

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**NIVEL DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN AGUA DE
CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO VIROC –
PROVINCIA DE OYÓN 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

MIGUEL ANDRES FUENTES RIVERA UGARTE

HUACHO - PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**NIVEL DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN AGUA DE
CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO VIROC –
PROVINCIA DE OYÓN 2019**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador

Dra. María Del Rosario Utia Pinedo

Presidente

Ing. Víctor Raúl Coca Ramírez

Secretario

Ing. Edson Max Caro Degollar

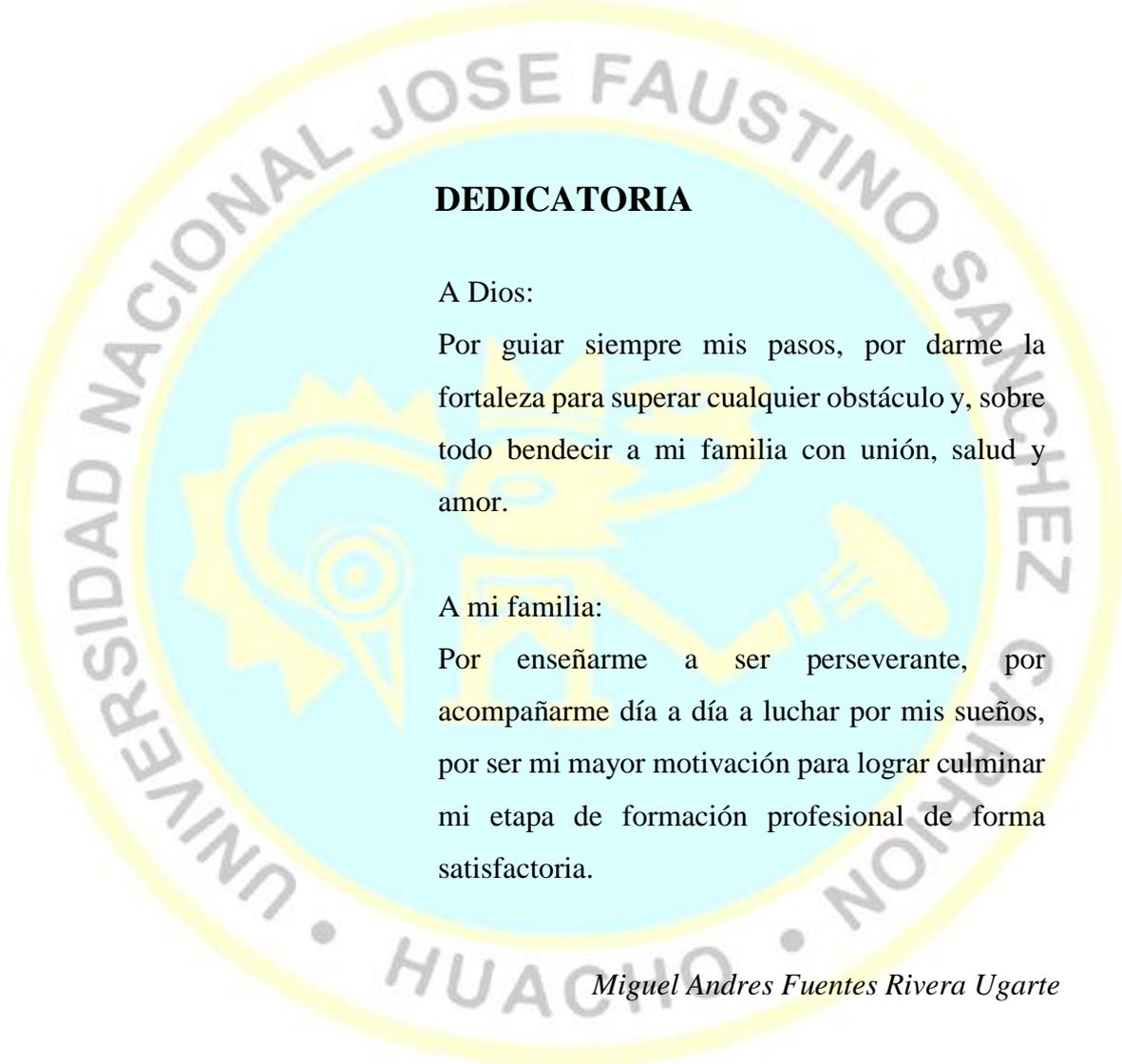
Vocal

Dr. José Luis Romero Bozzetta

Asesor

HUACHO - PERÚ

2021

The logo of the Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión is a circular emblem. It features a central sun with rays, a gear, and a book. The text "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN" is written around the top inner edge, and "HUACHIPA" is at the bottom. The logo is semi-transparent and serves as a background for the text.

DEDICATORIA

A Dios:

Por guiar siempre mis pasos, por darme la fortaleza para superar cualquier obstáculo y, sobre todo bendecir a mi familia con unión, salud y amor.

A mi familia:

Por enseñarme a ser perseverante, por acompañarme día a día a luchar por mis sueños, por ser mi mayor motivación para lograr culminar mi etapa de formación profesional de forma satisfactoria.

Miguel Andres Fuentes Rivera Ugarte

AGRADECIMIENTO

A los distintos profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus enseñanzas y amistad, por compartir sus conocimientos y ser pieza fundamental en mi formación profesional.

Al Dr. José Luis Romero Bozzetta, mi asesor de tesis, por brindarme su amistad y apoyo incondicional en la realización de este trabajo de investigación.

Miguel Andres Fuentes Rivera Ugarte



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Descripción de la realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Objetivos de la investigación	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación de la investigación	13
1.5 Delimitaciones del estudio	14
1.6 Viabilidad del estudio	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.1.1 Investigaciones internacionales	15
2.1.2 Investigaciones nacionales	17
2.2 Bases teóricas	20
2.3 Definición de términos básicos	26
2.4 Hipótesis de investigación	27
2.4.1 Hipótesis general	27
2.4.2 Hipótesis específicas	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1 Diseño metodológico	28
3.1.1 Ubicación	28
3.1.2 Materiales e insumos	29
3.1.3 Diseño experimental	29
3.1.4 Tratamientos	30
3.1.5 Características del área experimental	30
3.1.6 Variables evaluadas	30

3.1.7	Conducción del experimento	31
3.2	Población y muestra	32
3.2.1	Población	32
3.2.2	Muestra	32
3.3	Técnicas de recolección de datos	32
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		34
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		37
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		40
6.1	Conclusiones	40
6.2	Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		42
ANEXOS		47



RESUMEN

Objetivo: Determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón, Perú en el año 2019. **Metodología:** Se tomaron 10 muestras de agua provenientes de los grifos de viviendas seleccionadas utilizando frascos estériles de 100 ml, para su posterior análisis, las muestras fueron transportadas al laboratorio de Biología de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho, a una temperatura de 4 °C, el análisis se realizó mediante cultivos bacteriológicos y recuento en Unidades Formadoras de Colonias (UFC / 100 ml) de Bacterias Coliformes Totales, Bacterias Termotolerantes o Fecales y *Escherichia coli*. **Resultados:** En el 100% de los grifos evaluados, existió la presencia de Bacterias Coliformes Totales, con un recuento entre 1 y 2 UFC/100 ml con un promedio de 1,6 UFC / 100 ml. Para el recuento de Bacterias Termotolerantes o Fecales, el 70% de las muestras presentaron un recuento entre 1 y 2 UFC / 100 ml, con un promedio de 1,4 UFC / 100 ml. Finalmente, para el conteo de *Escherichia coli*, el 30% de los grifos evaluados presentaron valores entre 0,5 y 1 UFC / 100 ml con un promedio de 0,8 UFC / 100 ml. Los valores obtenidos no cumplen lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA, donde indican que el agua destinada a consumo humano no debe presentar carga bacteriana. **Conclusión:** El nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc, en el año 2019 superaron los valores máximos permisibles, lo que puede ocasionar riesgos para la salud de los pobladores de la zona, por lo tanto, el agua destinada para consumo humano debe ser desinfectada para evitar la presentación de enfermedades.

Palabras clave: Agua potable, Coliformes, Contaminación microbiológica, Recuento bacteriano.

