



UNAP



FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS

**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD DE NINA
RUMI, SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, 2024**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

**MILCA SIMA PACAYA
LEONARDO CASTRO AMARINGO**

ASESOR:

Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°020-2024-CGT-FFyB-UNAP

En el caserío de Nina Rumi, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto, a los 18 días del mes de diciembre del 2024, a horas 11:00, se dio inicio a la sustentación pública de Tesis titulada "**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD DE NINA RUMI, SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, 2024**", aprobada con Resolución Decanal N°303-2024-FFyB-UNAP, presentado por los bachilleres **MILCA SIMA PACAYA** y **LEONARDO CASTRO AMARINGO**, para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico que otorga la Universidad de acuerdo con Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°225-2024-FFyB-UNAP, está integrada por:

| | |
|--|-------------------|
| Ing. CLETO JARA HERRERA, Dr. | Presidente |
| Q.F. IVONNE NAVARRO DEL AGUILA, Mtra. | Miembro |
| Q.F. JACQUELINE MARGOT GONZALES DIAZ DE MORA, Mtra. | Miembro |
| Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Dr. | Asesor |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: adecuadamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública de la tesis ha sido aprobado con la calificación bueno

Estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico.

Siendo las 11:50 se dio por terminado el acto académico



Ing. CLETO JARA HERRERA, Dr.
Presidente



Q.F. IVONNE NAVARRO DEL AGUILA, Mtra.
Miembro



Q.F. JACQUELINE MARGOT GONZALES DIAZ DE MORA, Mtra.
Miembro



Q.F. CARLOS ADOLFO CONTRERAS LICETTI, Dr.
Asesor

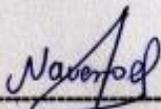
Jurado y asesores



Presidente

Ing. Cleto Jara Herrera, Dr.

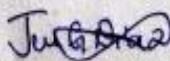
CIP N°63042



Miembro

Q.F. Ivonne Navarro del Águila, Mtra.

CQFP N°11601



Miembro

Q.F. Jacqueline Margot Gonzales Diaz de Mora, Mtra.

CQFP N°12830



Asesor

Q.F. Carlos Adolfo Contreras Licetti, Dr.

CQFP N°4134

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

La presente tesis va dedicada a Dios que siempre estuvo ahí en nuestras oraciones, así poder seguir adelante.

A mis padres María Teresa Pacaya y Francisco Sima; por su apoyo incondicional para seguir adelante a pesar de muchas dificultades, por formarme con principios y valores y ser un ejemplo a seguir.

MILCA SIMA PACAYA

A mis padres María Amaringo y Cesar Castro por su incondicional apoyo y sabios consejos. A mis hermanas, verónica, fresia y a mi sobrina, para que vean reflejado en mí que todo se puede.

LEONARDO CASTRO AMARINGO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestros padres que siempre nos brindaron su apoyo incondicional para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos.

A nuestra casa universitaria (UNAP), por acogernos y brindarnos sus conocimientos con excelentes docentes que fueron parte de este proceso de formación profesional.

A nuestros compañeros que formaron parte de nuestro día a día en clases.

A los miembros del jurado: **Ing. Cleto Jara Herrera, Dr.** (presidente del jurado) **Q.F. Ivonne Navarro del Águila, Mtra.** (Miembro) **Q.F. Jacqueline Margot Gonzales Diaz de Mora, Mtra.** (Miembro) por sus exigencias en la redacción y revisión de nuestra tesis.

Para finalizar hacemos extensivo esta redacción, a nuestro asesor que es un gran amigo y docente.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---------------------------------------|------|
| Portada | i |
| Acta de sustentación | ii |
| Jurado y asesor | iii |
| Resultado del informe de similitud | iv |
| Dedicatoria | v |
| Agradecimientos | vi |
| Índice general | vii |
| Abreviatura | ix |
| Resumen | x |
| Abstract | xi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 2 |
| 1.1 Antecedentes | 2 |
| 1.2 Bases teóricas | 4 |
| 1.3 Definición de términos básicos | 9 |
| CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES | 11 |
| 2.1 Formulación de la hipótesis | 11 |
| 2.2 Variables y su operacionalización | 11 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 14 |
| 3.1 Tipo y Diseño | 14 |
| 3.2 Diseño muestral | 14 |
| 3.3 Procedimientos de recolección de datos | 15 |
| 3.4 Procesamiento y análisis de los datos | 18 |
| 3.5 Aspectos éticos | 18 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 19 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN | 20 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES | 22 |
| CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES | 23 |
| CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN | 24 |
| ANEXOS | 28 |

ABREVIATURA

| | |
|--------|--|
| LMP | : Límite máximo Permisible |
| NMP | : Número más probable |
| pH | : Potencial de Hidrogeno |
| UNT | : Unidad nefelométrica de turbidez |
| DIGESA | : Dirección General de la Salud Ambiental e inocuidad Alimentaria |
| OMS | : Organización Mundial de la Salud |

RESUMEN

El presente trabajo determinó la calidad microbiológica del agua para consumo humano de la comunidad de Nina Rumi-San Juan Bautista-Loreto, mediante número más probable (NMP) de *coliformes fecales*, *Escherichia coli*, conteo en placa de mesófilos aerobios e identificación bioquímica de bacterias; evaluando los parámetros fisicoquímicos como turbiedad, conductividad y pH. Se realizaron dos tomas de muestra de agua para consumo humano directamente de los grifos que abastecen a la comunidad con los protocolos de seguridad e higiene, identificación y transporte. A través de la técnica de los tubos múltiples de fermentación, que resulta un método cuantitativo para valorar la concentración de bacterias presentes en el agua mediante inoculación de una serie de tubos en concentraciones decimales decrecientes de la muestra, en un medio de cultivo adecuado, las cuales se incuban en condiciones de tiempo y temperatura luego se procedió a la incubación a 37°C x 48 horas, encontrándose que no existía en ningún tubo la formación de gas que podría determinar el crecimiento o contaminación de bacterias *coliformes*. Asimismo, se procedió al ensayo organoléptico sin encontrar indicios de contaminación del recurso hídrico, el pH, la turbidez, el olor y sabor fueron neutros. Este resultado final además del ensayo organoléptico previamente desarrollado, nos indica que el agua analizada es apto para consumo humano al no existir la evidencia de crecimiento de bacterias *coliformes* a través de la técnica utilizada. Concluimos finalmente que el agua extraída de los pozos es apto para el consumo de la comunidad, evidenciándose que los pozos sépticos están distantes de los puntos de captación de agua, asimismo que la profundidad de los mismos garantiza obtener un recurso de buena calidad para sus pobladores.

