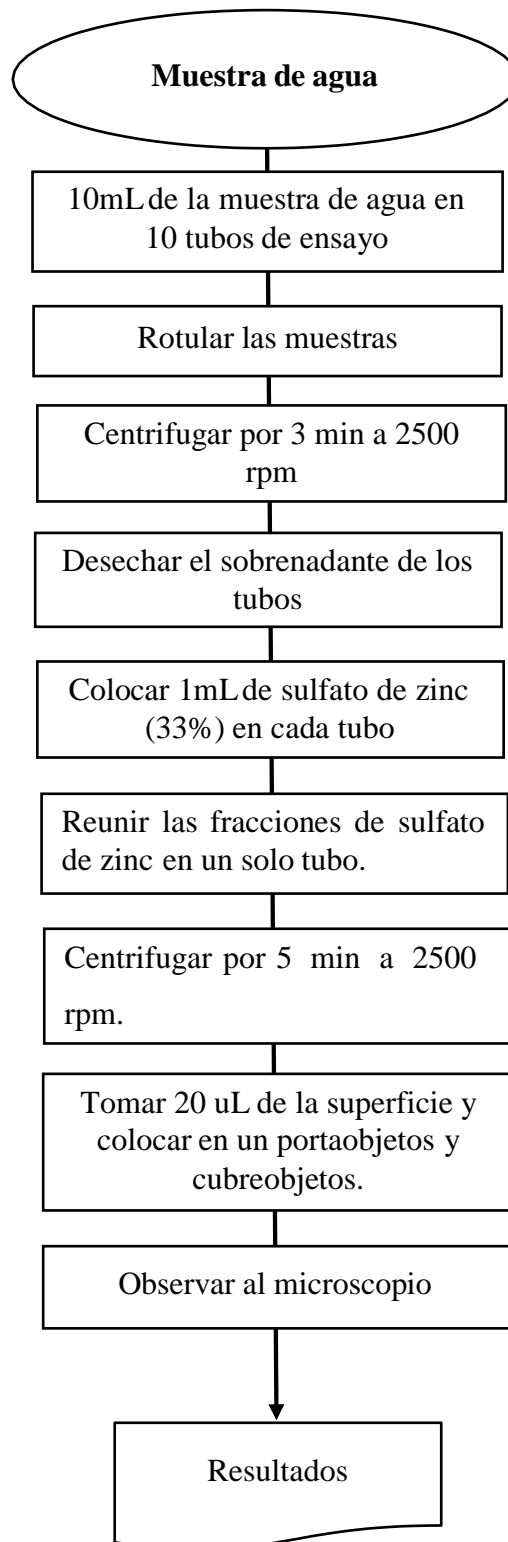
La técnica se basa en separar quistes de protozoos, así como también huevos de helmintos de residuos, mediante el uso de soluciones con gravedad elevada, los parásitos son obtenidos en la superficie y los residuos en el fondo del tubo (17).

*Giardia* y *Cryptosporidium* son resistentes a desinfectantes utilizados en el tratamiento de agua convencional tales como el cloro. Adicionalmente, tienen la capacidad de causar infecciones aun cuando se encuentran en bajas concentraciones (18).

#### **Procedimiento**

- 1) Colocar 10mL de la muestra de agua en 10 tubos de ensayo.
- 2) Rotular las muestras.
- 3) Centrifugar por 5 min a 2500 rpm.
- 4) Desechar el sobrenadante de cada uno de los 10 tubos y colocar una fracción de 1mL de sulfato de zinc en cada tubo.
- 5) Reunir todas las fracciones de sulfato de zinc de los tubos previa agitación en un solo tubo.
- 6) Centrifugar por 3 min a 2500 rpm.
- 7) Tomar 20 uL de la superficie y colocar en un portaobjetos.
- 8) Observar al microscopio.
- 9) Reportar lo observado.

**Gráfico 2** Procedimiento técnica de flotación para la determinación de *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* y en la Red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



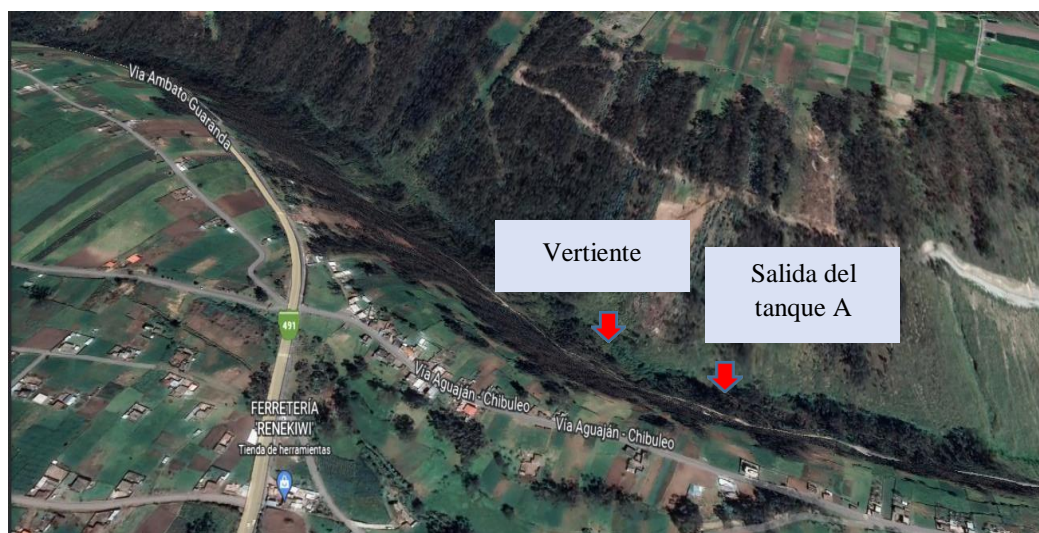
**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

## CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Fotografía 1** Ubicación GPS vertiente y salida del tanque A de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



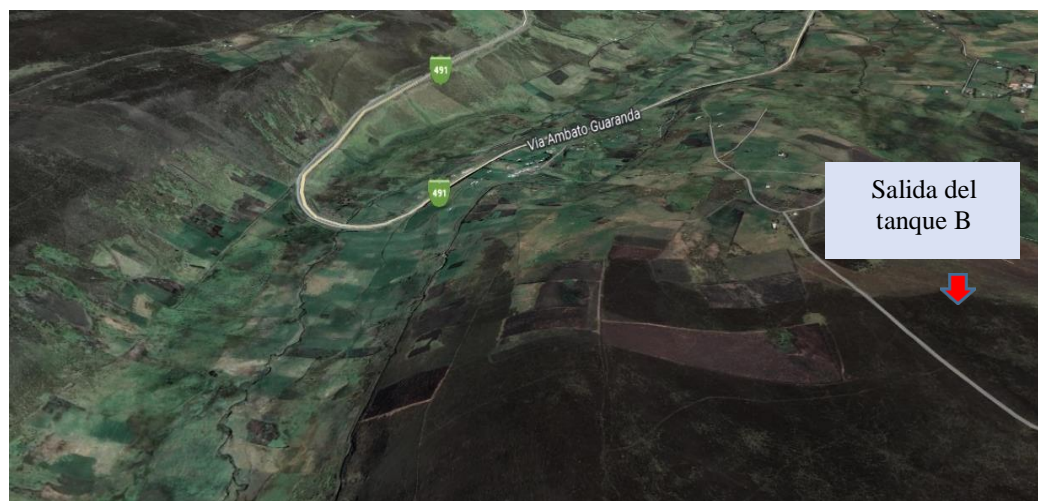
**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Coordenadas geográficas:** -1.296602, -78.712675

En la fotografía 1 se muestra la ubicación GPS de la vertiente y la salida del tanque A ubicados en la vía Aguaján-Chibuleo de la parroquia Juan Benigno Vela, a una altura de 4.587m con una temperatura promedio de 9°C. En estos puntos se encuentra una vegetación muy pronunciada, por lo tanto, la presencia de animales es muy escasa; es por ello que no existe un alto grado de contaminación. Además, la vertiente está cubierta por una superficie de cemento que evita la contaminación ambiental; de igual manera el tanque A al encontrarse a no más de 100 m de la vertiente tiene la misma calidad de agua.



**Fotografía 2** Ubicación GPS de la salida del tanque B de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Coordenadas geográficas:** -1.293992, -78.702454

En la fotografía 2, se muestra la ubicación GPS de la toma de la salida del tanque B ubicada cerca de las ruinas de Pillahua de la parroquia Juan Benigno Vela, a una altura de 4.080 m, con temperatura de 15°C. En este punto, se encuentra una gran cantidad de vegetación; además, no existe la presencia de domicilios cerca del punto de muestreo, así como también de animales. La red de distribución viene por tubería PVC, la cual no presentan ninguna afección que pueda causar una contaminación microbiana.

**Fotografía 3** Ubicación GPS de la salida del tanque C de la red de distribución de agua Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Coordenadas geográficas:** -1.290636, -78.693469

En la fotografía 3, se muestra la ubicación GPS de la toma de la salida del tanque C, ubicado en la parroquia Juan Benigno Vela, a una altura de 3.069 m, con temperatura de 12°C.

Se encuentra a 1 km del tanque B; el agua llega mediante tubería PVC en óptimas condiciones hacia el tanque C, donde es almacenada para enviarla hacia el tanque D. El punto esta aproximadamente a 400 m de domicilios, además, presenta una cubierta y cerramiento que restringe la entrada de personas no autorizadas.

**Fotografía 4** Ubicación GPS de la salida del tanque D y la distribución de agua domiciliaria de la red Toallo el Quinche. Noviembre 2022.



**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

**Coordenadas geográficas:** 1.304498, -78.671386

En la fotografía 4, se muestra la ubicación GPS de la toma de la salida del tanque D , la distribución de agua domiciliaria de la red Toallo el Quinche ubicada en la parroquia Santa Rosa, a una altura de 3.118 m con temperatura de 16°C.

El tanque D es el encargado de la distribución domiciliaria en la comunidad El Quinche, mediante tubería PVC en óptimas condiciones; es decir, no existe rupturas en el sistema de distribución del agua Toallo el Quinche.