ABSTRACT

Objective: To determine the level of microbiological contamination in water for human consumption in the Viroc town center - Province of Oyón, Peru in 2019. **Methodology:** 10 water samples were taken from the taps of selected homes using sterile 100 ml bottles, to their subsequent analysis, the samples were transported to the biology laboratory of the Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho, at a temperature of 4 ° C, the analysis was carried out by means of bacteriological cultures and counting in Colony Forming Units (CFU / 100 ml) of Total Coliform Bacteria, Thermotolerant or Fecal Bacteria and *Escherichia coli*. **Results:** In 100% of the taps evaluated, there was the presence of Total Coliform Bacteria, with a count between 1 and 2 CFU / 100 ml with an average of 1.6 CFU / 100 ml. For the count of Thermotolerant or Fecal Bacteria, 70% of the samples presented a count between 1 and 2 CFU / 100 ml, with an average of 1.4 CFU / 100 ml. Finally, for the *Escherichia coli* count, 30% of the taps evaluated presented values between 0.5 and 1 CFU / 100ml with an average of 0.8 CFU / 100ml. The values obtained do not comply with what is established by the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption established by the MINSA, where they indicate that the water destined for human consumption must not present a bacterial load. **Conclusion:** The level of microbiological contamination in water for human consumption in the Viroc town center, Peru in 2019 exceeded the maximum permissible values, which can cause risks to the health of the inhabitants of the area, therefore, the water destined for human consumption must be disinfected to avoid the presentation of diseases.

Keywords: Bacterial count, Coliforms, Drinking water, Microbiological contamination.

INTRODUCCIÓN

El agua potable es un recurso vital para el ser humano, debe cumplir ciertos parámetros mínimos y estar libre de microorganismos y sustancias tóxicas resulta apta para su consumo sin generar riesgos para la salud, además es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006).

Al hablar de parámetros microbiológicos en agua de consumo humano, existen un límite máximo tolerable; que el humano puede consumir sin sufrir enfermedad estomacal por falta de tratamiento de estas, dándonos a entender, que el agua que consumen los seres humanos debe estar libre de cualquier patógeno o partícula dañina. El conseguir agua con estas características es un proceso muy sencillo, pero que a la vez el mínimo error puede ocasionar grandes daños al usuario final. Para la OMS (2006), entre los mayores riesgos microbiológicos se presentan al consumir agua contaminada con excrementos humanos o animales, ya que son fuente de agentes patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos.

Entre los microorganismos que son indicadores microbiológicos de contaminación del agua, Ríos-Tobón et al. (2017), en su investigación menciona bacterias coliformes totales, fecales o termotolerantes, *Escherichia coli*, entre otras. Estos patógenos o agentes orgánicos son encontrados o ubicados en cualquier sustrato, ya sea agua, aire y suelo, el incremento o disminución de su población va a depender de múltiples factores externos que permitan su proliferación, entre ellos se tiene a la humedad relativa, temperatura ambiental, y nutrientes o sustrato alimenticio.

Es por esta problemática que se decidió implementar metodologías que puedan garantizar la conservación de cualquier fuente de agua, su mantenimiento y su sostenibilidad para que las generaciones futuras puedan aún aprovecharlos en su época. Esta es una problemática que a la fecha aún no ha podido ser resuelta y que principalmente se da en países subdesarrollados, ya que estos no cuentan, generalmente, con un buen diseño de reducción de desechos, siendo responsables de estos como focos contaminantes, principalmente las industrias, ya que en su mayoría vierten al agua sus desechos sin un previo tratamiento.

Debido a que el acceso al agua potable es un aspecto importante bajo un enfoque de salud humana y desarrollo social, las medidas que se puedan tomar para conocer el estado del agua destinada al consumo humano en zonas rurales resultan indispensable en la búsqueda de alternativas que permitan disminuir los efectos negativos que puedan representar en la salud y mejorar la calidad de vida de los pobladores de escasos recursos.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano del centro poblado Viroc, ubicado en la provincia de Oyón, durante el año 2019.



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las tres cuartas partes de nuestro planeta está compuesto por agua, siendo el 97,5% agua salada y el 2,5 % agua dulce. Del agua dulce, tan solo el 1% se encuentra a disponibilidad, con un acceso rápido y de fácil obtención, distribuida en agua superficial (río) y agua subterránea (pozo). Sin embargo, no es suficiente para satisfacer las necesidades de la población mundial, que actualmente es de 7 300 millones de habitantes en promedio (Leiva, 2014).

Esas fuentes de agua son más susceptibles a cualquier agente contaminante que pudiera estar alrededor de ella, principalmente microorganismos que llegan al agua en las heces y materia orgánica, los cuales representan focos de enfermedades que llegan a generar altas tasas de morbilidad y mortalidad en la población humana y cualquier otra que dependa de este líquido vital (García, 2012). Es sabido que estas fuentes de agua contaminadas causan diversos tipos de enfermedades, en su mayoría son enfermedades estomacales como diarreas, tifoidea, enfermedades que provocan gastroenteritis, etc. Por ello, la OMS recomienda que el agua de bebida debe poseer 0 colonias de coliformes por cada 100 ml de agua.

Por lo tanto, el agua puede transmitir diversos contaminantes, siendo un grave problema. En nuestro país, Tarqui-Mamani et al. (2016) menciona:

“Perú enfrenta problemas de abastecimiento y contaminación de agua, sobre todo en las zonas rurales o recientemente pobladas. En las zonas rurales, frecuentemente existen problemas de disponibilidad de agua, falta de potabilización y contaminación de agua, debido a que una parte de la población consume agua potable, otras se abastecen de agua que proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua u otras fuentes naturales de agua, que están expuestas a partículas orgánicas e inorgánicas”. (p.905).

Por lo tanto, es importante conocer los múltiples parámetros que se deben cumplir para considerar un agua apta para consumo humano, al hablar de parámetros microbiológicos no

existe un límite máximo tolerable que el humano puede consumir, esto quiere decir que el agua que consumen los seres humanos debe estar libre de cualquier patógeno o partícula dañina, el conseguir un agua con estas características es un proceso muy sencillo, pero que a la vez el mínimo error puede ocasionar grandes daños al usuario final.

Lo mencionado anteriormente, realza la importancia de realizar trabajos de investigación relacionados a la calidad microbiológica del agua de consumo humano, con la finalidad de monitorear el grado de contaminación, y que a la fecha se tenga conocimiento de los tipos y concentración de microorganismos que se encuentran presente en el agua destinada al consumo humano, sería una herramienta que permitiría tomar decisiones para un control de agentes contaminantes y otro control de cómo erradicar los problemas, en la búsqueda de que los pobladores del centro poblado Viroc de la provincia de Oyón tengan una mejor calidad de vida con acceso a agua potable que no perjudique su salud, planteándose así el problema de la investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón en el año 2019?

1.2.2 Problemas específicos

Las dimensiones de la contaminación microbiológica del agua, son las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, planteando así, los siguientes problemas específicos:

¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Totales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019?

¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019?

¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de *Escherichia coli* en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón en el año 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

Las dimensiones de la contaminación microbiológica del agua, son las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, planteando así, los siguientes objetivos específicos:

Determinar la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Totales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019.

Determinar la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019.

Determinar la cantidad en UFC/100ml de *Escherichia coli* en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación se ha desarrollado para conocer el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón en el año 2019.

Desde el punto de vista científico: porque permitió contribuir con nuevos conocimientos y procedimientos a seguir para identificar el nivel de contaminación microbiológica en UFC /

100 ml, en aguas que son destinadas al consumo humano asegurando que los interesados tengan antecedentes confiables para hacer comparaciones o diagnósticos de ser necesario

Desde el punto de vista académico, porque permitió conocer la situación actual de la calidad del agua permite saber el grado o exposición ciertos contaminantes de origen microbiológicos que pueden estar ocasionando daños a la salud de los pobladores, y así proponer alternativas o medidas que mitiguen la presencia de dichos contaminantes.

Desde el punto de vista social y económico, porque permitió conocer los niveles exactos de contaminantes a los que la población se encuentra expuesta, en este sentido las autoridades deberán tomar medidas para la mitigación de estos contaminantes, evitando así enfermedades gastrointestinales reduciendo así gastos por problemas de salud.

1.5 Delimitaciones del estudio

Delimitación espacial: La investigación se desarrolló específicamente en el Centro Poblado de Viroc que pertenece al Distrito de Oyón, capital de la provincia del mismo nombre en la región de Lima, provincia,

Delimitación Temporal: Esta investigación se realizó en los meses de mayo y junio del año 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

Viabilidad operativa: Esta investigación fue viable porque se trabajó directamente en el Centro Poblado de Viroc, del distrito de Oyón, además de contar la disponibilidad de los pobladores para la recolección de muestras de agua, las cuales fueron llevadas al laboratorio para su análisis.