Palabras clave: *coliformes fecales*, mesófilos, *Escherichia coli*, agua potable, turbidez.

ABSTRACT

The present work determined the microbiological quality of water for human consumption in the community of Nina Rumi -San Juan Bautista-Loreto, through by the most probable number (NMP) of fecal coliforms, *Escherichia coli*, plate count of aerobic mesophiles and biochemical identification of bacteria; as well as evaluate physical-chemical parameters such as turbidity, conductivity and pH. Two water samples were taken for human consumption directly from the taps that supply the community with safety and hygiene, identification and transportation protocols. Through the multiple fermentation tube technique, which is a quantitative method to assess the concentration of bacteria present in the water by inoculating a series of tubes in decreasing decimal concentrations of the sample, in a suitable culture medium, the which are incubated under conditions of time and temperature, then the incubation was carried out at 37°C x 48 hours, finding that there was no gas formation in any tube that could determine the growth or contamination of coliform bacteria. This final result, in addition to the organoleptic test previously developed, indicates that the water analyzed is suitable for human consumption as there is no evidence of growth of coliform bacteria through the technique used. We finally conclude that the water extracted from the wells is suitable for community consumption, showing that the septic wells are distant from the water collection points, also that their depth guarantees obtaining a good quality resource for its residents.

Keywords: fecal coliforms, mesophiles, *Escherichia coli*, drinking water, turbidity.

INTRODUCCIÓN

Existe gran interés que las personas hoy en día tengan acceso a los servicios básicos, el estado y la calidad de vida que llevan dependen de ello, por eso es preocupación del estado asegurar el acceso a estos servicios públicos sobre todo del recurso hídrico como elemento esencial que garantice plenamente las necesidades de la población.

El derecho al agua es fundamental, es responsabilidad del gobierno central, regional o municipal, asegurar el abastecimiento y la calidad del mismo, el riesgo de consumir agua de pozos subterráneos es un riesgo por saturación del nivel freático por fisuras, grietas, poros que a nivel del subsuelo genera filtración por precipitaciones, acumulación de basura, proximidad a silos, uso de fertilizantes y presencia de metales en la corteza terrestre (1).

El objetivo logrado finalmente permitió determinar la óptima calidad del recurso hídrico consumida en esta comunidad, garantizándonos de esta forma un suministro seguro y confiable, si consideramos que esta agua potable es básica para nuestra actividad diaria y en la preparación de alimentos que venimos consumiendo a través del comedor próximo a nuestra Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Es el nivel de necesidad y carencia de este vital elemento la que genera que muchas familias, opten rudimentariamente por construir pozos subterráneos revestidos por material noble previniendo derrumbes, de ese modo aseguran la presencia del recurso hídrico para sus actividades domésticas, desconociendo el riesgo que esta práctica podría ocasionar (2).

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El año 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, exploratorio y diseño experimental que incluyó como población la comunidad del Valle de Vítor, Arequipa. La investigación permitió identificar hasta 6 tipos de bacterias, entre ellas *coliformes Escherichia coli*, mesófilos aerobios y bacterias, además de evaluar parámetros fisicoquímicos entre ellos cloro residual, turbiedad, conductividad y pH, el trabajo concluyó que el agua que abastece el Valle de Vítor no es apto para consumo al superar los estándares microbiológicos, siendo necesario establecer un sistema de control y vigilancia en los puntos críticos como abastecimiento y distribución (7).

El año 2021, una investigación con enfoque descriptivo, prospectivo y diseño experimental que incluyó como población de estudio las comunidades de Pueblo Libre y Pampa Chacra. La investigación buscó determinar criterios fisicoquímicos como turbidez, pH, cloro residual y parámetros microbiológicos, así como metales pesados en aguas de manantiales, reservorios y hogares, el trabajo concluyó finalmente que la comunidad de Pueblo Libre existe presencia de *E. coli*, con trazas de cadmio, arsénico y molibdeno, sin embargo, en la comunidad de Pampa Chacra, encontró presencia de cadmio y arsénico en las fuentes de abastecimiento, concluyendo que ambas comunidades no aseguran un nivel de calidad de agua, aceptable para consumo humano (8).

El año 2018, un trabajo de investigación con metodología analítica, descriptiva y diseño experimental, incluyó como población de estudio la Comunidad de Pampa Hermosa, buscó evaluar la pureza del agua analizando: *coliformes totales*, pH, conductividad, nivel de turbidez, sólidos totales, temperatura, así como diversos elementos metálicos. La investigación determinó que los pozos Nro. 1 y Nro. 2 reportaron porcentajes de *coliformes totales* y termo tolerantes, careciendo además de cloro residual libre, concluyendo finalmente que no es apto para consumo (9).

El año 2017, un trabajo de tesis con investigación de tipo descriptivo, analítico y diseño experimental incluyó como población de estudio la población de Siracachayoc, tuvo como objetivo determinar el análisis de los niveles de conductividad, temperatura, rango de turbidez, sólidos totales; asimismo parámetros químicos como: pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad; estudios bacteriológicos como: *coliformes totales* y fecales. El trabajo concluyó que el agua no es apto para consumo humano, al encontrar *coliformes totales* y termo tolerantes cuyos niveles exceden en valores por encima del LMP, lo mismo no ocurre en los parámetros fisicoquímicos cuyo valor se encuentran en valores normales (10).

El año 2016, un trabajo de investigación de tipo descriptivo, exploratorio y analítica, diseño experimental, tuvo como población de estudio la Urbanización la Estancia de Lurín, donde la investigación determinó que los niveles de *coliformes totales* superan los LMP establecidos por la DIGESA, concluyendo finalmente que el agua no es apto para consumo, sugiriendo despertar la conciencia e interés de las autoridades (11).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 El agua

Es fuente de vida para la humanidad, se constituye en la molécula más importante, la masa corporal se compone en un 70% a base de este compuesto, no obstante, casi no siempre se encuentra al estado puro, sino que presenta sustancias orgánicas, minerales disueltos o en suspensión (12).

El agua elemento vital de generaciones, constituye un solvente universal con notables propiedades fisicoquímicas formando la base de la mayoría de procesos bioquímicos y fisiológicos de todo ser vivo humano o animal (13).