**Tabla 4** Recuento de coliformes totales en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche.  
Noviembre 2022.

PUNTOS DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)			Norma INEN 11 8	Cumple o NO cumple
	Primera semana	Segunda semana	Tercera semana		
VERTIENTE (VPS)	8	8	<1.1	<1.1	No cumple
SALIDA DEL TANQUE A (STA)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE B (STB)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE C (STC)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE D (STD)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL INICIO (CI)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL MEDIO (CM)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL ULTIMO (CU)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

En la tabla 4 se expresan los resultados de coliformes totales obtenidos de los 8 puntos de muestreo. Se determina si se encuentran o no cumpliendo los parámetros microbiológicos según lo establece la norma NTE INEN 1108:2020.

El agua de la salida del tanque A, salida del tanque B, salida del tanque C, salida del tanque D, casa del inicio, casa del medio y casa del ultimo cumplen con la norma establecida pues en ninguna de las diluciones se evidencia crecimiento de coliformes totales, lo cual es muy beneficioso para los habitantes de la Comunidad el Quinche, debido a que el agua en este punto se considera apta para el consumo humano. La vertiente no cumple con los límites establecidos en las dos primeras semanas. Sin embargo, el grado de contaminación es muy bajo, manifestado por un crecimiento pobre en el medio de cultivo.

**Tabla 5** Recuento de coliformes fecales en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche.

Noviembre 2022

PUNTOS DE MUESTREO	COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)			No <sup>n</sup> INEN 1108	Cumple o NO cumple
	Primera semana	Segunda semana	Tercera semana		
VERTIENTE (VPS)	8	8	<1.1	<1.1	No cumple
SALIDA DEL TANQUE A (STA)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE (STB)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE (STC)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
SALIDA DEL TANQUE (STD)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL INICIO (CI)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL MEDIO (CM)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple
CASA DEL ULTIMO (CU)	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	Cumple

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

En la tabla 5 se expresan los resultados de coliformes fecales obtenidos de los 8 puntos de muestreo. Según la Norma NTE INEN 1108 de la calidad de agua para consumo humano los valores permitidos de coliformes fecales es <1.1 NMP/100mL. El presente estudio se obtuvo que 7 puntos estudiados cumplen con los parámetros establecidos mientras que 1 solo punto no cumple con los parámetros establecidos en la norma, el punto de la Vertiente. Por lo tanto, se determina que el agua de la red de distribución Toallo el Quinche no se encuentra contaminada por coliformes fecales y es apta para el consumo humano.

**Tabla 6** Número de quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* identificados en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche. Noviembre 2022.

PUNTO DE MUESTREO	CRITOSPORIDIUM, (NÚMERO DE OOQUISTES / L)	GIARDIA LAMBIA, (NÚMERO DE QUISTES / L)	Norma INEN 1108	Cumple o NO cumple
VERTIENTE	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
SALIDA DEL TANQUE A	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
SALIDA DEL TANQUE B	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
SALIDA DEL TANQUE C	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
SALIDA DEL TANQUE D	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
CASA DEL INICIO	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
CASA DEL MEDIO	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple
CASA DEL ULTIMO	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Cumple

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

En la tabla 6 se expresan los resultados de la identificación de *Cryptosporidium* , *Giardia lamblia* obtenidos de los 8 puntos de muestreo en las tres semanas de tomas de muestras, el análisis se realizó mediante el método de flotación, donde se determina si se encuentran o no cumpliendo con los parámetros microbiológicos según lo establece la norma NTE INEN 1108:2020.

Según la Norma NTE INEN 1108 de la calidad de agua para consumo humano los parámetros permitidos para *Cryptosporidium* y *Giardia Lambia* es la ausencia de dichos parásitos. El presente estudio se obtuvo que todos los 8 puntos estudiados cumplen con la normativa.

**Tabla 7** Microorganismos identificados en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche.  
Noviembre 2022.

PUNTO DE MUESTREO	MICROORGANISMOS IDENTIFICADOS
VERTIENTE	<i>Enterobacter aerogenes</i>
SALIDA DEL TANQUE A	-
SALIDA DEL TANQUE B	-
SALIDA DEL TANQUE C	-
SALIDA DEL TANQUE D	-
CASA DEL INICIO	-
CASA DEL MEDIO	-
CASA DEL ULTIMO	-

**Autora:** Villagómez Villacrés, Carla Stephanie

En la tabla 7 se muestra los microorganismos identificados en el agua de la red de distribución Toallo el Quinche, en los 8 puntos de toma de muestras. Se realizó mediante la siembra en agar eosina azul de metileno EMB, dando como resultado el crecimiento de *Enterobacter aerogenes* en el punto de muestra 1 (Vertiente), mientras que en los demás puntos de muestreo no existió crecimiento de microorganismos. *Enterobacter aerogenes* se caracteriza por ser un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, patógeno oportunista, fermentan lactosa a 44 a 45°C, tiene colonias elevadas, no se observa brillo metálico y su proliferación es viscosa (19). Se encuentra en grandes cantidades en el ambiente, así como también en vegetación, fuentes de agua

y suelo. No se encuentran relacionadas con contaminación fecal por lo tanto no necesariamente es un riesgo en la salud humana. Esta bacteria coloniza frecuentemente superficies interiores de tanques de almacenamiento de agua en condiciones como: baja concentración de desinfectantes y presencia de nutrientes (20).