Viabilidad económica: El costo para la elaboración de esta investigación fue sustentado en un 100% por el tesista.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario la búsqueda de antecedentes, es decir investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, los cuales se muestran a continuación:

2.1.1 Investigaciones internacionales

Chica y Chimborazo (2020) realizaron su trabajo de investigación en la comunidad rural Sisid Anejo, Parroquia Ingapirca, perteneciente al Cantón y Provincia de Cañar, en Ecuador con la finalidad de analizar la calidad del agua potable que se suministra. Para ello realizaron la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua potable y lo compararon con los requisitos del Reglamento del Agua para Consumo Humano de Perú.

Estos autores muestran en sus resultados que el 100% de las muestras son negativas para Coliformes totales en la zona alta e intermedia, mientras que en la zona baja el 91,30% de las muestras fueron negativas y el 8,70% obtuvo un crecimiento de 4 NMP/100 ml para coliformes totales. Por lo tanto, los autores recomiendan realizar una limpieza adecuada y frecuente del tanque de almacenamiento y tanque recolector de agua.

Moposita (2015) indica que toda fuente de agua son susceptibles a cualquier fuente contaminante que pudiera estar alrededor de ella, principalmente organismos de origen fecal y materia orgánica que son focos de enfermedades que llegan a generar altas tasas de morbilidad y mortalidad en la población humana y cualquier otra que dependa del líquido elemento, es sabido que estas fuentes de agua contaminadas causan diversos tipos de enfermedades, en su mayoría son enfermedades estomacales como diarreas, tifoidea, enfermedades que provocan gastroenteritis, etc. Su investigación se realizó en el Cantón Ambato, Ecuador, para la determinación de coliformes fecales y medir su presencia dentro del agua de consumo humano, evaluando de manera técnica la relación que guarda estos microorganismos con las enfermedades estomacales y diarrea.

Los resultados muestran que las colonias de coliformes fecales obtenidas en las muestras de agua, 30,8% que representa a 8 colonias, 22%, 6 colonias, 16,5% 4 colonias, 11% 3 y 2 colonias, y 4,4% de 1 colonia en hogares, y un 1% que equivale a 100, 192,287, y 366 colonias en los tanques reservorios. Los estudios bacteriológicos del agua identificaron la presencia de Coliformes fecales en su mayoría E. coli. El agua de los hogares analizados se encuentra contaminadas en un 100% por Coliformes fecales, la presencia de Coliformes no se encuentra dentro de los niveles permitidos por la norma.

Venegas et al. (2014) manifiestan que como principio básico el agua no debe representar ningún riesgo para el humano, no debiendo ocasionar irritaciones químicas, intoxicaciones, o infecciones microbiológicas, las cuales puedan perjudicar a la salud humana. En su estudio “Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia)” se abordó el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua utilizada para consumo y el agua residual cercana a las viviendas de una población en desplazamiento y su relación con la salud de la población.

Estos autores muestran la necesidad de tener un control de la inocuidad y calidad microbiológica del agua logrando de esta manera acrecentar la calidad de vida de los pobladores, realizándose los análisis respectivos para E. coli, Clostridium sulfito reductor y colifagos, arrojando resultados positivos para tales análisis; lo que explica la presencia recurrente de EGI (enfermedades gastrointestinales), esto justifica la necesidad de mejorar los controles microbiológicos para el agua.

Rodríguez y Urbano (2012) en El Salvador, Centro América, plantearon su investigación enfocada en el monitoreo constante de las características del agua, ya que esta permite que las autoridades tengan conocimiento de los niveles exactos de contaminantes a los que la población se encuentra expuesta, en este sentido las autoridades deberán tomar medidas para la mitigación de estos contaminantes, evitando así enfermedades gastrointestinales reduciendo así gastos por problemas de salud.

Este estudio fue llevado a cabo con análisis de campo y experimentación, tuvo una finalidad el análisis microbiológico de las bebidas expendidas en distintos restaurantes de la zona de estudio, los resultados se obtuvieron que el 67.86% presentó una contaminación con coliformes totales, y un 39.29% presentaron infestación por coliformes fecales y E coli. Ante

ello se puede inferir que los que consumen bebidas expandidas en estas máquinas están predispuestas a contaminarse por coliformes fecales y E coli, incluso podrían adquirir enfermedades las cuales podrían traer repercusiones muy fuertes dentro de su salud.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Vicuña (2019) realizó su trabajo de investigación en Huaraz, debido a que los pobladores de Olleros no se encontraban satisfechos con la calidad del agua que era destinada para su consumo, por lo que su trabajo analizó parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para comprobar que dichos parámetros se encuentren dentro de los límites máximos permisibles (LMP).

Los resultados de la investigación, mostraron que la muestra del agua del punto de captación en el río Tinco, quebrada de Huarcuyoc no fue apta para consumo humano, porque no cumplen con los límites permitidos para la calidad microbiológica, pero pueden ser potabilizadas con desinfección. Los mismos resultados se observaron en las muestras de agua provenientes del reservorio de la quebrada Shanqui, de la conexión domiciliaria (caño) ubicada en la Av. Dagoberto Cáceres novena cuadra, de la conexión domiciliaria (caño) en el domicilio del Sr. Eduardo Mallqui, ubicada en la Av. Dagoberto Cáceres y el Jr. La Unión y de la conexión domiciliaria (caño) ubicada en la Av. Dagoberto Cáceres y Jr. Jesús María.

Tarqui-Mamani et al. (2016) determinaron la calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú (Cajamarca, Huancavelica y Huánuco) durante el 2012-2013. Para ello evaluaron la presencia de coliformes totales y E. coli en muestras de 100 ml de agua utilizada para preparación de alimentos.

Esta investigación concluyó que la mayoría de las muestras de agua fueron de mala calidad bacteriológica, ya que se observó la presencia de Coliformes totales. Las tres cuartas partes de los hogares de Cajamarca, la tercera parte de Huancavelica y casi la quinta parte de Huánuco tuvieron presencia de E. coli en el agua de consumo humano. Los autores indicaron que existen escasos estudios que evalúan la calidad del agua en los hogares peruanos, sobre todo en estos departamentos con mayor pobreza, por lo que se evidencia una marcada desigualdad en la calidad bacteriológica del agua en la zona rural y en los hogares con extrema pobreza o pobre.

Caminati y Caqui (2013) desarrollaron su investigación en Piura, estos autores manifiestan que generalmente cualquier tipo de microorganismo patógeno representa un riesgo potencial para la salud humana, los microorganismos dañinos que son transmitidos a través del agua son los que más énfasis y cuidado en ellos se tienen.

Ante esta problemática decidieron elaborar e implementar metodologías que puedan garantizar la conservación de cualquier fuente de agua, su mantenimiento y su sostenibilidad para que las generaciones futuras puedan aún aprovecharlos. Estos autores desarrollaron dos tipos de diseños como alternativa de abastecimiento de agua para consumo de los estudiantes de la Universidad de Piura, encontrando que la distribución sería a través de bebederos. Se llegó a concluir que la alternativa más viable económicamente y técnicamente era la de los bebederos, ya quedaba una mejor opción y facilidad para los estudiantes.

Zavalaga (2012) realizó una investigación con la finalidad de dar a conocer la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua embotellada en la ciudad de Tacna, debido a la inquietud de los consumidores por saber si las aguas embotelladas cumplen con los requisitos de acuerdo a la normativa.

La evaluación de la calidad de agua, permite tener un conocimiento de los niveles exactos de contaminantes a los que la población es expuesta, en tal sentido se deben tomar medidas para la mitigación de estos contaminantes, previniendo así diversas enfermedades gastrointestinales, reduciendo gastos en las inversiones por problemas de salud que pueden ser prevenidos. Todo ello consiste en medir la microbiología del agua y su calidad fisicoquímica, la investigación se realizó en 4 diferentes lugares, al analizar los criterios y parámetros se obtuvo que el 63.63% de las marcas que extendían agua no cumplían con los estándares establecidos acorde a normas publicadas por las autoridades competentes.

Por lo tanto, es importante realizar controles microbiológicos y fisicoquímicos continuos de las aguas para garantizar su inocuidad para el hombre.

