



FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“IMPLEMENTACIÓN DE FILTROS DE ALBURA DE
EUCALIPTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL
AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE HUALGAYOC,
CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Aaron Leonardo Becerra Gil

Asesor:

Mg. Ing. Kely Elizabeth Núñez Vásquez

<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMAN	71106769
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	HECTOR ARTURO CUADROS ROJAS	43275350
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	CARLOS CALUA CARRASCO	71573678
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD



ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

4%

★ livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a Dios que siempre será mi principal fuente de fortaleza, brindándome salud y fuerza para lograr mis metas.

A mis padres Eduardo e Hilda, que siguieron durante todo este camino junto conmigo en cada etapa, por confiar en mí con amor y con paciencia, por apoyarme cuando más lo necesité, por ser los pilares de mi vida, por su sacrificio y por todo lo que me dieron, por ser lo que más quiero y admiro, y por haberme enseñado que con valores y esfuerzo soy capaz de cumplir mis metas.

A mi hermano, por su apoyo incondicional y sus enseñanzas y por haberme acompañado en cada etapa de mi vida, por sus consejos y palabras de aliento que me dieron fortaleza para superar cada obstáculo.

A mis amigos, con quienes nos apoyamos mutuamente a lo largo de toda nuestra formación profesional, aquellos con las que compartimos experiencias inolvidables.

Aarón Leonardo Becerra Gil

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y a mi familia, por su innegable apoyo durante todo momento de mi formación profesional, y a mis amigos de toda la vida que estuvieron siempre cerca para conseguir este logro.

A la Universidad Privada del Norte, en especial a la carrera profesional de Ingeniería Civil por permitirme formar parte de ese satisfactorio camino a ser profesional. Asimismo, por su calidad educativa logrando formar grandes profesionales.

A mis maestros, por su paciencia y motivación en todo momento, quienes me ayudaron en cada etapa de mi formación profesional, con sus sabias enseñanzas.

Aarón Leonardo Becerra Gil

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Objetivos	21
1.4. Hipótesis	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
2.1. Tipo de Investigación	23
2.2. Población y Muestra de la Investigación	24
2.2.1. Población	24
2.2.2. Muestra	24

2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección	24
2.3.1.	<i>Instrumento de recolección</i>	25
2.4.	Técnicas e instrumentos de análisis de datos	27
2.5.	Procedimiento de recolección de datos	27
2.5.1.	<i>Pasos para la implementación del Filtro</i>	27
2.6.	Aspectos Éticos	38
CAPÍTULO III: RESULTADOS		39
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		51
REFERENCIAS		58
ANEXOS		61

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos.....	20
<i>Tabla 2</i> Ubicación del filtro en la línea de distribución.....	29
<i>Tabla 3</i> Materiales para realizar el filtro de albura de pino	31
<i>Tabla 4</i> Materiales e instrumentos para la recolección de muestras	32
<i>Tabla 5</i> Calidad de agua potable, parámetros microbiológicos (A0)	39
<i>Tabla 6</i> Calidad de agua potable, primera muestra filtrada (A1).....	40
<i>Tabla 7</i> Calidad de agua potable, segunda muestra filtrada (A2)	41
<i>Tabla 8</i> Calidad de agua potable, tercera muestra filtrada (A3)	42
<i>Tabla 9</i> Calidad de agua potable, cuarta muestra filtrada (A4)	43
<i>Tabla 10</i> Calidad de agua potable, primera muestra filtrada (A5).....	44
<i>Tabla 11</i> Resultados Microbiológicos Coliformes Totales (NMP).....	45
<i>Tabla 12</i> Resultados Microbiológicos Escherichia Coli (NMP)	46
<i>Tabla 13</i> Resultados Microbiológicos Coliformes Termotolerantes (NMP)	46
<i>Tabla 14</i> Resultados Microbiológicos Bacterias Heterótrofas (UFC).....	47

Índice de figuras

<i>Figura 1</i> Ubicación de la captación en el distrito de Hualgayoc	27
<i>Figura 2</i> Ubicación del reservorio en el distrito de Hualgayoc	28
<i>Figura 3</i> Ubicación de los 5 filtros en el distrito de Hualgayoc	28
<i>Figura 4</i> Esquema para la toma de muestras	30
<i>Figura 5</i> Instalación del sistema de filtro	34
<i>Figura 6</i> Montaje de la xilema de eucalipto	35
<i>Figura 7</i> Resultados Promedio Prueba Bacterias Coliformes Totales (NMP)	47
<i>Figura 8</i> Resultados Promedio Prueba Escherichia Coli (NMP)	48
<i>Figura 9</i> Resultados Promedio Prueba Bacterias Coliformes Termotolerantes (NMP)	48
<i>Figura 10</i> Resultados Promedio Prueba Bacterias Heterótrofas (UFC)	49