### **3.1.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La calidad del agua se caracteriza por las condiciones en las cuales se encuentra como; físicas, químicas y microbiológicas. La calidad se ve afectada por diversos factores ya sean naturales o relacionadas con actividades del ser humano. Los parámetros de la calidad del agua se determinan de acuerdo al tipo de actividad que sea utilizada. Para Arroyo (20), los estándares y criterios más estrictos se establecen para el agua de consumo humano.

La presente investigación se llevó a cabo en 8 puntos de muestreo, 4 en la parroquia de Juan Benigno Vela y 4 en la comunidad el Quinche perteneciente a la parroquia Santa Rosa, donde se obtuvo que la vertiente es el único punto que presenta una mínima contaminación bacteriana, mientras que en los demás sitios de muestreo no existe contaminación. Los 4 lugares de muestreo contemplan zonas de vegetación profunda que impiden el fácil acceso hacia los tanques de almacenamiento y distribución, siendo áreas no aptas para ser pobladas, es por ello que el agua de la zona es de buena calidad (21). Sin embargo, a varios metros existe asentamiento poblacional y animales domésticos, por lo que en temporada de invierno el agua de la lluvia es arrastrada hacia la vertiente dando como resultado un mínimo grado de contaminación.

Se identificó que únicamente la vertiente no cumplió con la norma NTE INEN 1108:2020 en cuanto a la cantidad de coliformes totales, siendo 8 NMP/100 mL. Sin embargo, las demás muestras dieron resultados <1,1 NMP/100 mL. Tapia et al. (22) al evaluar la calidad del agua potable de la zona de Paute, tomando en cuenta parámetros físico-químicos como la coloración del agua, turbulencia, pH, nivel de alcalinidad, dureza, cantidad de sulfatos, hierro, nitratos, se obtuvo un nivel de significancia menor al 5% de coliformes totales, con alteración únicamente del nivel de, pH y temperatura,

sin que existan parámetros contaminantes, por lo que se sustenta la calidad del agua, dando cumplimiento con lo establecido en la norma.

Para coliformes fecales se determinó que 1 de las 8 zonas evaluadas no cumple con la norma siendo la misma que en coliformes totales (vertiente), por lo que se demuestra la no existencia de estos microorganismos en el agua de la comunidad el Quinche, siendo una situación totalmente diferente de la red de distribución de agua de la parroquia Peaña de la provincia El Oro, en donde León (23) al analizar las muestras de agua se obtuvo la presencia de 33,33 UFC/100 mL, sobrepasando los límites aceptados que sostienen que la calidad de agua se ve afectado por este tipo de microorganismos, siendo no apta para el consumo humano, requiriendo un tratamiento para evitar enfermedades en la población.

Adicionalmente, a partir de este estudio se identificó la ausencia de *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* en las zonas de estudio, evidenciando el cumplimiento de la norma NTE INEN 1108:2020, por lo que el agua potable es apta para el consumo humano. Poveda et al. (24) al tomar las muestras del agua potable de 5 zonas del sector Los Helechos y El Arbolito del cantón Durán, identificó que, en 2 sectores, el agua potable presenta *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia*, comprobándose la presencia de indicadores contaminantes que conllevan un alto riesgo para salud humana, sobre todo ante el desarrollo de enfermedades gastrointestinales como consecuencia directa de la presencia de los parásitos.

La identificación de los microorganismos presentes en la red de distribución Toallo el Quinche se realizó mediante el agar EMB y en el equipo automatizado Vitek donde se identificó *Enterobacter aerogenes* en la muestra de la vertiente. De la misma manera se realizó a los demás puntos de toma de muestra dando como resultado un crecimiento negativo. *Enterobacter aerogenes* no deben estar presentes en el sistema de almacenamiento, abastecimiento y distribución del agua. Sin embargo, no es necesariamente un riesgo para la salud de los consumidores del agua. Nogales et al. (25) en su estudio basado en la identificación y aislamiento de bacterias patógenas del río Guano, como fuente de abastecimiento de agua a varias zonas para el consumo poblacional, tras la toma y análisis muestrales, determinó la presencia de bacterias

Gram negativas: *Enterobacter aerogenes* y *Escherichia coli*, por lo que concluyó que los microorganismos antes mencionados son causantes de afecciones en los seres humanos como: infecciones gastrointestinales y de tracto urinario (3).



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Los puntos tomados en cuenta para la toma de muestras que permitió la identificación de microorganismos del agua de consumo humano, fueron la vertiente, la salida del tanque A, del tanque B, del tanque C, del tanque D, la casa del inicio, del medio y del final, pertenecientes a la comunidad el Quinche, debido a que son puntos estratégicos de distribución del agua hacia la población de la zona.

El agua de la comunidad el Quinche es apta para el consumo humano, pues se identificó que únicamente la vertiente contiene coliformes totales, aunque en baja proporción al igual que los coliformes fecales y *Enterobacter aerogenes*. Sin que exista presencia de parásitos *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia*; por lo que el riesgo en contra de la salud poblacional de la comunidad el Quinche es mínima.