1.2.2 Agua potable

El impacto del consumo de agua potable en los hogares del Perú reduce drásticamente la posibilidad de enfermarse de cuadros diarreicos, en promedio 4.8%, en los hogares más alejados y precarios económicamente, ayuda a reducir la carga que representan las enfermedades para las familias, es un elemento vital para todas las sociedades permitiendo un desarrollo económico sostenible (14,15).

1.2.3 Calidad del agua

Se considera como calidad de agua, cuando la hace apto para el consumo por cuanto sus características fisicoquímicas y biológicas no generan ningún riesgo para la salud de las personas pudiendo consumirla sin mayor riesgo en las diferentes etapas de su vida (16).

La importancia de este recurso hídrico es esencial para la salud e impulso de la economía. En un país como el nuestro con una geografía diversa cuya economía depende de la actividad extractiva de minerales es lógico pensar que puedan contaminar fácilmente el recurso hídrico, por lo cual el tratamiento fisicoquímico resulta costoso para las empresas de agua potable, en su objetivo de ofrecernos un producto apto para el consumo humano sin mayor riesgo para la salud (17).

1.2.4 Parámetros microbiológicos

Permiten evaluar la densidad bacteriana, así como la diversidad de bacterias coliformes y cepas multirresistentes o con alta capacidad de transmisión de diversas enfermedades, por su condición de microorganismos patógenos, cuya procedencia, concentración, hábitat y reacción a factores externos, constituye un alto riesgo a la contaminación de este recurso vital, lo cual genera que su tratamiento y purificación sea más difícil siendo tratados a través de la cloración, pudiendo usarse además flúor u ozono, donde el proceso previo a este tratamiento implica usar carbón activado para absorber las impurezas (18).

Los diversos agentes patógenos como virus, bacterias y parásitos, ocasionan enfermedades de alto riesgo que representa un enorme costo para las economías, su respectivo identificación, análisis, control y tratamiento, resultan costosos, utilizando técnicas de filtración, sedimentación con diversos enfoques técnicos y personal calificado (19).

La presencia de sulfatos, fosfatos, nitratos y microorganismos, en agua potable, son índices de contaminación donde el riesgo se produce por actividades de origen humano como: crecimiento demográfico, actividades mineras, entre otros factores que afectan el equilibrio ecológico en las comunidades (20).

1.2.5 Parámetros Físicoquímicos

Aspecto Organoléptico

El color del agua, es completamente transparente, su sabor insípido indica que no tiene un registro determinado, su aspecto es incoloro, asimismo no tiene olor, salvo que contenga sustancias disueltas (21).

El pH

El pH y la alcalinidad están relacionados, donde el pH mide el grado de acidez del agua, la alcalinidad permite regular las variaciones en rango de acidez (21).

El rango sugerido es de 6,5 a 8,5 donde los pH de las bebidas gaseosas podrían estar fuera de este rango sin representar un efecto nocivo, no obstante valores por debajo de 6,5 representa un desgaste de corrosión en tuberías con presencia de metales cobre y plomo (21).

Turbidez del agua

Representa un riesgo de contaminación ya sea por presencia de materias coloidales, residuos orgánicos o presencia de minerales, puede tener su origen en la potabilización, también se puede deducir que el sedimento permanece en el área de distribución o puede tener su origen en la conexión de tuberías clandestinas.

Elevado nivel de turbidez representa un crecimiento de microorganismos, estimulando la proliferación de bacterias que resulta difícil eliminarlas entre ellos residuos orgánicos, partículas de metales, requiriendo mayores niveles de cloro para mantener los niveles normales.

Estos riesgos tienden a acentuarse cuando la turbidez es superior a 5 UNT, por tanto, ninguna muestra debe sobrepasar este nivel para que la desinfección sea eficaz (22).

La turbidez representa la presencia de partículas extrañas, muy pequeñas suspendidas en el agua, donde a mayor presencia de turbidez la contaminación es alta, obstruyendo el pasaje de luz, alterando la fotosíntesis, la respiración y reproducción de los peces, también nos afecta a nosotros al no hacerla apto para consumo y este aspecto va favorecer la adhesión de metales y otras partículas tóxicas, disminuyendo el crecimiento de plantas, huevos y larvas presentes en los niveles más bajos de un sistema acuático (23).

Coliformes fecales

El agua siendo apto para consumo debe tener los controles más exigentes para la alimentación, higiene, agricultura e industria. La contaminación por *coliformes* definitivamente es la más crítica y genera en quienes la consumen enfermedades diarreicas crónicas, enfermedades bacterianas y virales, gastroenteritis frecuentes

afectando generalmente a poblaciones de escasos recursos, con carencia de redes de conexión y tratamiento de este recurso vital.

La bacteria *E. coli*, *Streptococos fecales*, *Clostridium* y otro grupo de coliformes son los microorganismos indicadores de contaminación fecal, las mismas que de acuerdo a las normas regulatorias en calidad del agua elaborada por la OMS y los actuales parámetros nacionales establecen que estos contaminantes no deben encontrarse en el agua potable (24).

1.2.6 Parámetros parasitológicos

La presencia de parasitosis que se analizan en agua potable, son la presencia de huevos y larvas de helmintos, además de quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, siendo algunos de ellos del género *Cryptosporidium*, helmintos y amebas de vida libre demostrando el alto riesgo de contaminación del recurso hídrico. Asimismo, la falta de hábito en normas básicas de higiene o caminar descalzo sobre todo en superficies de tierra, la inadecuada manipulación de los alimentos, dietas poco balanceadas, la precaria capacidad adquisitiva de las familias, aumenta el riesgo de enfermedades gastrointestinales.

Los riesgos por vectores patógenos en agua constituyen un problema mundial que requiere atención y solución de los gobernantes. Las bacterias, virus y parásitos causan graves enfermedades en grupos etéreos vulnerables como niños y adultos mayores (25).

En la red de alcantarillado pueden surgir factores que predisponen el ingreso de contaminantes por rotura de tuberías, conexiones clandestinas, construcción irregular de pozos y falta de mantenimiento, siendo el principal riesgo la contaminación del agua por *E. coli*, colonizando la red de suministro por infiltraciones de sedimentos.

Este problema bastante frecuente en la periferia de las grandes ciudades demanda un gran presupuesto por los análisis y costos altos, la vigilancia debe ser estricta mediante

indicadores de contaminación, con enfoques técnicos, seguros, confiables y permanentes.

Los sistemas de monitoreo y control para estos agentes patógenos, resultan complicados por la demora, además de análisis y costos elevados. Para un trabajo eficiente, confiable, económico y viable. La vigilancia de la calidad del agua debe ser permanente a través de indicadores de contaminación, con criterios técnicos y sanitarios, con profesionales capacitados y recursos financieros (26).