Chong (2010) plantea que el conocer la situación actual de la calidad del agua permite saber el grado o exposición ciertos contaminantes de origen microbiológico que pueden estar ocasionando daños a la salud de los pobladores, con ello se puede proponer alternativas o medidas que mitiguen la presencia de dichos contaminantes.

Este autor, desarrolló su investigación en la Región San Martín para evaluar la calidad de agua, pero de una fuente subterránea, la metodología de la investigación tuvo un diseño no experimental.

Las técnicas e instrumentos fueron la observación, análisis de laboratorio y se tomaron 12 muestras, de las cuales 6 muestras correspondieron a pozos artesanos y 6 a reservorios. Como resultados, se obtuvieron que en bacterias heterotróficas el valor máximo encontrado fue 1300 UFC/ml. En coliformes totales se encontró $1,6 \times 10^5$ NMP/100ml, en coliformes termotolerantes $5,4 \times 10^4$ NMP/100ml.

Concluyó que el agua de pozo y las aguas de la red de distribución del Centro Poblado Menor La Libertad están contaminadas con coliformes fecales.

Marchand (2002) en su investigación afirma que, en nuestro planeta, todo ser viviente tiene dentro de su conciencia para la supervivencia, que necesita de agua, el cual es un elemento fundamental para la formación y producción de cualquier tipo de recurso natural esencial para la vida. Este investigador realizó su trabajo en Lima Metropolitana y llegó a la conclusión que los peligros más cercanos o comunes relacionadas con el agua que consume el ser humano son los ocasionados por la contaminación directa o indirecta.

Su investigación tuvo por finalidad buscar estructuras que perfeccionen los estándares de calidad para el agua de consumo humano, y la forma de cómo se puede mejorar estaría enfocada en identificar microorganismos que indiquen cómo se encuentra la microflora microbiana del cuerpo de agua de donde se tome para el consumo humano.

Se observó que más del 60% de los pozos no cumplen con las normas establecidas, además se encontró dentro de los cuerpos de agua a *Pseudomona aeruginosa* y *Estreptococos* fecales, los cuales podrían ser indicadores de cómo se encuentra la calidad del agua en ese momento o en esa línea de tiempo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El agua

Es el elemento, que al existir su falta no podría existir la vida dentro de nuestro planeta su esencialidad es tan importante para cualquier tipo o forma de vida dentro de nuestro planeta, su empleo no sólo se basa en la producción ambiental de los ecosistemas, sino que también está presente en distintas reacciones químicas y biológicas en cualquier organismo vivo, sus estadios van desde líquido, sólido y gaseoso, su composición es muy variable y principalmente está dada gracias al medio en donde se almacena.

El agua es uno de los recursos más indispensables dentro de nuestra naturaleza, sin embargo, su distribución no es muy homogénea a lo largo de todo el litoral terrestre, existen zonas en las cuales el agua es muy deficiente. Según el Ministerio de Salud (MINSa, 2011) estas poblaciones se ven en la necesidad de beber cualquier tipo de agua sin pensar en su calidad o composición, ocasionando en estos lugares enfermedades que muchas veces en países en donde el agua tiene otro tipo de calidad son fáciles de superar pero que en estos lugares en donde el líquido elemento no presenta una calidad óptima son enfermedades que llevan altas mortalidades dentro de la población.

Si el agua es analizada desde sus características organolépticas notaremos que es incoloro, inodoro e insípida, es decir, no tiene color, olor ni sabor. El agua está compuesta principalmente por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, resultando como la molécula de H₂O (Canepa, 2004). Debido a su composición, el agua tiene ciertas propiedades importantes dentro de la química, biología y física. Entre sus propiedades se puede mencionar el disolvente universal y uno de los conductores universales, adquiere cualquier forma del recipiente que lo contenga, y se mimetiza con cualquier color que se le confiera (Ponce, 2021).

Por otro lado, si el agua es vista desde la calidad tendríamos que analizar y resolver distintos problemas que puedan afectar a cualquiera de estas propiedades, buscando la manera de paliarlas sin desvirtuar los requisitos mínimos que debe cumplir para ser apta para consumo. Por ello, el análisis de la calidad del agua debe ser monitoreada constantemente ya que puede

ser influenciada negativamente en su composición por cualquier tipo de factor (Álvarez y Kuri, 2012).

Según Orellana (2005), una de las características que se debe medir a todo cuerpo de agua es su calidad microbiológica, ya que ésta muy íntimamente relacionada con las enfermedades que podría ocasionar si es que su calidad fuera deficiente, existen un sin número de contaminantes que pueden modificar la calidad del agua, estos contaminantes pueden modificar la composición química, biológica o física si es que llegan a exceder en su cantidad al cuerpo de agua.

Estos patógenos o agentes orgánicos son encontrados o ubicados en cualquier sustrato, ya sea agua, aire y suelo, el incremento o disminución de su población va a depender de múltiples factores externos que permitan su proliferación, entre ellos se tiene a la humedad relativa, temperatura ambiental, y nutrientes o sustrato alimenticio. Esto es afirmado con lo expuesto por Orellana (2005):

“La calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica”. (p.3).

Si nos enfocamos sólo en América Latina nos podemos dar cuenta de que la principal fuente contaminante de nuestros recursos hídricos son las aguas residuales generadas por la industria y por la comunidad, principalmente estas aguas no se les brinda un tratamiento previo antes de ser expulsadas al cuerpo de agua ocasionando un sin fin de enfermedades que muchas veces son baleadas desde la medicina curativa y no son vistas desde su prevención. Si bien es cierto las autoridades regionales no han tenido éxito en el control de contaminantes en el agua, la necesidad de proveer agua potable a las poblaciones de manera tal que no produzcan problemas de salud impulsa la generación de normas de calidad.

El nivel de intervención dependerá de los valores existentes en los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua natural, para llevarlos a los valores aceptables según las reglamentaciones vigentes nacionales o provinciales, o caso contrario se utilizarán las normas de la Organización Mundial de la Salud (Orellana, 2005).

2.2.2 Indicadores de contaminación fecal

Una forma de poder medir qué calidad tiene el agua es mediante el conteo de bacterias, a través de ella se pueden valorar qué calidad de agua es la que tenemos y el destino hacia dónde podría ser enviada, ya sea con fines de consumo humano, agrícola, o de alguna industria que pudiera emplear ese tipo de calidad de agua.

Diversos autores se enfocan en los diseños de las plantas purificadoras de agua, los cuales manifiestan que generalmente cualquier tipo de microorganismo patógeno representa un riesgo potencial para la salud humana, los microorganismos dañinos que son transmitidos a través del agua son los que más énfasis y cuidado en ellos se tienen. Según lo expuesto por Prieto (2004), es por esta problemática que se decidió el elaborar implementar metodologías que puedan garantizar la conservación de cualquier fuente de agua, su mantenimiento y su sostenibilidad para que las generaciones futuras puedan aún aprovecharlos en su época.

Es así que Apella y Araujo (2005), indican que es importante el conocimiento de las especies de microorganismos que pueden desarrollarse en el agua, así como su comportamiento para tener la posibilidad de desarrollar nuevas alternativas que permitan eliminarlas para evitar la presentación de enfermedades de origen hídrico.

Los microorganismos que más se emplea para poder determinar el nivel de contaminación del agua, son los coliformes totales entre ellos, el *Escherichia coli* y *Enterococcus*.

2.2.3 Bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal

Los grupos de microorganismos de coliformes son adecuados para ser considerados como indicadores de contaminación fecal tienen una amplia diversidad de géneros y especies, pero todos ellos pertenecen a la familia Enterobacteriaceae.

a. Coliformes totales (CT)

Son reconocidas como bacterias gram negativas trabajan fermentando lactosas a temperaturas de 35 a 37 °C. Pueden ser aeróbicas y anaeróbicas, entre ellas tenemos principalmente a *Citrobacter*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. A la fecha se

hacen pruebas para determinar la existencia de estas bacterias ya que ellas pueden vivir de una forma natural en distintos sustratos del medio ambiente.

b. Coliformes termotolerantes o fecales (CF)

Fueron denominados de esta manera ya que pueden subsistir tranquilamente a temperaturas de hasta 45 grados centígrados, el principal representante de estas bacterias es el *Escherichia coli* y de manera menos frecuente se puede encontrar a *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas dos últimas suelen convivir y ser parte del microbiota normal del medio ambiente sin ocasionar ningún daño alguno.