En base a la norma NTE INEN 1108:2020 se establece que la calidad de agua para el consumo humano debe mantenerse con niveles de coliformes totales y fecales <1.1 NMP/100 mL, cumpliéndose en 7 de los 8 puntos de muestreo a excepción de la vertiente. Según la norma *Cryptosporidium* y *Giardia lamblia* deben mantenerse en niveles de ausencia total, cumpliendo en los 8 puntos muestrales. El agua de la comunidad el Quinche es apta para el consumo humano acorde con los parámetros de la normativa.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda para estudios posteriores realizar análisis de parámetros físicos y químicos con la finalidad de verificar la calidad físico química del agua de esta red de distribución.

Es recomendable realizar un tratamiento del agua en la vertiente, debido a que en el estudio se identificó la presencia de coliformes totales, fecales, así como el crecimiento de *Enterobacter aerogenes*, aunque en bajas proporciones, sin que afecte drásticamente la calidad del agua. Sin embargo, son parámetros importantes que deben ser corregidos para garantizar el sustento del estado de salud de los consumidores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Poveda C, Nathaly L, Sánchez Baidal K. Análisis microbiológico de agua potable según la norma INEN 1108:2020 de dos sectores del cantón Durán- Provincia del Guayas [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2022 [citado 11 de enero de 2023]. Disponible en:<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/65582/1/BCIEQ-T%200837%20Poveda%20C%C3%A1rdenas%20Nathaly%20Leonor%3B%20S%C3%A1nchez%20Baidal%20Karla%20Eloisa.PDF>
2. Iñiguez-Muñoz LE, Anaya-Esparza LM, Castañeda-Villanueva AA, Martínez-Esquivias F, Carvajal-Hernández M, Méndez Robles MD. Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatitlán, Jalisco. Bol Cienc Agropecu ICAP. 5 de enero de 2022;8(15):33-9.
3. Morales-Mora E, Reyes-Lizano L, Barrantes-Jiménez K, Chacón-Jiménez L, Morales-Mora E, Reyes-Lizano L, et al. Evaluación temporal y espacial en la calidad microbiológica del agua superficial: caso en un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en Costa Rica. Rev Cienc Ambient. junio de 2022;56(1):120-37.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Internet]. 4a ed + 1a adenda. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2018 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>.
5. Estrategia Nacional de Calidad del Agua. [Internet]. Quito: Ministerio de Salud Pública; 2016 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: [https://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua\\_2016-2030.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf)

6. Brousett-Minaya M, Chambi Rodríguez A, Mollocondo Turpo M, Aguil... Atamari L, Lujano Laura E. Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú. Fides Ratio - Rev Difus Cult Científica Univ Salle En Boliv. marzo de 2018;15(15):47-68.
7. Ríos Tabón S, Agudelo Cadavid RM, Gutiérrez Builes A. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Revista Facultad Nacional Salud Pública. [Internet]. Antioquia; 2017; 35(2): 236-247 [citado 10 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>
8. Mejía Taboada LM, Zeleda Herrera E, Carbajal García LO. Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del centro poblado pachapiriana, distrito de chontalí, provincia de Jaén–2019. Revista Multidisciplinar Ciencia Latina. [Internet]. Ciudad de México; 2019; 5(6): 13750-13766. [citado 20 de diciembre de 2022] Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1355/1862>.
9. Vega Herrera JO. Calidad microbiológica del agua potable de acuerdo a la normativa ecuatoriana NTE INEN 1108:2014. [Internet]. Machala: Universidad Técnica de Machala; 2019 [citado 6 de diciembre de 2022]. Disponible en: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14746/1/E-8217\\_VEGA%20HERRERA%20JOSE%20OCTAVIO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14746/1/E-8217_VEGA%20HERRERA%20JOSE%20OCTAVIO.pdf)
10. Beltran Sarmiento D, López Cobo J. Análisis de la calidad microbiológica del agua de consumo de la UNIVERSIDAD DE SANTANDER CAMPUS CÚCUTA en el año 2018. [Internet]. Cúcuta: Universidad de Santander; 2018 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4168>.
11. Elías-Silupu J, Avalos-Luis CA & Medrano-Obando J. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el Distrito de

Rázuri. Provincia de Ascope. La Libertad - Perú. Revista PURIQ. [Internet]. La Libertad: PURIQ; 2020; 2(1): 1-15 [citado 2 de diciembre de 2022] Disponible en: <https://www.revistas.unah.edu.pe/index.php/puriq/article/view/69/313>.