RESUMEN

Se realizó la investigación experimental, con la justificación de prevenir a la población de enfermedades gastrointestinales, con el objetivo de implementar filtros de albura de eucalipto para mejorar la calidad del agua del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022. El diseño de la presente investigación es experimental porque pretende manipular la variable independiente la cual tendrá un efecto en la variable dependiente. Por ello se diseñó y elaboró un filtro de xilema de eucalipto de 1" de diámetro, estos conectados a la conexión domiciliar de 5 viviendas distintas sujeta por una abrazadera conectada a un tanque. Se tomaron 7 muestras las cuales fueron 5 con la utilización del filtro y 2 sin el uso del mismo, las muestras fueron analizadas en el laboratorio regional de agua de Cajamarca. Los resultados obtenidos indican que el agua bebida en el distrito de Hualgayoc cumple con los parámetros de calidad recomendados. Bacterias Coliformes Totales <1.8 NMP/100mL, Escherichia Coli <1.1 NMP/100mL, Bacterias Coliformes Termotolerantes <1.1 NMP/100mL y Bacterias Heterótrofas 210 UFC/mL. Referente al efecto del filtro de albura de eucalipto sobre las propiedades microbiológicas se obtuvo un promedio de 1.6 NMP/100mL Bacterias Coliformes Totales, 1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, 1.1 NMP/100mL Bacterias Coliformes Termotolerantes y 159.8 UFC/mL Bacterias Heterótrofas. En conclusión, el agua potable bebida en el distrito de Hualgayoc cumple con los parámetros necesarios, sin embargo, con el diseño e implementa el filtro de albura de eucalipto genera una mejora en las propiedades microbiológicas del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022.

PALABRAS CLAVES: Albura de eucalipto, filtro, sistema de agua potable.

ABSTRACT

Experimental research was conducted with the justification of preventing gastrointestinal diseases in the population, with the objective of implementing eucalyptus sapwood filters to improve water quality in the district of Hualgayoc, Cajamarca 2022. The design of the present research is experimental because it intends to manipulate the independent variable which will have an effect on the dependent variable. Therefore, a 1" diameter eucalyptus xylem filter was designed and elaborated, these were connected to the household connection of 5 different houses held by a clamp connected to a tank. Seven samples were taken, five with the use of the filter and two without, and the samples were analyzed at the regional water laboratory in Cajamarca. The results obtained indicate that the drinking water in the Hualgayoc district meets the recommended quality parameters. Total Coliform Bacteria <1.8 NMP/100mL, Escherichia Coli <1.1 NMP/100mL, Thermotolerant Coliform Bacteria <1.1 NMP/100mL and Heterotrophic Bacteria 210 UFC/mL. Regarding the effect of the eucalyptus sapwood filter on microbiological properties, an average of 1.6 NMP/100mL Total Coliform Bacteria, 1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, 1.1 NMP/100mL Thermotolerant Coliform Bacteria and 159.8 CFU/mL Heterotrophic Bacteria was obtained. In conclusion, the drinking water drunk in the district of Hualgayoc meets the necessary parameters, however with the design and implementation of the eucalyptus sapwood filter generates an improvement in the microbiological properties of the drinking water supply system of the district of Hualgayoc, Cajamarca 2022.

Keywords: Pine sapwood, filter, drinking water system.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Un estado y su población se relacionan de diversas maneras, una de estas es en los servicios públicos, el modelo más importante en el que interviene el gobierno es el agua potable (Paredes, 2014).

El agua es vital para cualquier actividad, por lo cual es importante su disponibilidad para el consumo humano, se debería garantizar su acceso para el uso de toda la población (Fernández & Márquez, 2017). La situación actual del agua está en crisis. La comisión Mundial del Agua pronostica que en los próximos 30 años la demanda del agua aumentará en un cincuenta por ciento y que cuatro mil millones de personas, posiblemente la mitad de la población del planeta, viva en condiciones desastrosas por el agua (Adams., 2011).