1.2.7 Técnica de Fermentación de los tubos múltiples

Es un método cuantitativo, basado en la interpretación estadística del crecimiento o no crecimiento, de bacterias presentes en el agua, observado en varias series de tubos, inoculados con volúmenes decrecientes de agua a analizar.

1.2.8 Caserío Nina Rumi

Comunidad que pertenece al distrito San Juan Bautista, provincia Maynas, Dpto. Loreto, junto a los poblados de Llanchama y Zungarococha, ubicada en periferia de la ciudad, se ingresa en autobús a través de un desvío por carretera en un tiempo de 45 minutos. Sus coordenadas georreferenciadas son 3°49'13"S 73°19'42"O nos dan su ubicación exacta.

Se conoce sus limitaciones en red de agua potable y alcantarillado, por tanto, existe un claro riesgo de contaminación en agua, suelo y aire, tiene como afluente el río Nanay (27).

Su comunidad se abastece a través de redes subterráneas de agua con una profundidad aproximada de 15 metros, provisto de sistemas de bombeo logran bombear hacia unos tanques elevados, no obstante, ante los cortes de fluido eléctrico lo hacen por un sistema de bombeo manual, a través de una ONG pueden abastecerse del recurso hídrico a través de equipos generadores que le permite captar agua del subsuelo.

1.3 Definición de términos básicos

Pozo artesiano: Se considera aquel tipo de manantial o pozo construido generalmente de manera artesanal, diseñado verticalmente que permite extraer agua de una capa subterráneas (28).

Microorganismos patógenos: Está referida al grupo de bacterias, virus y parásitos cuya presencia y concentración determina el nivel de contaminación, haciéndola inapropiado para consumo humano (29).

Medios de cultivo: Es un preparado artificial diseñado para el crecimiento de bacterias y microorganismos, adopta la forma de gel o solución con nutrientes necesarios para el desarrollo de colonias (29).

Colonias bacterianas: Conjunto de bacterias de una misma especie que al agruparse de forma característica adoptan una forma, tamaño y color característico al encontrar recursos favorables para su reproducción en forma logarítmica (29).

Bacterias indicadoras de contaminación: Son aquellas bacterias que definitivamente no pueden estar presentes en agua potable por su alto riesgo y toxicidad, dentro de ellas *coliformes fecales*, aerobios mesófilos y *pseudomonas* (29).

Gestión de la calidad de agua para consumo humano: Es la tecnología aplicada al conocimiento y la administración eficiente que permite obtener un producto apto para el consumo humano sin mayor riesgo para la salud (30).

Calidad bacteriológica del agua: Son aquellas acciones orientadas a la desinfección de todo riesgo de origen bacteriano, permitiendo obtener un líquido elemento apto para consumo humano (31).

Coliformes totales: Representa una fuente de contaminación entre el agua potable y un foco contaminante de origen humano o animal (desechos animales o foco séptico) obteniéndose un producto no apto para el consumo (32).

Límite máximo permisible: Representa la medida de la concentración límite en parámetros biológicos, bacteriológicos, fisicoquímicos que van a garantizar la calidad del agua como apto para el consumo (32).

Red de saneamiento de agua: Conocido como red de alcantarillado, es un sistema complejo formado por tuberías, que conducen y evacuan las aguas residuales de las viviendas, por tuberías domiciliarias hacia un colector más grande para su destino final (32).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, son adecuados en la calidad del agua que consume la comunidad de Nina Rumi-San Juan Bautista-Loreto 2024.

2.2 Variables y su operacionalización

Variable independiente

Nivel de calidad del agua que consumen los pobladores del caserío Nina Rumi-Loreto 2024.

Variables dependientes

Determinar los parámetros microbiológicos del agua en la comunidad de Nina Rumi-San Juan Bautista-Loreto 2024.

Determinar los parámetros parasitológicos del agua en la comunidad de Nina Rumi-San Juan Bautista-Loreto 2024.

Evaluar la turbidez del agua en la comunidad de Nina Rumi-San Juan Bautista-Loreto 2024.

Tabla 1. Operacionalización de Variables

| Variable | Definición | Tipo por su naturaleza | Indicador | Escala de medición | Categoría | Valores de la categoría | Medio de verificación |
|--|--|------------------------|---|--------------------|----------------|-------------------------|--|
| <p>Independiente</p> <p>Calidad del agua para consumo humano en la comunidad Nina Rumi, San Juan Bautista, Loreto, 2024</p> | <p>Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, al estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.</p> | <p>Cualitativa.</p> | <p>Presencia de <i>coliformes</i> y <i>E.coli</i>. UNT 5</p> <p>Sólidos disueltos totales.</p> <p>mg/Lt 1000</p> <p>6.5-8.5</p> <p>pH.</p> <p>Bacterias heterotróficas</p> <p>.</p> | <p>Nominal</p> | <p>Ninguna</p> | <p>Ninguna</p> | <p>Registro de turbidez.</p> <p>Registro pH.</p> <p>Registro de ensayos.</p> |

| Dependiente: | | | | | | LMP | |
|-----------------------------|---|----------------|--|-----------------|---|--------------------------------|--|
| Parámetros microbiológico. | Determinan la calidad del agua por la identificación y aislamiento de bacterias coliformes totales y fecales. | Cuantitativa . | Presencia de coliformes totales y fecales en agua. | Escala nominal. | Coliformes totales. | UFC/100ml <1 | -Registro de lectura en el microscopio. |
| Parámetros parasitológicos. | Determinan la calidad del agua por la presencia de <i>E.coli</i> . | Cuantitativa . | Presencia de parásitos en agua. | Escala nominal. | Coliformes termotolerantes. | UFC/100ml < 1 mg/ L | -Tiras pH. -Turbidímetro potenciómetro. |
| Parámetros fisicoquímicos. | Determinan la calidad del agua de acuerdo a su turbidez, pH, sedimentación, cloro residual. | Cuantitativa . | Temperatura. Turbidez/pH. Sedimento. | Escala nominal. | Sólidos disueltos totales <i>E. coli</i> . | 0,2 ug/Lt Temperatura °C ND | -Tubo ensayo. -Placa cultivo -Cuaderno de apuntes. |
| | | | | | Turbiedad | UNT 5 | |
| | | | | | Valor de pH | pH 6,5-8,5 | |
| | | | | | Cloro residual libre | mg/Lt >0.5 | |

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño

El tipo de investigación a utilizar fue experimental, exploratorio descriptivo, observacional, descriptivo analítico que nos permitió comprobar la hipótesis planteada evaluando los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos.