12. Duarte-Jaramillo L, Mendoza-Atencio MA. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los corregimientos de Sincerín y Gambote. [Internet]. Cartagena: Universidad de Cartagena; 2018 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0073742.pdf>.
13. Mejía Chancasanampa C, Taipe Matamoros JO. Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en las enfermedades infecciosas gastrointestinales, CC.PP Matahuasi, distrito de Vilca, Provincia de Huancavelica [Internet]. Huancayo: Universidad Continental; 2021 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjupOuElub7AhWWTTABHaZiD\\_I4FBAWegQIDhAB&url=https%3A%2F%2F repositorio.continental.edu.pe%2Fbitstream%2F20.500.12394%2F11472%2F1%2FIV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Mej%25C3%25ADa\\_Taipe\\_20](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjupOuElub7AhWWTTABHaZiD_I4FBAWegQIDhAB&url=https%3A%2F%2F repositorio.continental.edu.pe%2Fbitstream%2F20.500.12394%2F11472%2F1%2FIV_FIN_107_TE_Mej%25C3%25ADa_Taipe_20).
14. Lugo J, Landazury L, Lugo E. Evaluación de la calidad microbiológica de agua potable de dos pueblos palafíticos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. [Internet]. Venezuela: Yamarú del Valle Chirinos Araque; 2019 [citado 20 de diciembre de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/335925785\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_calidad\\_microbiologica\\_de\\_agua\\_potable\\_de\\_dos\\_pueblos\\_palafiticos\\_de\\_la\\_Cienaga\\_Grande\\_de\\_Santa\\_Marta](https://www.researchgate.net/publication/335925785_Evaluacion_de_la_calidad_microbiologica_de_agua_potable_de_dos_pueblos_palafiticos_de_la_Cienaga_Grande_de_Santa_Marta).
15. Pérez M. Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019. [Internet]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2021 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12865/BIpedin.m.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. Ccencho K. Presencia de coliformes, E. coli y Staphylococcus aureus en relación con las condiciones sanitaria de puestos de venta ambulatoria de los mercados del distrito de Santa Anita. [Internet]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2017. [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1444/TESIS%20CCENCHO%20PARI%20KATTY.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
17. Katz M, Seid G, Abiuso F. La técnica de encuesta: Características y aplicaciones. [Internet]. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires; 2019 [citado 27 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://metodologiadelainvestigacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/117/2019/03/Cuaderno-N-7-La-t%C3%A9cnica-de-encuesta.pdf>
18. Fernández M. Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. [Internet].; 2017; 51(2): 70-73. [citado 17 de diciembre de 2022] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>.
19. Carroll, Karen C, Morse, Stephen A, Mietzner, Timothy A, Miller & Steve. Jawetz, Melnick y Adelberg Microbiología médica. 27a edición. Mexico: McGrawHill Education; 2016.
20. Arroyo DM. Importancia de la calidad del agua y su manejo [Internet]. Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. 2017 [citado 4 de enero de 2023]. Disponible en: <https://ucienegam.mx/wp-content/uploads/2017/08-Doc/Servicios%20Escolares/Alumnos/Optativas-Febrero/Importancia de la calidad del agua y su manejo.pdf>

- 21.** Pazmiño L. Valoración económica del servicio ambiental hídrico del páramo de la comunidad Chibuleo, cantón Ambato. [Internet]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2020 [citado 7 de enero de 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14414/1/20T01358.pdf>.
- 22.** Tapia V, Vélez K. Análisis de la calidad físico – química y microbiológica del agua potable en la zona urbana del cantón Paute. [Internet]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2018 [citado 7 enero de 2023]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31558/1/trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n%20doc.pdf>
- 23.** León L. Evaluación de los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales en la red de distribución de agua potable de la parroquia la Peaña del cantón Pasaje - El Oro. [Internet]. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador; 2020 [citado 7 de enero de 2023]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEON%20NARVAEZ%20LUIS%20FERNANDO.pdf>
- 24.** Poveda N, Sánchez K. Análisis microbiológico de agua potable según la norma INEN 1108:2020 de dos sectores del cantón Durán - Provincia del Guayas. [Internet]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2022 [citado 7 de enero de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/65582/1/BCIEQ-T-%200837%20Poveda%20C%C3%A1rdenas%20Nathaly%20Leonor%20OS%C3%A1nchez%20Baidal%20Karla%20Eloisa.PDF>
- 25.** Nogales E, Vela J. Caracterización bacteriológica del agua del rio Guano, 2019. [Internet]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2019 [citado 7 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6219/1/Caracterizacion%20bacteriologica%20del%20agua%20del%20rio%20guano%202019.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1** Preparación de los medios de cultivo para el análisis de muestras en la red de distribución de agua Toallo el Quinche.





**Anexo 2** Toma de muestras en la red de distribución de agua Toallo el Quinche.



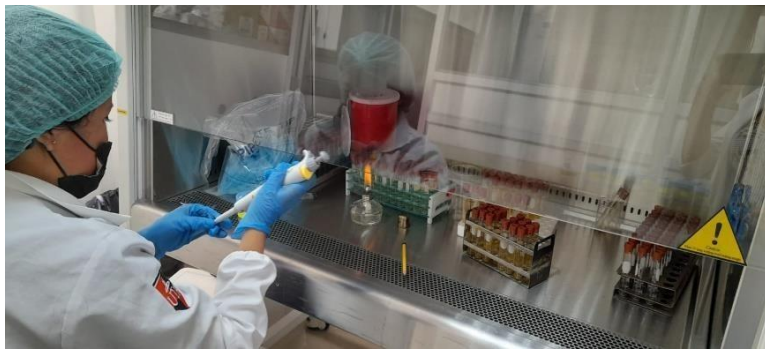
**Anexo 3** Toma de muestras en la red de distribución de agua domiciliaria Toallo el Quinche.