2.2.4 Normas de calidad de agua potable en el Perú

Toda fuente de agua antes de ser enviada o trasladada para ser consumida por alguna comunidad humana debe ser muestreada y los datos obtenidos deben ser iguales a lo establecido por el MINSa (2011), en la tabla 1.

Tabla 1.

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
2. <i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
3. Bacterias coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
4. Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias; (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml.

Fuente: Tomado de MINSa (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* (p.38).

Como principio básico para la insistencia de la vida se planteó que el agua es una de las principales necesidades primarias y fundamentales del ser humano, en nuestro país existen distintos tipos de normas y leyes que ayudan al control y distintos requisitos mínimos que debe cumplir el líquido elemento antes de pasar a ser consumido por las poblaciones.

Según lo informado por el diario El Peruano (2015), el Decreto Supremo 015-2015-MINAM, todo estándar de calidad de agua es de obligatoriedad su cumplimiento, y todos los instrumentos, análisis, u otra herramienta empleada para prevenir cualquier efecto contaminante en ella está basado en estas normas, con ellas se han podido generar parámetros que deben cumplir los entes que emplean el agua y que si desean explotarlos tienen estos requisitos mínimos y máximos que deberían cumplir para recién poder explotar el agua al ambiente.

Generalmente los instrumentos que son generados para el control y seguimiento de la calidad del agua se denomina instrumentos de gestión ambiental los cuales están enfocados en considerar aquellos factores que son los que están influyendo negativamente y cómo se puede prevenir y erradicar, los entes que son encargados de poder fiscalizar todos estos factores son principalmente entes de nuestro gobierno que tiene relación con el ambiente, agua, suelos y aire (MINSA, 2011).

Así mismo, la Norma Internacional ISO 14001, es una norma de ámbito internacional que tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un Sistema de Gestión Medioambiental efectivo. Su objetivo es apoyar la protección medioambiental y la prevención de la contaminación (Hewitt y Robinson, 2003).

2.2.5 Fuentes de Contaminación

El agua contaminada es aquella cuya composición natural se ve modificada, ya sea por tener variaciones físicas, químicas y biológicas, ocasionando que deje de ser útil para los usos a las cuales estaba destinada (García, 2012).

Los tipos de contaminación del agua abarcan aquellas de origen natural y antrópico.

Contaminación natural: el agua es contaminada porque atraviesa este terreno o ambiente y dentro del componente que lo alberga momentáneamente existe alguna contaminación, ya sea por minerales u otro material particulado, esta fuente de contaminación es de fácil eliminación dentro del proceso de purificación del agua.

Nutrientes vegetales inorgánicos: Son principalmente sustancias inorgánicas generadas por el proceso agrícola o por el mismo proceso natural de muerte vegetal, principalmente la contaminación que se realiza al cuerpo de agua es por la pudrición de los organismos vegetales lo cual hace que el agua aparte de contaminarse se desarrolla en microorganismos como micro algas (Doria et al., 2009). Por otro lado, García (2012) considera en este tipo de contaminantes, los nitratos y fosfatos que son utilizados en las plantas, y que en exceso ocasionan la eutrofización de las aguas.

Contaminación antrópica: es decir a causa del hombre, siendo esta última, el principal tipo de contaminación, la cual abarca ocasionada por las actividades urbanas o domésticas, así como las actividades productivas como la ganadería, agricultura, industrias agroalimenticias, entre otras (MINSA, 2018).

Por otro lado, se puede identificar como principales fuentes de contaminación las de origen químico, físico y orgánico (MINSA, 2018).

Fuentes químicas: se puede mencionar la presencia de plaguicidas, fertilizantes, detergentes, petróleo, así como a los ácidos, sales y metales tóxicos (mercurio y plomo).

Fuentes físicas: se puede mencionar la radiactividad, variaciones de la temperatura (MINSA, 2018).

Fuentes orgánicas o biológicas: Entre los agentes orgánicos o biológicos se puede mencionar a microorganismos de origen fecal y materia orgánica, los cuales representan focos infecciosos, que llegan a generar altas tasas de morbilidad y mortalidad en la población humana y cualquier otra que dependa del líquido elemento. Es así, que estas fuentes de agua contaminadas causan diversos tipos de enfermedades, en su mayoría son enfermedades estomacales como diarreas, tifoidea, enfermedades que provocan gastroenteritis, etc.

Desechos orgánicos: Se encuentran incluidos en este grupo, los residuos originados por el ser humano, ganadería, etc., entre estos pueden ser las heces y otras sustancias que pueden ser utilizadas por las bacterias en procesos aeróbicos (García, 2012).

Microorganismos patógenos: Es una fuente de contaminación que principalmente está dada por diferentes bacterias, virus, protozoos, etc., principalmente son organismos que se encargan de poder generar enfermedades como la tifoidea, cólera, hepatitis, entre otras (García, 2012), siendo la fuente de contaminación más nociva que puede existir dentro del cuerpo de agua y es necesario su control y manejo antes de su traslado hacia la población (Rojas, 2002).

2.3 Definición de términos básicos

Aguas residuales: Son aguas que en su composición tiene un contaminante de cualquier tipo ya sea físico, químico o biológico, estas aguas Generalmente son contaminadas por desechos orgánicos generados por los mismos humanos, tienen otras denominaciones como aguas servidas.

Coliformes termotolerantes: Son microorganismos que toleran altas temperaturas, son un grupo muy reducidos de microorganismos, son empleados como un indicador para conocer qué calidad de agua es la que se tiene.

Límite máximo permisible: Son parámetros Mediante los cuales te permiten establecer qué cantidad de agentes nocivos debes erradicar del cuerpo de agua porque en su exceso la naturaleza no podría dializarlo o erradicarlo y lo que ocasionaría sería una contaminación que afectaría a la salud humana.

Ley general del agua: Normativa mediante la cual se muestra Como debería ser el cuidado y manejo del líquido elemento, va desde los beneficios de emplear el agua hasta las sanciones por su mal uso.

Fermentación: Es un proceso mediante el cual un compuesto orgánico se oxida hasta su descomposición, los principales organismos que realizan fermentación son las levaduras, es un proceso mediante el cual no se requiere el uso de oxígeno.

Análisis microbiológico: Es un procedimiento que sirve para poder realizar una inspección a un determinado compuesto, mediante este se puede identificar la presencia de cualquier microorganismo que puede ser patógeno o benéfico según sea el estudio que se realice.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

H0: El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019, no contiene carga bacteriana.

H1: El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene carga bacteriana.

2.4.2 Hipótesis específicas

El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de Bacterias Coliformes.

El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.

El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de *Escherichia coli*.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El estudio se realizó en el Centro Poblado Viroc - distrito de Oyón, departamento de Lima, bajo la administración del Gobierno Regional de Lima-Provincias, Perú.

Este Centro Poblado, se encuentra ubicada a una altitud media de 3286 msnm (figura 1). El estudio se realizó en los meses de mayo a junio del 2019.



Figura 1. Provincia de Oyón en el Departamento de Lima
Fuente. Tomado de DePeru.com (2021). *Vista aérea de CC. PP. Viroc.*

3.1.2 Materiales e insumos

Entre los materiales e insumos utilizados para la toma de muestras de agua y cultivo de bacterias, se mencionan los siguientes:

Frascos estériles de 100 ml para muestras

01 Thermo Cooler

Gel refrigerante

Tubos de ensayo

Gradilla para tubos de ensayo

Matraz Erlenmeyer

Torundas de algodón y gasa

Mechero y ron de quemar

Agar nutritivo para cultivo

Asa de siembra

Placas Petri

Incubadora de laboratorio

Papel secante

Guantes de látex

Rotulador permanente

3.1.3 Diseño experimental

Según las características de esta investigación, se puede decir que fue de tipo no experimental de corte transversal y de tipo descriptivo.

Según Hernández et al. (2010), se detalla el diseño de este trabajo:

No experimental, porque en este trabajo no se manipularon las variables, es decir, no se hicieron variar de forma deliberada, ya que en este tipo de investigación se observa el comportamiento natural de las variables, para luego analizarlas y explicarlas.

De corte transversal o transeccional porque la recolección de datos se dió en un único momento y no se analizará la evolución en el tiempo de las variables.

Descriptivo porque la investigación busca especificar las características de los fenómenos que se sometan a un análisis, además de medir o recoger información sobre las variables, en este caso sobre la cantidad de bacterias (UFC/ 100 ml) que existen en las muestras de agua del centro poblado de Viroc.