El estudio se focalizó en observar, describir y reportar las características de las muestras de agua de una comunidad evaluando el riesgo de contaminación en la red de abastecimiento.

Los análisis respectivos fueron procesados de acuerdo a las normas actualizadas solicitando los materiales y equipos adecuados en nuestra facultad, pesando adecuadamente, preparando los medios de cultivo y controlando el tiempo de incubación, minimizando los riesgos de contaminación.

3.2 Diseño muestral

La población como muestra de investigación fue la cantidad de muestras de agua recolectadas, dos (02) muestras de 100 ml para los parámetros bacteriológicos en captación, en los dos (02) pozos de la comunidad de Nina Rumi y para los parámetros fisicoquímicos, dos (02) muestra en captación de 100 ml cada mes por espacio de dos meses, junio y julio.

El muestreo se realizó de acuerdo al “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, D.S. N° 160-2015/DIGESA/SA. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se realizó de acuerdo al “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, D.S. N° 031-2010/DIGESA/SA.

Criterios de Selección

Los envases de vidrio debidamente rotulados y estériles garantizaron la autenticidad de las muestras, siendo finalmente transportados en un envase de tecnopor con hielo a temperatura de 2 a 8°C.

Criterio de inclusión

Fueron consideradas las muestras recogidas en envases esterilizados, debidamente identificadas, desde el punto donde extraen agua los lugareños para preparar sus alimentos o bañarse.

Criterio de exclusión

No fueron consideradas las muestras que al no encontrarse esterilizadas ni debidamente etiquetadas no ofrecieron seguridad al momento de realizar el análisis correspondiente.

3.3 Procedimientos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas, instrumentos, identificación del área de estudio

- Reconocimiento del área de estudio.
- Descripción de los procesos.
- Identificación de los puntos de captación.

Monitoreo de agua para consumo humano

Toma de muestra a través de envases estériles para ser procesadas en el CIRNA.

Ensayo organoléptico

Se procedió a la medición de los parámetros fisicoquímicos.

pH: Este examen se mide con pH-metro digital, vertiendo 50 ml de la muestra en un vaso precipitado, introduciendo el electrodo del potenciómetro y registrando los datos en la pantalla y memoria del equipo.

Aspecto: A través del frasco estéril se apreció una solución transparente, translúcido, turbia o presenta sedimentos o partículas en suspensión.

Olor: Inodoro.

Sabor: Neutro, insípido.

Los tubos de ensayo, los frascos estériles a utilizar, estuvieron limpios y estériles garantizando la seguridad de los resultados. Se utilizó un cuaderno de apuntes para registrar las observaciones.

3.3.2 Captación

Las captaciones de las muestras para los análisis respectivos fueron estableciendo las coordenadas de un total de dos (02) pozos de la comunidad de Nina Rumi, lugares de abastecimiento de agua, efectuando de este modo un estudio del nivel de riesgo o contaminación.

Con el objetivo de captar una muestra representativa a nivel de los grifos de abastecimiento, se procedió a la desinfección del grifo tanto interna como externamente con alcohol 70 % y algodón.

Se abrió el grifo y se dejó correr el agua por espacio de 2-3 minutos antes de tomar la muestra, luego el frasco estéril recubierto con una bolsa de plástico que garantizo su hermeticidad, se procedió recién abrir la tapa y proceder a la captación del líquido, como se detalla a continuación:

-En un frasco estéril de plástico previamente rotulado se procedió a captar 100ml volumen de agua, para proceder al análisis fisicoquímico, se dejó un amplio espacio de aire en el frasco para permitir la expansión y homogenización de la muestra.

-En otro frasco estéril de plástico, codificado se procedió a captar 100ml volumen de agua para análisis bacteriológico, se dejó un amplio espacio de aire en el frasco para permitir la expansión y homogenización de la muestra.

3.3.3 Traslado de las muestras

El análisis fue realizado después de recolectada la muestra, para optimizar los resultados. El tiempo transcurrido máximo entre el muestreo y análisis fue de 1 hora.

Se mantuvo la muestra a temperatura inferior a 4°C respetando la cadena de frío, fueron trasladadas al laboratorio del CIRNA-UNAP donde previamente se coordinó la autorización y estudio, procediendo a la siembra correspondiente.

3.3.4 Preparación de las diluciones

Se tomó 10 ml de la muestra, se vertió en un frasco con 90 ml de agua de dilución obteniendo la primera dilución (10^{-1}), se retiró 1 ml del frasco con una pipeta estéril y se transfirió a un frasco de 90 ml de agua de dilución obteniendo la segunda dilución (10^{-2}), se homogenizó la dilución agitando el frasco unas 30 veces (33).

3.3.5 Determinación del número más probable (NMP) de *coliformes totales*

Determinación de *coliformes totales*, termotolerantes e identificación de *Escherichia coli*. Las pruebas se realizaron por la técnica de tubos múltiples de fermentación, observar anexo, figura 9.

Fase presuntiva: Esta prueba se denomina así, a causa de que las reacciones observadas pueden ser provocadas por otros organismos que no son coliformes, por ello la reacción debe ser confirmada.

Se inoculo 10ml de la muestra a cinco tubos con 10 ml de Caldo Lauril Sulfato a doble concentración con su respectiva campana de Durham invertida. Además se inoculo 1 ml de la dilución (10^{-1} , 10^{-2}) de agua de dilución en cinco tubos con 10 ml de Caldo Lauril Sulfato a simple concentración con su respectiva campana de Durham invertida, se preparó tres series consecutivas de cinco tubos de Caldo Lauril Sulfato por cada muestra analizada, se incubo a 37°C por 24-48 horas, después de transcurridas las 48 horas de incubación se verifico la producción de acidez, gas en las campanas Durham; es resultado de la fermentación de lactosa y que en el medio de cultivo se presencia

turbidez, para asegurarse que los tubos seleccionados pasen a la prueba confirmativa, el resto de tubos son desechados (34).

Fase confirmatoria: Para esta fase se utilizó un medio selectivo Caldo lactosado bilis verde brillante (BRILA), este medio solo permite el desarrollo de *Coliformes Totales* que al crecer sobre este medio se confirma los resultados. Sin embargo, al tener resultados negativos para formación de oxígeno, podemos afirmar que no existe presencia de la bacteria *Escherichia coli*.