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, Irlanda; del 26 al 31 de enero de 1992, entre los que figuraban grandes gobernantes de los diferentes países, representantes de importantes organizaciones mundiales; se llegó a la conclusión de que los recursos hídricos mundiales se estaban volviendo críticos, asimismo concluyeron que esto necesita una acción inmediata y eficaz buscando alternativas de subsanación para la alta demanda de los servicios de saneamiento (Abanto, 2014). Las metas que se desea llegar establecidos por los líderes mundiales en la Cumbre del Milenio de la ONU celebrada en el año 2000, pretenden reducir a la mitad de personas que no tienen acceso a un agua potabilizada y tampoco a servicio de saneamiento antes del año 2025 (Villena & Gallo, 2018).

Puesto que, América Latina y el Caribe es clasificada como un área del planeta con abundancia de recursos hídricos, aproximadamente 77 millones de personas (15%) no presentan acceso a un digno servicio de agua potable, de los cuales podemos clasificar en 26 millones (7%) se encuentran en zonas urbanas y 51 millones (39%) en áreas rurales (OPS, 2001). A esto podemos sumar que casi el 54 millón de personas (11%) se abastecen a través de sistemas llamados de fácil acceso, lo cual representa un peligro inminente para su salud. En este sentido cobra interés el uso de un filtro capaz de purificar el agua contaminada de nuestra región y del mundo. Mediante el filtro eliminar los metales pesados, exceso de sales, microorganismos o bacterias, etc.

A nivel nacional tenemos una situación de escasez de agua. De las 6'400,131 viviendas particulares con ocupantes presentes, solo el 67.5% tienen acceso a agua potable y el 32.5% restante se abastece de agua proveniente de ríos, acequias, manantiales, pozos, camiones cisterna, es decir más de un tercio de las familias peruanas no presenta un abastecimiento de agua potable apta para consumo humano.

Si empezamos a revisar datos sobre el área rural y urbana en la sierra peruana podemos decir que la principal fuente de abastecimiento de agua es proveniente de ríos, acequias, manantiales o similares (50,6%), pozos (18,8%) y un (5,3%) es abastecido por camiones, cisternas, en base a los datos concluimos que el 74.6% de las familias de esta área no disponen de agua potable para el consumo humano y solo el 25.4% se abastece de agua potable (INEI, 2017).

En el distrito de Hualgayoc, hoy en día no existe una infraestructura de captación apta para cubrir el requisito de abastecimiento de agua potable en la población, en temporada de lluvia

este problema empeora cuando la presencia de materiales orgánicos arrastrados por ésta, se encuentra en el pico, volviéndola turbia. Todas estas condiciones perjudican a la población causando enfermedades graves.

El distrito de Hualgayoc se encuentra ubicado en la zona sur del departamento de Cajamarca, al norte de la capital con el mismo nombre. A una altura de 3502 m.s.n.m., en donde se ha evidenciado que existe una necesidad de agua potable en el ámbito urbano y rural, por ello ha causado el interés de realizar una evaluación y un filtro de albura de eucalipto a el agua.

De modo que, el presente estudio se enfoca en el distrito de Hualgayoc, con el fin de encontrar una manera que un filtro de albura de eucalipto mejore significativamente las condiciones de la calidad de agua de acuerdo al decreto supremo - DS N° 031-2010-SA (MINSA, 2010). A su vez propone una alternativa para mejorar la calidad del agua para el consumo humano. Por lo que el objetivo de la presente investigación es el de diseñar un filtro con albura de eucalipto para mejorar las propiedades microbiológicas del agua, al generar una base de datos de las características microbiológicas más comunes del agua en Hualgayoc y proponer un sistema de filtración utilizando la albura de eucalipto con procedimiento adecuados para determinar su calidad.

Adicionalmente se debe mencionar que existen investigaciones similares a esta, entre ellas se ha tomado las siguientes como antecedentes:

(Puitiza, 2021), realizó una investigación titulada: Análisis del agua potable usando filtro de albura de pino para mejorar sus propiedades microbiológicas en el abastecimiento de agua potable en el centro poblado Huranhuacta, distrito Llacanora, provincia Cajamarca. Tuvo como objetivo diseñar un filtro de albura de pino para mejorar las propiedades microbiológicas de

agua. Para lograr este objetivo se visitó el C.P. Huranhuacta en el distrito de Llacanora, con el fin de instalar el filtro ya diseñado. De esta manera lograr obtener las muestras y de inmediato ser llevadas al laboratorio con el fin de analizar las propiedades microbiológicas del agua. Finalmente se concluyó que la albura de pino cumplió con purificar el agua, obteniendo una diferencia significativa entre la muestra sin filtro y la muestra con filtro, brindando los siguientes datos: en promedio 180.5 UFC/ml bacterias heterótrofas, en promedio 6.55 NMP/100mL Bacterias Coliformes Totales, en promedio 1.1 NMP/100mL para Escherichia Coli y en promedio 1,1 NMP/100mL puntos en Bacterias Coliformes Termotolerantes.