3.1.4 Tratamientos

Debido a la naturaleza no experimental de la investigación, no se determinaron tratamientos.

3.1.5 Características del área experimental

Las muestras de agua fueron tomadas de los grifos de las viviendas del Centro Poblado de Viroc, distrito de Oyón. Esta localidad está ubicada en la zona inundable de la quebrada Chanya -Viroc (Río Huaura), según lo indica el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres con información de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), en este centro poblado se censaron un total de 192 habitantes y 110 viviendas habitadas.

En referencia al agua para consumo de los pobladores, se sabe que, en el año 2014, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento inauguró obras de un sistema de agua potable y alcantarillado, con la finalidad de instalar redes de distribución, conexiones domiciliarias de agua potable, red de desagüe, planta de tratamiento, y conexiones domiciliarias de desagüe (IAGUA, 2014).

3.1.6 Variables evaluadas

La tabla 2, detalla las variables evaluadas, así como sus definiciones e indicadores.

Tabla 2.

Variables de la investigación.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
V1: Contaminación microbiológica del agua	Es la introducción de agentes biológicos al agua, los cuales conllevan a una modificación no deseable de la composición natural de este elemento.	Se define a partir de sus dimensiones: Bacterias Coliformes Totales. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. <i>E. Coli</i>	Presencia en el cultivo de laboratorio del microorganismo en UFC/100 ml
V2: Ambiente del centro poblado Viroc	Ambientes de consumo de agua	Se define a partir de los puntos seleccionados para la toma de muestra.	Inicio Intermedio Final

3.1.7 Conducción del experimento

Esta investigación fue no experimental, sin embargo, para su conducción se utilizó el método expuesto por Camacho et al. (2009) y Feng et al. (2020), siguiendo la metodología:

Cultivo en placa

El vertido en placa y el esparcido en placa son métodos utilizados para realizar la siembra, identificación y conteo de bacterias. En el método de vertido en placa, la muestra de agua que va a ser analizada se somete a diluciones sucesivas, y una muestra de cada dilución se coloca en una caja para la siembra de bacterias parte el medio de cultivo se calienta hasta que se encuentre en estado líquido y puede ser vertido en una placa para mesclar con la muestra diluida, para su posterior incubación bajo condiciones controladas. Al transcurrir el

periodo de incubación establecido, se saca la placa Petri de la estufa y se recuentan las colonias crecidas, el "número de colonias aparecidas es expresado en Unidades Formadoras de colonia UFC, por cada 100 ml de agua.

El método de número más probable NMP

Es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultado, positivo y negativo obtenido en cada dilución, se basa en la hipótesis de una dispersión de Poisson o dispersión aleatoria.

La densidad bacteriana se obtiene contando el número de tubos con fermentación positiva y comparando con la tabla del número más probable para Coliformes Totales y *Escherichia coli*, con un nivel de confianza estadística del 95% para cada valor determinado y expresado como NMP de coliformes por 100 ml de muestra de agua.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Está conformada por las viviendas del Centro Poblado de Viroc en el distrito de Oyón que cuentan con agua potable.

3.2.2 Muestra

Se tomaron 10 muestras de 100 ml de agua potable provenientes de los grifos de viviendas determinadas estratégicamente, según la distribución del agua. Se consideró 3 puntos al inicio, 4 puntos intermedios y 3 puntos finales.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de información se realizaron las siguientes actividades:

Recolección de muestras: se utilizaron frascos estériles de 100 ml para la colecta de agua, registrando la procedencia de las muestras, luego se transportaron hasta el laboratorio en un

Termo Cooler para mantener la temperatura de 4 °C (Camacho et al., 2009; Feng et al., 2020).

Las muestras fueron codificadas según el grifo proveniente y número de muestra.

Posterior a la recolección de muestras, estas fueron transportadas en un termo cooler a una temperatura de 4°C hasta el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, donde se empleó la técnica del conteo en placas de UFC/100 ml de las muestras de agua y la turbidez de los tubos con presencia o ausencia de burbujas en los tubos.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

La información de Número de muestra, número de grifo y algunas observaciones fueron registradas en una guía y tabla de datos para su posterior análisis.

Los datos obtenidos después del análisis de laboratorio fueron analizados mediante estadísticos descriptivos.

Los análisis fueron realizados utilizando Microsoft Excel 2016.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Recuento de Bacterias Coliformes Totales

La tabla 3 muestra el conteo en Unidades Formadoras de Colonias de Bacterias coliformes totales, se puede apreciar que el 100% de los grifos evaluados, existió la presencia de bacterias coliformes, con un promedio de 1,6 UFC/100ml, con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 2, siendo el máximo límite permitido un recuento bacteriano de 0; es decir el agua destinada al consumo de los pobladores del Centro poblado de Viroc, no cumple lo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA (2011).

Tabla 3.

Recuento de Bacterias Coliformes Totales (UFC/100 ml de agua) proveniente de grifos de agua para consumo humano del centro poblado Viroc, año 2019.

N°	Muestra	Bacterias Coliformes Totales (UFC/100 ml)
1	Grifo 1	2
2	Grifo 2	2
3	Grifo 3	2
4	Grifo 4	1
5	Grifo 5	2
6	Grifo 6	2
7	Grifo 7	1
8	Grifo 8	1
9	Grifo 9	1
10	Grifo 10	2

4.2 Recuento de Bacterias Termotolerantes o Fecales

La tabla 4 muestra el conteo en Unidades Formadoras de Colonias de Termotolerantes o Fecales. Se puede apreciar que, en sólo 3 de los grifos evaluados, no existió la presencia de bacterias Termotolerantes o Fecales coliformes, mientras que en el resto (70%) se encontró la presencia de estas bacterias, con un promedio de 1,4 UFC/100ml, con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 2.

Aunque el recuento promedio fue menor que el de Bacterias Coliformes Totales, el agua destinada al consumo de los pobladores del Centro poblado de Viroc, supera los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA (2011), en el cual señalan un valor máximo permitido de 0.

Tabla 4.

Recuento de Bacterias Termotolerantes o Fecales (UFC/100 ml de agua) proveniente de grifos de agua para consumo humano del centro poblado Viroc, año 2019.

N°	Muestra	Bacterias Coliformes Totales (UFC/100 ml)
1	Grifo 1	2
2	Grifo 2	1
3	Grifo 3	2
4	Grifo 4	0
5	Grifo 5	0
6	Grifo 6	1
7	Grifo 7	1
8	Grifo 8	1
9	Grifo 9	2
10	Grifo 10	0