3.4 Procesamiento y análisis de los datos

El personal provisto de su elemento de protección personal (EPP) que incluye mandiles, mascarillas, guantes descartables, procedió a captar las muestras de agua en frascos de vidrio estériles, teniendo la precaución de rotularlas codificando el punto de captación, la hora y los datos del procesador.

3.5 Aspectos éticos

No se aplica para esta investigación, considerando que no se hicieron ensayos con seres humanos ni animales.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Pruebas organolépticas

Los parámetros encontrados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Ensayo Organoléptico.

| PARAMETROS | POZO 1 | POZO 2 |
|----------------------------|----------|----------|
| Coliformes totales | Negativo | Negativo |
| <i>E.coli</i> | Negativo | Negativo |
| Coliformes termotolerantes | Negativo | Negativo |
| Parásitos | Negativo | Negativo |
| Turbidez | Negativo | Negativo |
| Sedimento | Negativo | Negativo |
| EL pH | 6,5 | 6,7 |

Fuente: Tabla de resultados de ensayo organoléptico
realizado: por los propios autores.

En los resultados de la fermentación de los tubos múltiples se pudo apreciar que no hubo evidencia del crecimiento de bacterias, no hubo formación de gas que resulta del consumo de nutrientes por las bacterias en las diferentes concentraciones y volúmenes empleados. Por tanto, nuestro estudio reporta un recurso hídrico apto para el consumo humano, el análisis organoléptico reportó resultados negativos. Considerando que, al no existir desarrollo bacteriano, entonces no se procedió a la siguiente fase que consistía en la identificación de coliformes termotolerantes y coliformes totales, por cuanto no existió producción de gas en los cultivos de caldo formados por microorganismos. A través del examen físico, previo desarrollado con el análisis organoléptico, no se evidenció olor particular, tampoco pudo apreciarse sedimento ni turbidez en la base ni la superficie, las tiras reactivas de pH registraron un valor entre 6,0 a 8,0 lo que demuestra estar libre de contaminación, no instante los periodos de lluvia que de forma constante se registran en esta zona y que al ser absorbidos por el subsuelo podrían difundirse a estos pozos subterráneos.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se efectuó el estudio de la calidad de agua de la comunidad Nina Rumi, con otras investigaciones en relación a comunidades y permitió la comparación de los resultados obtenidos en nuestra investigación (27)

En tal sentido encontrándose estudios que permitieron identificar *coliformes*, *Escherichia coli*, mesófilos aerobios (7), así también la investigación que finalmente concluye la presencia de *E. coli*, con trazas de cadmio, arsénico (8), estudios desarrollados en otras provincias, reportaron resultados de agua potable con formación de colonias y trazas de metales, haciéndolas no apto para consumo.

Los resultados de nuestra investigación, permitió encontrar un recurso hídrico adecuado para el consumo humano, los parámetros fisicoquímicos realizados en la muestra previa al cultivo, nos permite concluir que no existe mayor riesgo de contaminación.

Al desarrollar un estudio comparativo (9) de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano señor de los milagros, distrito de Yarinacocha región Ucayali, determinó finalmente que los pozos Nro. 1 y Nro. 2 reportaron porcentajes de *coliformes totales* y termo tolerantes, careciendo además de cloro residual libre, concluyendo finalmente que no es apto para consumo.

Asimismo, el trabajo doctoral sobre calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay (10) concluye que el agua no es apto para consumo humano, al encontrar *coliformes totales* y termo tolerantes cuyos niveles exceden en valores por encima del LMP, lo mismo no ocurre en los parámetros fisicoquímicos cuyo valor se encuentran en valores normales.

Un aporte sobre calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos y crecimiento de *Lemna minor* en la estancia de Lurín (11) donde la investigación determinó que los niveles de *coliformes totales* superan los LMP establecidos por la DIGESA, concluyendo finalmente que el agua no es apta para consumo, sugiriendo despertar la conciencia e interés de las autoridades.

Nuestros resultados graficados en la tabla 2, muestran los índices de un recurso hídrico óptimo no solo por sus características y propiedades sino en los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor. El procedimiento, los análisis respectivos y la técnica utilizada nos garantizan finalmente que después de haberse procedido a la captación, transporte, siembra y lectura en las condiciones que exigen las normativas, no hubo formación de gas en los nueve (09) tubos de caldo lauril sulfato (29), preparados a concentración doble y simple, lo que evidencia que estamos ante un recurso hídrico de buena calidad.

Este resultado nos sorprende y al mismo tiempo nos satisface si consideramos que en la periferia no tenemos trabajos de investigación al respecto, asimismo considerando las situaciones precarias, la ausencia de alcantarillado y la carencia de capacitación del agua, tenemos un recurso hídrico óptimo a nivel de los dos puntos de captación.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Se concluye que las aguas de los pozos de la comunidad de Nina Rumi, es apto para el consumo humano.

Los pozos sépticos de esta comunidad no están próximos a estos pozos en tal sentido el riesgo de contaminación no se produce.

Es probable además que la profundidad de los pozos subterráneos sea considerable, si estimamos que a mayor profundidad menos riesgo de contaminación.

En las inmediaciones de esta comunidad se aprecia que no existe acumulación de basura, granjas o pozos sépticos próximos a los lugares de captación de agua subterránea.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Se requiere un control permanente por parte de las autoridades, no obstante haberse determinado que el agua no se encuentra contaminada, debemos considerar que más adelante puede existir riesgo, cuando exista mayor explosión demográfica o cuando exista riesgo en la cadena de suministro y abastecimiento de donde toman agua los pobladores.

Para un estudio posterior, debe realizarse muestreo periódicos anuales que nos permitan garantizar que el recurso hídrico mantiene su calidad inalterable.