(Fuentes, 2018), realizó un estudio titulado: Incorporación de filtros de Zeolita en la calidad del agua en las captaciones del sistema de agua en las captaciones del sistema de agua potable en el barrio de Serafinpamapa, en el distrito y provincia de Celendín. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la calidad del agua que se distribuye en el barrio de Serafinpampa. Es por ello que se planteó diseñar un filtro de Zeolita para mejorar la calidad del agua potable. La población de la presente investigación son los dos manantiales ubicados en la localidad. En el caso de la muestra se tomaron 14 especímenes para analizar. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron la cadena de custodia brindada por el Laboratorio Regional del Agua. Los resultados obtenidos son los siguientes: Coliformes Totales descenso de 100% a 10.95% en la tercera semana en la captación 1 y 0% en la segunda captación en la última semana obteniendo un agua libre de coliformes totales. Coliformes Termotolerantes aumenta del 100% al 111% en la primera semana en la captación 1, en la última semana se mantiene el mismo valor, pero demostrando un valor por debajo del máximo permisible. Obteniendo un agua purificada en cuanto al control obligatorio (PCO).

(Aguiar Hernandez & Portelas Cuevas, 2009), realizaron una investigación titulada: Diseño y Montaje del Laboratorio de Filtro Lento de Arena para Agua Potable en Giradot, Colombia. Esta investigación tuvo el principal objetivo de diseñar y estructurar un laboratorio de filtro lento de arena para agua potable con el propósito de separar macroorganismos que no fueron retenidos en el proceso previo de tratamiento, se tomaron 3 muestras diferentes de agua (agua con color sin finos, agua de río, agua con arcilla y arena), los instrumentos utilizados fueron una lista de chequeo y observación directa que fue validada por 5 expertos del área. Los resultados obtenidos se presentan de la siguiente manera: se encontró en promedio que las coliformes Termotolerantes son removidas en un 92.4% y las coliformes totales en un 99.98% con contajes de menos de 5 coliformes Termotolerantes/100mL.

Bases Teóricas

En el siguiente estudio se analizará el agua potable usando un filtro de albura de eucalipto para mejorar sus propiedades microbiológicas en el abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc, por ello se tienen las siguientes definiciones de términos básicos.

Agua de Consumo Humano

Agua para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (MINSA, 2010).

Calidad del Agua

Para que el agua sea de calidad según nos dicta el reglamento del (MINSA, 2010), tiene que cumplir tres condiciones, características físicas, características químicas y características microbiológicas y parasitológicas para que sea de consumo humano.

Según (Má Villatoro, 2006) el agua potable tiene que cumplir principalmente con la característica de pureza que al momento de ser ingerido por las personas no afecta la salud. Además, no deberá exceder los límites microbiológicos permisibles fijados por los reglamentos de agua para consumo humano. Por ello se deben realizar ensayos en el laboratorio para determinar estos parámetros ya que a simple vista no son comprobables y determinar si el agua es de calidad.

El límite máximo permisible es uno de los términos más significativos al momento de realizar un análisis de calidad de agua, este determinará si el agua es apropiada para el consumo humano. Son diversas las causas que afectan la calidad de agua, es por ello que la preocupación general en diversos países desarrollados y subdesarrollados es la contaminación infecciosa por virus, bacterias y parásitos, por esto se busca una solución sostenible y diferentes maneras de tratarla (Má Villatoro, 2006).

Agua Potable

Esto significa que el agua debe estar libre de microorganismos patógenos, minerales y sustancias orgánicas que pueden producir enfermedades adversas. Estéticamente debe estar exenta de turbidez, color y olor desagradable. Con la denominación de agua potable de uso doméstico se entiende que es apta para la alimentación y uso doméstico, no deberá contener sustancias extrañas de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo que hagan peligrosa para la salud (Puitiza, 2021).

El agua es el líquido vital para el humano e indispensable para la vida, pero si esta no es tratada adecuadamente puede ser un transporte activo de microorganismos infecciosos, según la

Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades producidas generalmente son gastrointestinales, desordenes hepáticos y esto es un peligro para la población (Puitiza, 2021).