4.3 Recuento de *Escherichia coli*

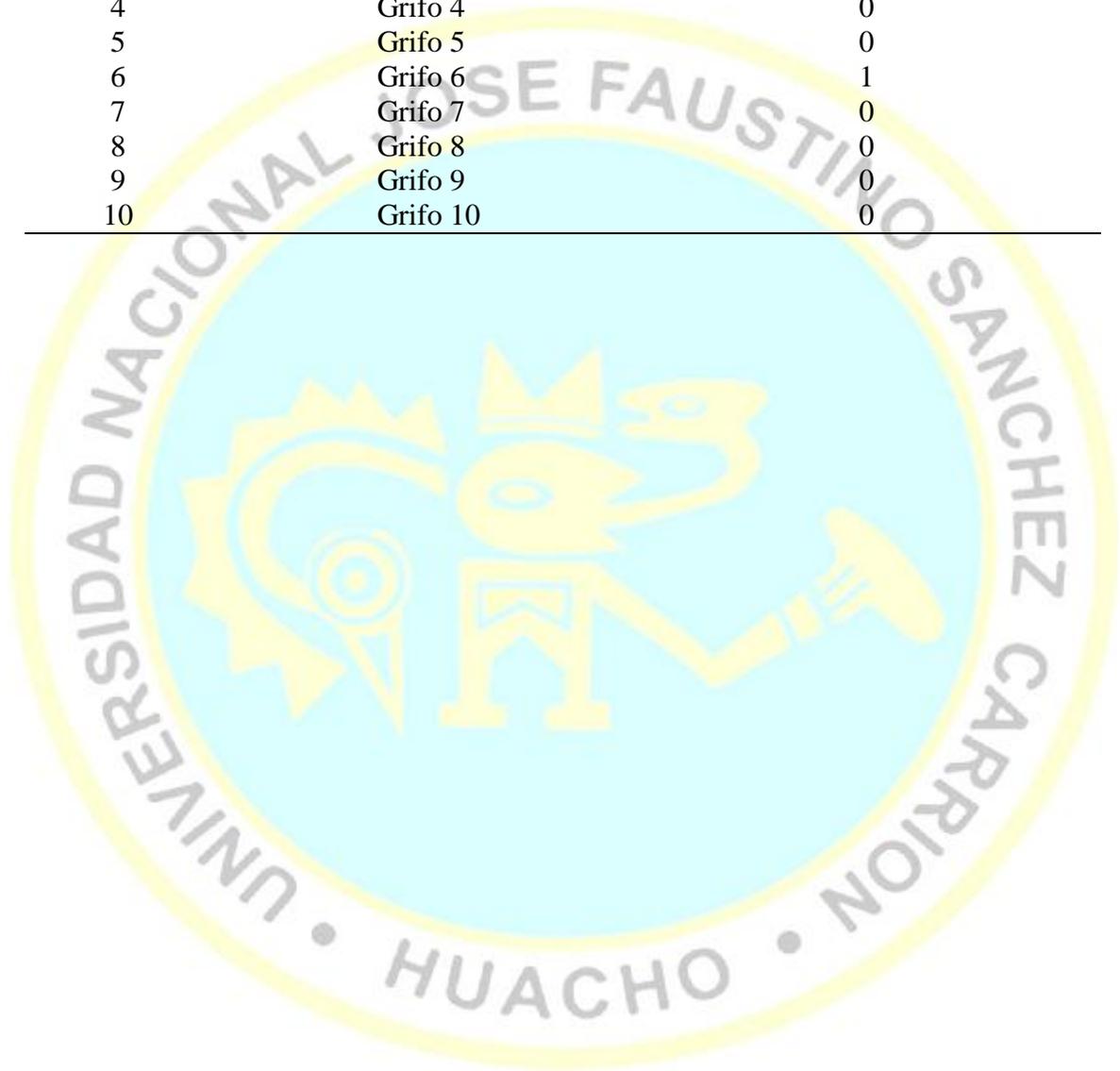
La tabla 5 muestra el conteo en Unidades Formadoras de Colonias de *Escherichia coli*. Se puede apreciar que, en el 70% de los grifos evaluados, no existió la presencia de este tipo de bacterias. Mientras que el agua evaluada del 30% restante (3 grifos) obtuvo un promedio de 0,8 UFC/100ml de *E. coli*, con un valor mínimo de 0,5 y un valor máximo de 1.

Aunque para esta variable, el recuento fue menor que las muestras anteriores, el agua destinada al consumo de los pobladores del Centro poblado de Viroc, supera los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA (2011), en el cual señalan un valor máximo permitido de 0.

Tabla 5.

Recuento de Escherichia coli (UFC/100 ml de agua) proveniente de grifos de agua para consumo humano del centro poblado Viroc, año 2019.

N°	Muestra	Bacterias Coliformes Totales (UFC/100 ml)
1	Grifo 1	1
2	Grifo 2	0
3	Grifo 3	0,5
4	Grifo 4	0
5	Grifo 5	0
6	Grifo 6	1
7	Grifo 7	0
8	Grifo 8	0
9	Grifo 9	0
10	Grifo 10	0



CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Recuento de Bacterias Coliformes Totales

Los resultados que se presentaron demuestran que el agua destinada al consumo humano de los pobladores del centro poblado de Viroc, supera los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA (2011), ya que se observó en el 100% de las muestras crecimiento de Bacterias Coliformes Totales, con recuentos entre 1 UFC/100 ml y 2 UFC/100 ml.

Menores porcentajes fueron reportados por Tarqui-Mamani et al. (2016) en su investigación, ya que el 78,6 % de las muestras de agua analizadas tuvieron Coliformes totales en Cajamarca, el 65,5 % en Huancavelica y el 64,1 % en Huánuco. Los autores atribuyeron estos resultados a que más del 90% de las muestras en las tres regiones no contenían cloro o si lo contenían se encontraban en concentraciones por debajo de 0,5 mg/l.

Por el contrario, en la comunidad rural Sisid Anejo – Ecuador, Chica y Chimborazo (2020), en su investigación reportaron agua de mejor calidad, ya que sólo el 2,99% de las muestras resultaron negativas para el recuento de Bacterias Coliformes Totales.

Los valores obtenidos como recuento bacteriano en esta investigación son menores a lo reportado por Vicuña (2019), quien al analizar el agua de consumo humano Huaraz, tampoco resultó siendo apta para el consumo humano. Sin embargo, reportó valores entre 5 UFC/100ml y 14 UFC/100ml de Coliformes Totales en la época de lluvia y valores entre 3 UFC/100ml y 5 UFC/100ml en la época de estiaje.

Estos resultados podrían indicar la falta de desinfección del agua con productos como el cloro en la zona, por lo que se debería realizar un proceso de desinfección para mejorar la calidad del agua destinada para consumo humano.

5.2 Recuento de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales

Los resultados de esta investigación demostraron que el agua analizada no es apta para el consumo humano de los pobladores del centro poblado de Viroc, ya que reportaron recuentos entre 1 UFC/100ml y 2 UFC/100 ml en el 70% de las muestras analizadas, los cuales superan los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido por el MINSA (2011).

Chica y Chimborazo (2020), en Ecuador reportaron que el 100% de las muestras de agua cumplieron las normas INEN 1108:2020 establecidas para Ecuador, ya que no observaron crecimiento de Coliformes fecales.

Vicuña (2019) reportó valores de 2 UFC/100 ml y 5 UFC/100 ml en la época lluviosa de Huaraz, mientras que, en la época de estiaje obtuvo valores menores a 1 UFC/100 ml y 2 UFC/100 ml de Coliformes fecales.

La determinación del contenido bacteriano del agua destinada al consumo humano, resulta importante, ya que puede desencadenar la presentación de diversas enfermedades, especialmente aquellas que afectan el tracto digestivo. Moposita (2015) en la Parroquia Pasa, Ecuador, determinó que el 100% de las muestras analizadas estaban contaminadas con coliformes fecales y no cumplían la norma técnica NTE INEN 1108 establecida para ese país, por lo que se observó que el 54% de los pobladores presentaron cuadros de diarrea aguda, asociado al consumo de agua no potable, ya que obtuvo un coeficiente de correlación alta de 0,73 con $p < 0,001$.

5.3 Recuento de *Escherichia coli*

Para el recuento de *Escherichia coli*, se observó que en el 70% de los grifos evaluados, no existió la presencia de este tipo de bacterias, y en el 30% restante se observó recuentos entre 0,5 UFC/100 ml y 1 UFC/100 ml.

Estos resultados son mejores que lo obtenido por autores como Venegas et al. (2014) quienes informaron valores entre 1 y 6 UFC/100 ml como recuento de *E. coli* en una población de Bogotá en Colombia. De igual forma, en Huaraz – Perú, Vicuña (2019) reportó valores entre

1 UFC/100 ml y 2 UFC/100 ml de *E. coli* en la época de lluvia y valores menores a 1 UFC/100 ml en la época seca.

Por otro lado, Tarqui-Mamani et al. (2016) para Cajamarca y Huancavelica, reportaron que el 72% y 37,4 % de muestras de agua analizadas tuvieron *E. coli*, respectivamente. Mientras que, en Huánuco, se observó resultados mejores con el 17,5 % de muestras con *E. coli*. Adicional a ello, los autores indicaron que el 56% y 30,8% de muestras con presencia de *E. coli* correspondían a hogares rurales y urbanas, respectivamente, demostrando así la brecha de desigualdad que existe en el abastecimiento de agua de calidad para los hogares de zonas rurales y más pobres de nuestro país.

Asimismo, Moposita (2015) al analizar muestras de agua provenientes de la Parroquia Pasa del Cantón de Ambato, Ecuador, obtuvo que el 83,65% de las bacterias que predominaban era la *Escherichia coli*. Demostrando así, que las bacterias de tipo gran negativo son las que contaminan principalmente el agua.

Finalmente, se pudo evidenciar la presencia de bacterias en las muestras evaluadas, por lo que el consumo de agua sin desinfectar es un riesgo para la salud de los pobladores, ya que estas bacterias causan diversas enfermedades.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Después de desarrollar la investigación “Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el centro poblado Viroc – provincia de Oyón, 2019”, se tienen las siguientes conclusiones:

El nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc, en el año 2019 superaron los valores máximos permisibles.