Incentivara los estudiantes a realizar investigaciones periódicas en otras comunidades próximas a nuestra facultad, al considerar que existen muchas familias que cubren sus necesidades vitales con este mecanismo de pozos subterráneos.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. López J, Fornés J, Ramos G, et al. Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo. In Instituto Geológico y Minero de España. [Internet]. 2009. [Citado 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/273542>.
2. Santa K. Índice de calidad de agua de tres pozos artesianos que abastecen a la comunidad nativa Pueblo Nuevo. [Tesis pre grado]. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2013.
3. Calsín K. Calidad física química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno. [Tesis para optar el título de licenciado en biología]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno; 2016.
4. Pinedo G. Características del agua potable de la red de distribución de la ciudad de Iquitos y percepción de calidad de los usuarios, Loreto 2019. [Tesis pre grado]. Perú: Universidad Científica Perú; 2019.
5. Cirelli A. El agua: un recurso esencial. Química viva. 2012 Dic; 11(3): 147-170.
6. Agudelo R. El agua, recurso estratégico del siglo XXI: strategic resource in the 21st century. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2005 Ene; 23(1): 91-102.
7. Pérez MD. Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el valle de Vitor, Arequipa durante el periodo agosto - octubre 2019. Tesis doctoral. Universidad Nacional San Agustín, Perú 2021. [89-92] p.
8. Torres F, Coronación P. Calidad de agua para consumo humano en los Centros poblados de Pueblo libre y Pampa chacra. [Tesis para optar el título de pre grado] Universidad Nacional de Huancavelica; 2021. [95-101] p.
9. Gonzáles F. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha región Ucayali. [Tesis pre grado]. Perú: Universidad Nacional de Ucayali; 2018. [65-71]p.

10. Aguilar O, Navarro B. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay. [Tesis de pre grado]. Perú: Universidad Tecnológica de los Andes; 2017. [102-105] p.
11. Espitia I. Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. [Tesis maestría]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima; 2019.
12. Brenes R, Rojas L. El agua: sus propiedades y su importancia biológica. Acta Académica. [Internet]. 2020; 37 (11): 167-196 [Citado 1 de julio de 2023]. Disponible en: <http://revista.uaca.ac.cr/index.php/actas/article/view/407>.
13. Fernández A. El agua: un recurso esencial. Química Viva. 2012 Dic; 11(3): 147-170.
14. Carrasco F. Impacto del consumo de agua potable sobre la salud de los hogares del Perú. Communications: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo. 2016 Ene; 4(2): 38-52.
15. Obando J, Mora E, Liévano L, et al. La calidad del agua y su impacto social. Espacios. 2019; 40(43): 13.
16. Alcides S. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco. [Tesis pre grado]. Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; 2018.
17. Villena J. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Rev. Peruana de Medicina y Salud Pub. 2018 Jun; 35(2): 304-308.
18. Lluís J. La problemática del tratamiento del agua potable. Medicina Naturista. 2008; 2(2): 69-75.
19. Robert M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas [Internet]. 2014; 45(1): 25-36. [Citado

el 6 de junio de 2023]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181230079005>.

20. Bolaños J, Cordero G, Segura G. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela Costa Rica. 2017 Oct; 30(4): 15-27.
21. Sigler A, Bauder J. Alcalinidad, pH, y sólidos disueltos totales. Well Educated Educación en el Agua de Pozo. [Internet]. 2017. [Citado 2 de junio de 2023]. Disponible en:
http://region8water.colostate.edu/pdfs/we_espanol/alkalinity_ph_tds%202012-11-15-sp.pdf.
22. Marcó L, Azario R, Metzler C, et al. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. Hig. Sanid. Ambient. 2004; 4: 72-82.
23. Flowen.com.pe, Turbidez en el agua [Internet]. 2020 [Citado 15 de Agosto de 2023]. Disponible en: <https://flowen.com.pe/turbidez-en-el-agua/>.
24. Moposita Ch. 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 pre grado]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato Ecuador; 2015.
25. López V. Influencia de la calidad de agua de consumo humano en la presencia de Parasitosis intestinal en niños de 5 a 9 años de la parroquia Cunchibamba durante el período marzo, agosto 2012. [Tesis pre grado]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato Facultad Ciencias de la Salud Facultad de Medicina; 2013.
26. Robert M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas. [Internet]. 2014; 45(1): 25-36. [Citado 10 de junio de 2023]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181230079005>.
27. Cajahuanca R. Los recursos turísticos de los poblados de Zungarococha, Nina

Rumi y Llanchara: nuevas rutas turísticas. [Tesis pre grado]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018. [85-91] p.

28. Apella, M, Araujo, et al. Microbiología de agua: Conceptos básicos. Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua; Universidad nacional de san Martín. 2005 [Citado el 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11336/132795>.
29. Digesa. Dirección general de salud ambiental. En Decreto Supremo N° 031-2010 (pág. 10). Perú. 2010 [Citado el 15 de octubre de 2023 Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>.
30. Orellana J. Características del Agua Potable. Lima. 2005 [Citado el 14 octubre de 2023]. Disponible en http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2776/1/T026_70878216_T.pdf.
31. Madigan M. Biología de los Microorganismos. Madrid España; 2012 [Citado el 10 noviembre de 2023]. Disponible en: <https://sabio.eia.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1496> .
32. Barriga J, Figueroa F, Chávez J, Flores M, Flores S, Mamani E, et al. Calidad de aguas superficiales y subterráneas en la zona de influencia de una cantera de yeso en el Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2022 Abri; 88(2): 101-116.
33. Cabrera J, Hernández M. Validación de la prueba de coliformes totales y fecales por la técnica de tubos múltiples utilizando un medio fluorogénico. [Tesis Doctoral]. El salvador: Universidad de El Salvador; 2008.
34. Robert M, Mayarí R, Espinosa M. Estimación de la Incertidumbre en los Ensayos Microbiológicos de Coliformes Totales y Fecales en Aguas Y Aguas Residuales Mediante la Técnica de Tubos Múltiples de Fermentación. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. [Internet]. 2005; 36(1): 1-8. [Citado 6 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220525009>

ANEXOS

FIGURA 1. Pesaje y dilución de caldo lauril sulfato.



FIGURA 2. Balanza analítica



FIGURA 3. Incubación 37°C por 48 horas



FIGURA 4. Medio nutritivo caldo lauril sulfato.