Filtro de albura

Según (OVACEN, 2018), en todo el mundo alrededor de 3 de cada 10 personas carecen de agua, es por ello que los ingenieros del MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts), en base a todo su conocimiento han logrado encontrar un filtro casero a base de madera. En base al proyecto Xylem Water Filter, inspirados en la naturaleza, éste utiliza conductos de la xilema (tejido vegetal) y los poros microscópicos que encontramos de forma natural en la madera y ramas de árboles.

La revista (Iagua, 2014), nos informa que según las investigaciones realizadas los poros de la xilema son muchos más pequeños que muchos contaminantes en el agua, como el polvo, el Escherichia Coli, y otros virus. Estos filtros eliminan hasta un 99% de contaminantes, con la productividad de 1 litro de agua purificada por hora.

Microrganismos microbiológicos

La contaminación microbiológica es responsable del 90% de las intoxicaciones y enfermedades transmitidas por el agua. Los principales microorganismos que se transmiten a través del agua son, la Escherichia Coli, Salmonella, Shigella, Vibrio Cholerae, Yersinia enterocolitica, campylabacter (CENIC, 2014).

Todas las bacterias presentan contaminación por ejemplo la Coliformes nos indica que existe contaminación fecal, caracterizada por fermentar la lactosa a 35°C, éstas se encuentran principalmente en el tracto intestinal de mamíferos y aves (CENIC, 2014).

(Tobón & Bules, 2017), nos indican que, al existir diversos grupos de patógenos que son transmitidos por el agua, no existe un microorganismo único que se constituya en indicador ideal del agua. Estos grupos relacionados con enfermedades hídricas pueden ser de origen bacteriano, viral, parasitario con los criterios mencionados los indicadores microbiológicos de contaminación del agua generalmente han sido bacterias de la flora saprófita intestinal, entre las cuales tenemos *Bacteroides fragilis*, bacterias mesófilas, coliformes totales y fecales, *Escherichia Coli* y estreptococos fecales.

Bacterias Coliformes Totales. Pertenecen a la familia de Enterobacterias, son bacilos Gram negativos, fermentadores de lactosa a 35° C con producción de gas y ácido láctico. Están presentes en el 10% de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales. También se encuentran en grandes cantidades en el ambiente, por ejemplo, fuentes de agua, vegetación y suelos (Puitiza, 2021).

Coliformes Termotolerantes. Se encuentran clasificadas como un subgrupo de las bacterias coliformes, presentes en el intestino de animales de sangre caliente y humanos. Podemos identificarlas esencialmente en las heces, tienen la capacidad de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a $(44 \pm 2) ^\circ \text{C}$ en 24h de incubación. Incluye a *Escherichia* y en menor grado a las especies de los géneros de *Klensiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Puitiza, 2021).

Escherichia Coli. Ésta es una bacteria estrictamente intestinal, indicando una contaminación fecal, tiene la característica de producir indol a partir de triptófano, oxidasa negativa. Experimentos han demostrado que está presente en las heces de humanos y animales de sangre caliente (Puitiza, 2021).

Microorganismos Heterótrofos. Los microorganismos heterótrofos abundan en el agua, incluidas aguas tratadas y del grifo, poseen una gran capacidad para adaptarse, además toleran condiciones extremas, esto motiva a que permanezcan más tiempo en el agua. Es un indicador de la carga total bacteriana, que favorece el recuento de bacterias viables a 37° C en 48 h de incubación (Puitiza, 2021).

Límite Máximo Permisible. Son los valores máximos permitidos por los parámetros dispuestos sobre la calidad del agua (MINSA, 2010).

Tabla 1

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos

<i>ENSAYO</i>	<i>LÍMITE MÁXIMO PERMISBLE</i>
Bacterias Coliformes Totales	<1.8 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL

Nota: La tabla fue obtenida del reglamento de la calidad de agua de consumo humano.

La siguiente investigación tiene una justificación practica pues prevendrá a la población del distrito de Hualgayoc ante enfermedades gastrointestinales, desordenes hepáticos. De esta manera también una justificación social dado que beneficiará a la población del distrito de Hualgayoc con un filtro ante los microorganismos contaminantes.

1.2. Formulación del problema

¿La implementación de filtros de albura de eucalipto mejorará la calidad del agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022?

Problema Especifico N°1

¿En qué estado se encuentran sus propiedades microbiológicas del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca, 2022?

Problema Especifico N°2

¿De qué manera se puede implementar un filtro de albura de eucalipto para mejorar sus propiedades microbiológicas en el abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca, 2022?