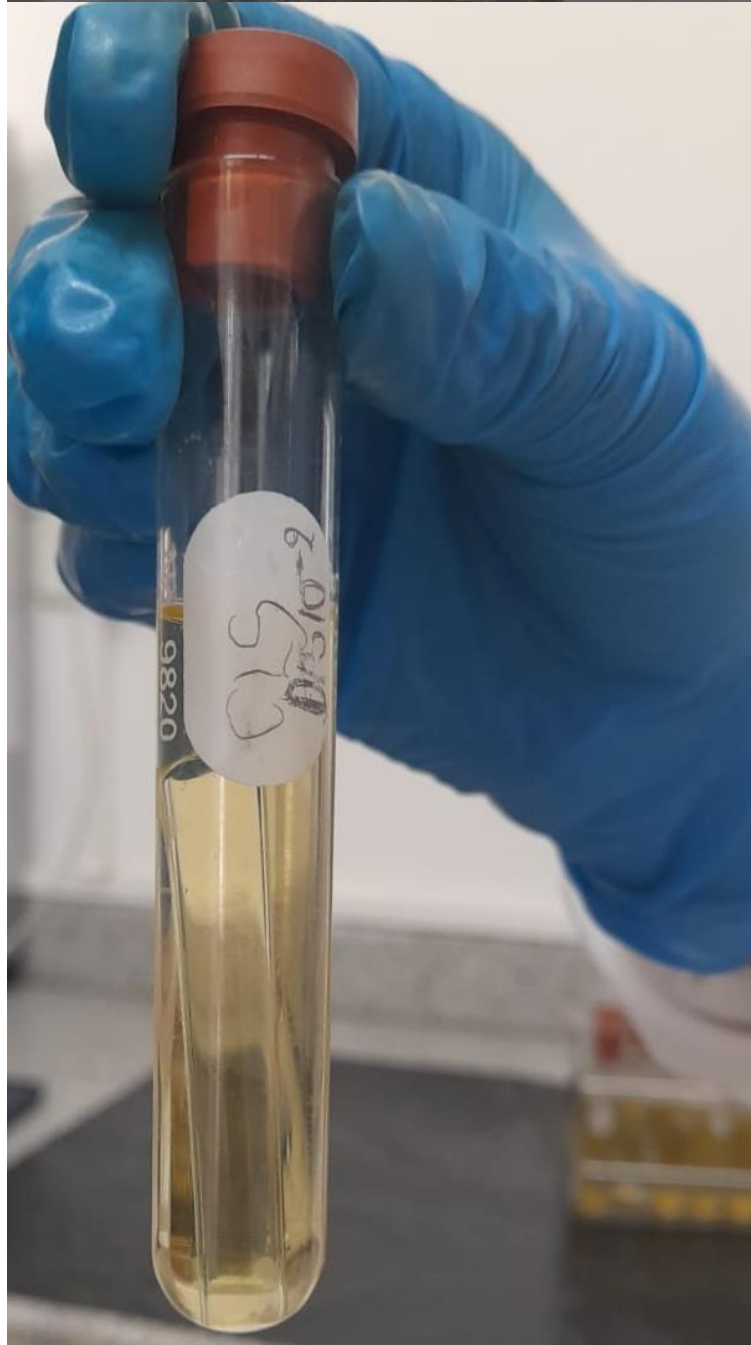
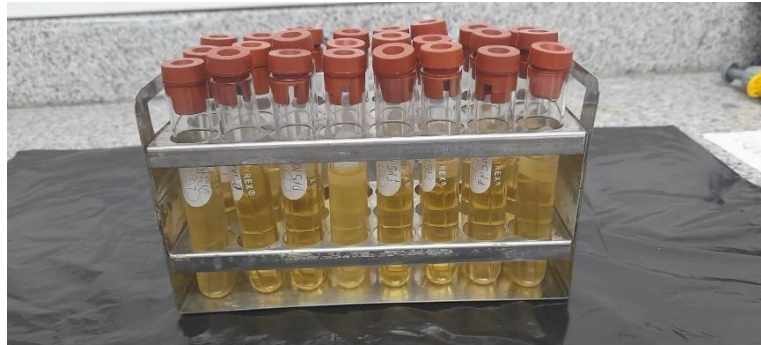
**Anexo 4** Análisis de las muestras de la red de distribución de agua domiciliar Toallo el Quinche e  
elUTA-LABB.







**Anexo 5** Método del número más probable (NMP) de la red de distribución Toallo el Quinche.



**Anexo 6** Prueba confirmatoria para coliflores totales y coliformes fecales de la red de distribución  
Toallo el Quinche.