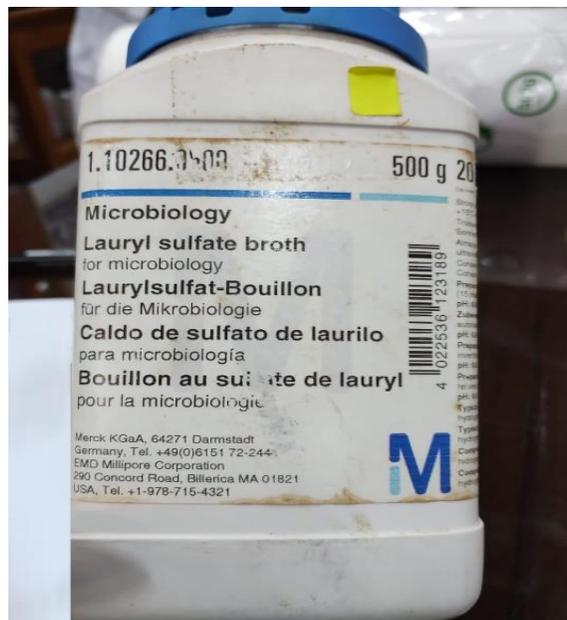


FIGURA 5. Muestras, POZO 1 y POZO 2



FIGURA 6. Caldo lauril sulfato simple y doble concentracion no evidencia

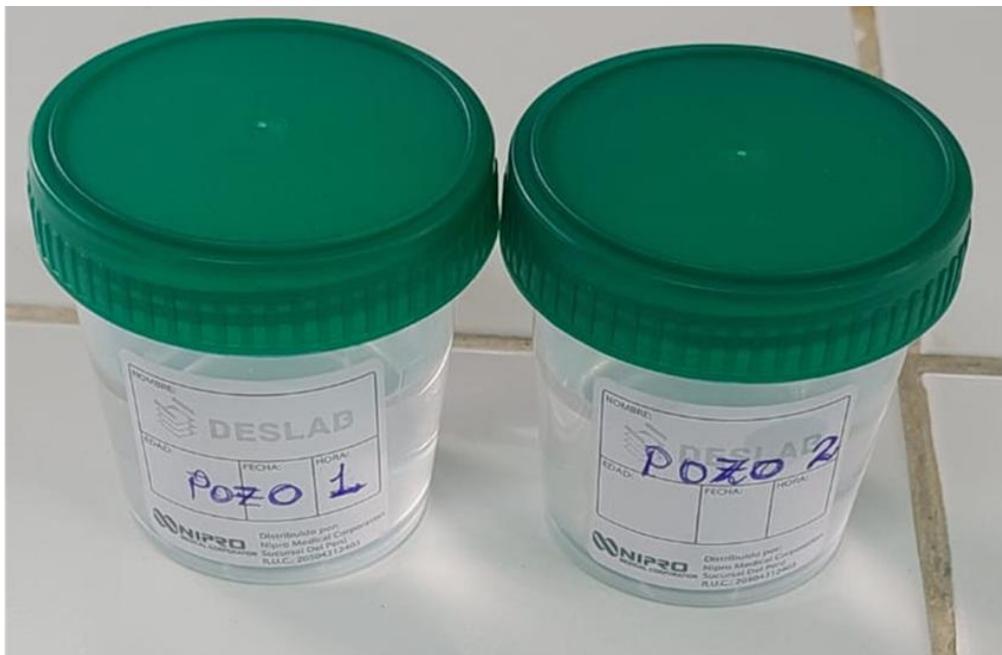


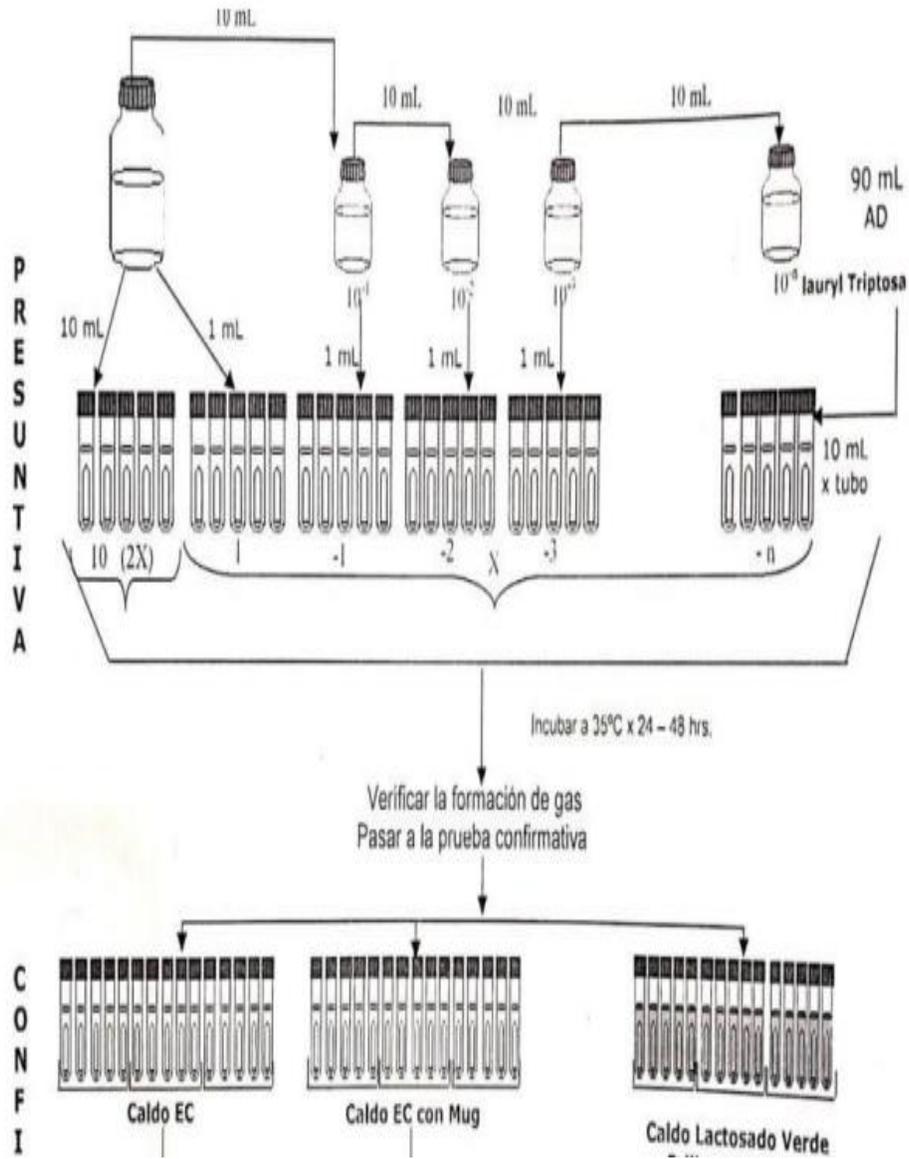
FIGURA 7. Crecimiento bacteriano.



FIGURA 8. Crecimiento bacteriano, no existe formacion de gas.



FIGURA 9. Diagrama de flujo del procedimiento de ensayo de coliformes totales, fecales y *E.coli*,



APHA 2020

FIGURA 10.

POZO 1



FIGURA 11.

POZO 2