Problema Especifico N°3

¿En qué medida la implementación de un filtro de albura de eucalipto mejorará sus propiedades microbiológicas en el abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca, 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Implementar filtros de albura de eucalipto para mejorar la calidad del agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022.

Objetivo Específico N°1

Determinar la calidad de agua potable mediante el ensayo microbiológico del distrito de Hualgayoc, antes de la implementación de los filtros de albura de eucalipto, con respecto al reglamento de calidad del agua.

Objetivo Específico N°2

Determinar la calidad de agua potable mediante el ensayo microbiológico del distrito de Hualgayoc después de la implementación de los filtros de albura de eucalipto, con respecto al reglamento de calidad del agua.

Objetivo Específico N°3

Comparar microbiológicamente la calidad de agua potable sin filtro, con filtro y el límite máximo permisible respecto al reglamento de calidad del agua del distrito de Hualgayoc.

1.4. Hipótesis

Hipótesis General

La implementación de filtros de albura de eucalipto mejorará la calidad del agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada puesto que busca solucionar un problema específico y lograr encontrar una alternativa de bajo presupuesto para mejorar las propiedades microbiológicas del agua utilizando un filtro de albura de eucalipto. Por otro lado, la naturaleza de los datos es un estudio cuantitativo puesto que permite comparar los hallazgos y buscar una contrastación de la hipótesis (DuocUC, 2022).

Según el nivel de profundidad es explicativa al analizar y comparar los resultados con los parámetros mínimos y máximos para el uso de consumo humano. Además, según manipulación de variables se tuvo en cuenta el tipo de estudio experimental, puesto que en el diseño experimental se manipularon deliberadamente el uso de un filtro a base de albura de eucalipto (variable independiente) para analizar su calidad después del proceso de filtración (Ramón S, 2015).

El método de la investigación es hipotético deductivo, motivado en que se va generar una hipótesis a partir de hechos observados mediante la inducción, por medio de hipótesis que generan teorías que a su vez deberán ser comprobadas y falseadas mediante la experimentación.

El diseño de la presente investigación es experimental, debido a que las variables serán manipuladas. En esta ocasión se manipulará la variable que están interrelacionadas "X: Filtro de Albura de Eucalipto", cuyas reacciones se verán reflejadas en la variable "Y: Calidad del Agua".

X: Variable independiente

Y: Variable dependiente

2.2. Población y Muestra de la Investigación

2.2.1. Población

La población está conformada por el recurso hídrico del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

2.2.2. Muestra

La toma de muestras está comprendida por 7 especímenes, clasificadas en muestra cero (0) y seis (6) la cual representa agua sin filtrado tomada de la captación y reservorio respectivamente, muestras (1), (2), (3), (4) y (5) representan a agua purificada con filtro, éstas se extraerán en un mismo momento en 5 viviendas diferentes, la selección será por conveniencia con un enfoque cuantitativo ya que inicia de una idea que se delimita y luego se deriva los objetivos y también las interrogantes de la investigación.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección

La técnica empleada en la siguiente investigación será la observación directa. Según (Behar Rivero, 2008) la observación consiste en el registro sistemático, valido y confiable del comportamiento o conducta manifiesta. En el sentido que el instrumento de medición no estimula el comportamiento de los sujetos, los métodos no obstructivos simplemente registran algo que fue estimulado por otros factores ajenos al instrumento de medición.

En el trabajo de investigación descrito, se utilizó la cadena de custodia. Dicho instrumento será válido al obtener una certificación de parte del laboratorio regional del agua de Cajamarca.