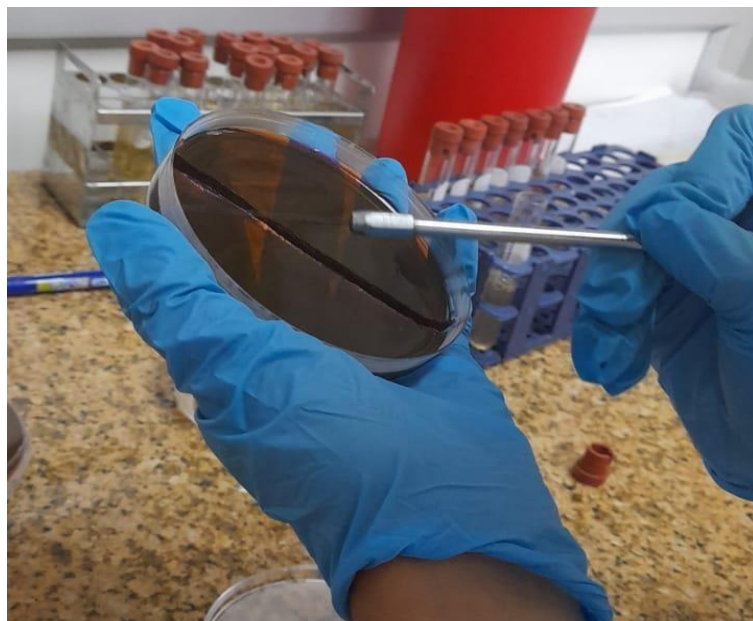




**Anexo 7** Técnica de flotación sulfato de zinc. Identificación de *Cristosporidium* y *Giardia lamblia* la red de distribución Toallo el Quinche.



**Anexo 8** Siembra en agar eosina azul de metileno E.M.B de la red de distribución de agua Toallo el Quinche.



**Anexo 9** Identificación de microorganismos en el equipo automatizado VITEK 2 de la red de distribución Toallo el Quinche..





SERVICIO  
ECUATORIANO DE  
NORMALIZACIÓN

Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 1108**

Sexta revisión  
2020-04

**AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS**

DRINKING WATER. REQUIREMENTS

## AGUA PARA CONSUMO HUMANO REQUISITOS

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos del agua para consumo humano y aplica al agua proveniente de sistemas de abastecimiento, suministrada a través de sistemas de distribución.

De esta norma se excluyen las aguas minerales naturales, las aguas purificadas envasadas y aguas purificadas de uso farmacéutico.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

ISO 5667-5, *Water quality – Sampling – Part 5: Guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems*

NTE INEN-ISO 5667-1, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo.*

NTE INEN-ISO 5667-3, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Conservación y manipulación de las muestras de agua*

NTE INEN-ISO 19458, *Calidad del agua – Muestreo para el análisis microbiológico*

NTE INEN 52, *Reglas para redondear números*

EPA 1623, *Cryptosporidium and Giardia in Water by Filtration/IMS/FA*

Standard Methods 2120, *Color*

Standard Methods 2130, *Turbidity*

Standard Methods 3111, *Metals by flame atomic absorption spectrometry*

Standard Methods 3112, *Metals by cold-vapor atomic absorption spectrometry*

Standard Methods 3113, *Metals by electrothermal atomic absorption spectrometry*

Standard Methods 3114, *Arsenic and selenium by hydride generation/atomic absorption spectrometry*

Standard Methods 4500-Cl<sup>-</sup>, *Chloride*

Standard Methods 4500-F<sup>-</sup>, *Fluoride*

Standard Methods 4500-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, *Nitrogen (Nitrite)*

Standard Methods 4500-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, *Nitrogen (Nitrate)*

Standard Methods 9221, *Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group*

Standard Methods 9222, *Membrane filter technique for members of the coliform group*

### 3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

#### 3.1

##### agua para consumo humano

Agua utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente del origen y suministro, con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad para el consumo humano.

NOTA. El agua para consumo inocua se conoce también como "agua potable".

#### 3.2

##### sistema de abastecimiento

Sistema, que incluye la infraestructura hidráulica y trabajos auxiliares, construido para el funcionamiento de la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución del agua para consumo humano.

#### 3.3

##### sistemas de distribución

Comprenden la infraestructura hidráulica y trabajos auxiliares construidos desde el almacenamiento hasta la acometida domiciliaria.

NOTA. Otras alternativas de distribución son camiones cisternas (tanqueros) y depósitos móviles.

#### 3.4

##### límite permitido

Valor de un requisito fijado dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento, que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud humana.

### 4. REQUISITOS

4.1 El agua para consumo humano debe presentar un sabor y olor aceptables.

4.2 El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano**

Parámetro	Unidad	Límite permitido <sup>b</sup>	Método de ensayo <sup>c</sup>
Arsénico	mg/L	0,01	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500-Cl <sup>-</sup>
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F <sup>-</sup>
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Nitritos (como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	3,0	Standard Methods 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad <sup>a</sup>	NTU	5	Standard Methods 2130

<sup>a</sup> Se conoce también como *Turbidez*.

<sup>b</sup> Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52.

<sup>c</sup> En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

4.3 El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano**

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo <sup>a</sup>
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 <sup>b</sup> Standard Methods 9222 <sup>c</sup>
<i>Cryptosporidium</i>	Número de ooquistes/ L	Ausencia	EPA 1623
<i>Giardia</i>	Número de quistes/ L	Ausencia	EPA 1623

<sup>a</sup> En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

<sup>b</sup> La ausencia corresponde a "< 1,1 NMP/100 mL".

<sup>c</sup> La ausencia corresponde a "< 1 UFC/100 mL".

## 5. MUESTREO

5.1 El muestreo para el análisis de requisitos químicos y físicos debe realizarse de acuerdo con lo establecido en NTE INEN-ISO 5667-1, NTE INEN-ISO 5667-3 e ISO 5667-5.

5.2 El muestreo para el análisis de requisitos microbiológicos debe realizarse de acuerdo con lo establecido en NTE INEN-ISO 19458.