El agua destinada a consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019, superaron los límites permisibles para la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Totales.

El agua destinada a consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019, superaron los límites permisibles para la cantidad en UFC/100ml de Coliformes Termotolerantes o fecales.

El agua destinada a consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019, superaron los límites permisibles para la cantidad en UFC/100ml de *Escherichia coli*.

6.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones orientadas a crear programas de salubridad en la calidad de agua segura en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón.

Desarrollar capacitaciones a los pobladores para el tratamiento, uso y consumo adecuado del agua de calidad para prevenir la presentación de enfermedades.

Implementar un estudio y diagnóstico del agua de los lugares que no cuenten con planta de tratamiento para agua potable, y así poder implementar programa de

educación sanitaria específico en la población en toda la cadena desde la extracción, uso e ingesta de agua.

Implementar examen microbiológico a los demás organismos que faltaron analizar en este trabajo.

Incluir la evaluación de la satisfacción de los pobladores sobre el agua que es destinada para su consumo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R., Kuri-Morales, P. (2012). *Salud Pública y medicina preventiva*. México: Manual moderno.
- Apella M.C., y Araujo, P.Z. (2005). Microbiología de agua. Conceptos básicos. En M. Blesa y J. Blanco-Gálvez (Eds.), *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua* (pp. 33-50). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de San Martín.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Mapa de ubicación de poblaciones vulnerables de la quebrada Chanya-Viroc (Río Huaura) centro poblado Chanya -Viroc, departamento de Lima*. Recuperado de <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/5740>
- Chica, E. D., Chimborazo, S. P. (2020). *Control de calidad física química y microbiológica del agua potable de la Comunidad Rural Sisid Anejo, Parroquia Ingapirca, Provincia del Caña* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Chong, A. (2010). *Evaluación de la calidad del agua subterránea en el centro poblado menor la Libertad, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, región San Martín – Perú* (tesis de maestría). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. Recuperado de <https://docplayer.es/66963795-Tecnicas-para-el-analisis-microbiologico-de-alimentos-segunda-edicion.html>
- Caminati, A., Caqui, R. C. (2013). *Análisis y diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano y su distribución en la Universidad de Piura* (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.

Canepa, L. (2004). *Tratamiento de aguas para consumo humano: plantas de filtración rápida. Manual I: teoría*. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

DePerú.com (2021). *Vista aérea de CC. PP. Viroc*. Recuperado de <https://mapas.deperu.com/lima/oyon/oyon/viroc/>

Doria, C., Daza, A., Deluque, H., López, A., y Serna, J. (2009). Caracterización físicoquímica y microbiológica de las aguas de reservorios en los resguardos indígenas localizados en la zona de influencia del Complejo Carbonífero Cerrejón, *La Guajira-Colombia*.

El Peruano. (2015). *Decreto Supremo N° 015-2015-mINAm*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-nacionales-calidad-ambiental-agua-0>

Feng, P., Weagant, S. D., y Jinneman, K. (2020). *BAM Chapter 4A: Diarrheagenic Escherichia coli*. Recuperado de <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4a-diarrheagenic-escherichia-coli>

García, M. (2012). *Tema 18 Biología y geología*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/263925592> La hidrosfera El ciclo del agua en el planeta La calidad del agua Contaminacion acuatica Eutrofizacion Sistemas de tratamiento y depuracion El agua como recurso natural Gestion del agua Criterios para

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Editorial Mc Graw Hill.

Hewitt, R., y Robinson, G. (2003). *ISO 14001 EMS: Manual de Sistemas de Gestión Medioambiental*. España: Paraninfo, S.A.

IAGUA. (2014). *El Ministerio de Vivienda de Perú inaugura obras de agua y desagüe en el Centro Poblado de Viroc*. Recuperado de

<https://www.iagua.es/noticias/peru/14/02/03/el-ministerio-de-vivienda-de-peru-inaugura-obras-de-agua-y-desaguee-en-el-centro-poblado-de-viroc-44595>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/tomo4.pdf

Leiva, S. (2014). *Por qué necesitamos una ley de protección de glaciares*. Santiago de Chile, Chile: Greenpeace.

Marchand, E. O. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA / Dirección General de Salud Ambiental*. Lima, Perú: Ministerio de Salud. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>

Ministerio de Salud. (2018). *Unidad temática 3: Vigilancia y control de la calidad del agua*. Lima, Perú: Creative Sidekick.

Moposita, A. (2015). *Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de pasa del Cantón Ambato en el período diciembre 2014-mayo 2015* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10727/1/TESIS%20ALEXIS%20MOPOSITA.pdf>

Orellana, J. A. (2005). *Características del agua potable*. Recuperado de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf

- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición*. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Ponce, V. M. (2021). *Las propiedades del agua*. Recuperado de http://ponce.sdsu.edu/propiedades_del_agua.html
- Prieto, J. (2004). *El agua sus formas efectos abastecimiento, usos, daños, control y conservación*. Bogotá, Colombia: Eco Ediciones.
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., y Gutiérrez-Builes. L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 5(2), 236-247.
- Rodríguez, I. y Urbano, R. (2012). *Determinación de la calidad microbiológica de bebidas refrescantes dispensadas en máquinas de restaurantes de comida rápida del distrito 1 de la zona metropolitana de San Salvador* (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, Centro América.
- Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS).
- Tarqui-Mamani, C., Álvarez-Dongo, D., Gómez-Guizado, G., Valenzuela-Vargas, R., Fernández-Tinco, I., y Espinoza-Oriundo, P. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista de Salud Pública*, 18(6), 904-912. doi: <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>
- Venegas, C., Mercado, M., y Campos, M. C. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia). *Revista Biosalud*, 13(2), 24-35.

Vicuña, F. V. (2019). *Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros – Huaraz, período 2015-2016* (tesis de maestría). Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú.

Zavalaga, E. N. (2012). *Calidad Microbiológica y Fisicoquímica del agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1896>



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

“Nivel de Contaminación Microbiológica en Agua de Consumo Humano en el Centro Poblado Viroc – Provincia de Oyón, 2019”				
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Metodología
<p>General ¿Cuál es el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón en el año 2019?</p>	<p>General Determinar el nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc – Provincia de Oyón en el año 2019.</p>	<p>General H0: El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019, no contiene carga bacteriana. H1: El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene carga bacteriana.</p>	<p>V₁: Contaminación microbiológica del agua</p>	<p>Diseño experimental: no experimental de corte transversal y descriptivo. Población: las viviendas del Centro Poblado de Viroc en el distrito de Oyón que cuentan con agua potable. Muestra: 10 muestras de 100 ml de agua potable provenientes de los grifos de las viviendas seleccionadas, luego se transportaron hasta el laboratorio en un cooler a 4 °C.</p>
<p>Específicos 1. ¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Totales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019? 2. ¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019? 3. ¿Cuál es la cantidad en UFC/100ml de <i>Escherichia coli</i> en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019?</p>	<p>Específicos 1. Determinar la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Totales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019. 2. Determinar la cantidad en UFC/100ml de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019. 3. Determinar la cantidad en UFC/100ml de <i>Escherichia coli</i> en aguas de consumo humano en el centro poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019</p>	<p>Específicas 1. El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de Bacterias Coliformes. 2. El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. 3. El agua de consumo humano en el Centro Poblado Viroc - Provincia de Oyón en el año 2019 contiene un recuento elevado de UFC/100mL de <i>Escherichia coli</i>.</p>	<p>V₂: Ambiente del centro poblado Viroc</p>	<p>Técnicas de análisis y procesamiento Se empleó el conteo de UFC/100mL en placas de las muestras de agua y la turbidez de los tubos con presencia o ausencia de burbujas en los tubos. La información fue analizada mediante estadísticos descriptivos utilizando Microsoft Excel 2016.</p>

Anexo 2. Centro poblado de Viroc, provincia de Oyón.



Anexo 3. Tesista ubicando los puntos de muestreo.



Anexo 4. Transporte en cooler de muestras (Izquierda) y conservación de muestras con conservantes de frio para el transporte de las muestras (Derecha).



Anexo 5. Colocación de muestras en incubadora



Anexo 6. Material de laboratorio para la inoculación de microorganismos.



Anexo 7. Tubos de ensayo con medio de crecimiento para microorganismos.