REQUERIMIENTOS PARA LA CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

ENSAYOS QUÍMICOS							ENSAYOS BIOLÓGICOS						
Parámetro	Tipo de envase	Tipo de muestra	Cantidad mínima	Preservación	Almacenamiento o máximo recomendado	Regular	Parámetro	Tipo de envase	Cantidad mínima	Conservación	Tiempo máximo de conservación		
Acidez	P.V	p	100 ml	Ref	24 h	14 d	Coliformas totales, fecales y <i>E. coli</i>	Vidrio borosilicado o plástico esteril boca ancha, aguas cloradas utilizar envases con tiosulfato de sodio al 3% o 10%	200 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas		
Alcalinidad	P.V	p	200 ml	Ref	24 h	14 d	<i>Bacterias heterotróficas</i>	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas		
DBO	P.V	p.c	1000 ml	Ref	6h	48h	<i>Salmonella</i>	Huevos de helmintos	Plástico	1000 mL	< 6°C	48h en refrigeración/120 días preservados en refrigeración	
DOC	P.V	p.c	100 ml	H ₂ SO ₄ -pH=2/Ref	7d	28d	Organismos de vida libre	Plástico	1000 mL	Formalina bufferada (40 mL/L)-8°C	24 horas sin preservar/ 10 días preservados		
Cloruros	P.V	p.c	50 ml	No requiere	NI	28d	Vibrio	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas		
Cloro residual	P.V	p	500 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h	Formas parasitarias	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 20°C	96h		
Color	P.V	p.c	500 ml	Ref	24h	48h	Giardia duodenalis	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 20°C	96h		
Conductividad	P.V	p.c	500 ml	Ref	28d	28d	Virus	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas		
Cianuros	P(o),V(o)	p.c	250 ml	NaOH-pH>12/Ref	24h	14d	Nitrato	P.V	p.c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
Fluoruros	P.V	p.c	100 ml	No requiere	28d	28d	Nitrito	P.V	p.c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
Dureza	P.V	p.c	100 ml	H ₂ SO ₄ o HNO ₃ -pH<2/Ref	6m	6m	N Org. Kjeldahl	P.V	p.c	500 ml	H ₂ SO ₄ -pH=2/Ref	7d	28d
Metales totales	P.V	p.c	500 ml	HNO ₃ -pH<2/Ref	6m	6m	olor	V	p	500 ml	Análisis inmediato/ Ref	6h	24h
Metales disueltos	P.V	p.c	500 ml	Filtrado-HNO ₃ -pH<2/Ref	6m	6m	Acetatos y grasas	V	p	1000 ml	H ₂ SO ₄ -pH=2/Ref	28d	28d
Mercurio total	P.V	p.c	500 ml	HNO ₃ -pH<2/Ref	NI	28d	Fenoles	P.V	p.c	500 ml	H ₂ SO ₄ -pH=2/Ref	inmediato	28d
Mercurio disuelto	P.V	p.c	500 ml	Filtrado-HNO ₃ -pH<2/Ref	NI	28d	Oxígeno disuelto	P.V (DBO)	p	300 mL	NaN ₂ +Acet Zinc	8h	8h
Cromo VI	P.V	p	250 ml	Buffer-9.3<pH<9.7/Ref	28d	28d	pH	P.V	p	50 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
N. Amomiacal	P.V	p.c	500 ml	H ₂ SO ₄ -pH<2/Ref	7d	28d	Fosfatos	P.V	p	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
N. Nitrato	P.V	p.c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h	Fósforo total	P.V	p.c	100 ml	H ₂ SO ₄ -pH<2/Ref	28d	28d
N. Nitrito	P.V	p.c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h	Salinidad	V	p	240 ml	Análisis inmediato	6m	NI
N. Org. Kjeldahl	P.V	p.c	500 ml	H ₂ SO ₄ -pH<2/Ref	7d	28d	Sólidos	P.V	p.c	200 ml	Ref	7d	2-7d (ver met.)
olor	V	p	500 ml	Análisis inmediato/ Ref	6h	24h	Sulfatos	P.V	p.c	100 ml	Ref	NI	28d
Acetatos y grasas	V	p	1000 ml	H ₂ SO ₄ -pH<2/Ref	28d	28d	Sulfuros	P.V	p.c	100 ml	Acet Zinc+NaOH-pH>9/Ref	28d	7d
Fenoles	P.V	p.c	500 ml	H ₂ SO ₄ -pH<2/Ref	inmediato	28d	Temperatura	P.V	p	NI	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Oxígeno disuelto	P.V (DBO)	p	300 mL	NaN ₂ +Acet Zinc	8h	8h	Turbidez	P(o),V(o)	p.c	100 ml	Durante el día / Ref	24h	48h
pH	P.V	p	50 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h							
Fosfatos	P.V	p	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h							

P: Plástico V: Vidrio p: Puntual c: Compuesta Ref: Refrigeración (0°C < T ≤ 6°C) NI: No indica
 Filtrado: Pasar a través de un filtro de 0.45 µm de porosidad

P(o), V(o): Envase oscuro

NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio		AGUAS NATURALES	AGUA SUBTERRÁNEA	AGUA DE MANANTIAL
AGUAS DE USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA DE BEBIDA: AGUA POTABLE, AGUA DE MESA Y AGUA EMBOTELLADA			AGUA DE POZO
	AGUA DE PISCINA			AGUA TERMAL
	AGUA DE LAGUNA ARTIFICIAL			RÍOS
AGUAS RESIDUALES	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA			LAGUNAS/LAGOS
	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL			DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA
	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL			
AGUAS SALINAS	AGUA DE MAR	AGUAS DE PROCESO		AGUA DE CIRCULACIÓN O ENFRIAMIENTO
	AGUAS SALOBRES			AGUA DE ALIMENTACIÓN PARA CALDERAS
	SALMUERA			AGUA DE CALDERAS
				AGUA DE LIXIVIACIÓN
				AGUA PURIFICADA
				AGUA DE INYECCIÓN Y REINYECCIÓN

Nota: Fuente Laboratorio Regional del Agua, 2023.

2.4. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

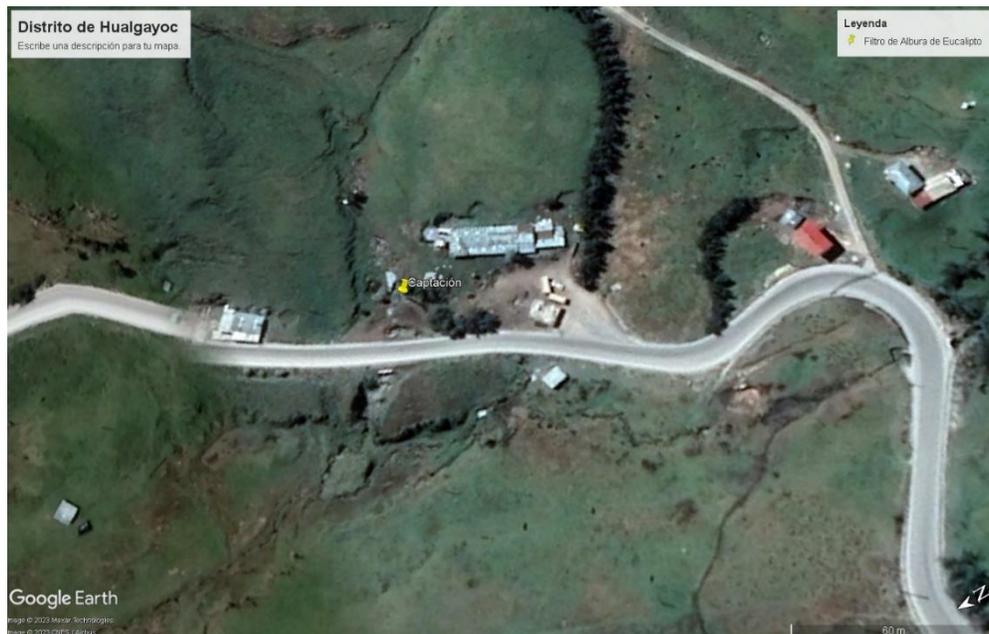
Como técnica de análisis de datos, se utilizará la estadística descriptiva y como instrumento de análisis se utilizará el software Excel office para los datos obtenidos mediante el laboratorio. El objetivo de esta investigación es obtener y proporcionar la evidencia objetiva suficiente para apoyar o refutar las hipótesis plantadas.

2.5. Procedimiento de recolección de datos

2.5.1. Pasos para la implementación del Filtro

Para ubicar el filtro en la conexión domiciliaria, se seleccionó cinco viviendas del abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc con la intención de instalar el filtro y realizar el fin experimental de la investigación.

Figura 1



Ubicación de la captación en el distrito de Hualgayoc

Nota: Fuente Software Google Earth

Figura 2



Ubicación del reservorio en el distrito de Hualgayoc

Nota: Fuente Software Google Earth

Figura 3



Ubicación de los 5 filtros en el distrito de Hualgayoc

Nota: Fuente Software Google Earth

Se obtendrán en total 7 muestras, 5 de ellas serán haciendo el uso del filtro y 2 sin el uso del mismo, se tendrá un espaciamiento de 31 días para hacer la toma de muestras para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación. La ubicación de la captación, reservorio y del sistema de filtro tienen las siguientes coordenadas UTM.

Tabla 2

Ubicación del filtro en la línea de distribución

TIPO	COORDENADAS UTM		
	ESTE	NORTE	ALTITUD
Captación	763161	9249937	3698
Reservorio	764010	9250766	3590
Filtro 1	764461	9251714	3518
Filtro 2	764360	9251499	3531
Filtro 3	764477	9251604	3516
Filtro 4	764698	9251781	3497

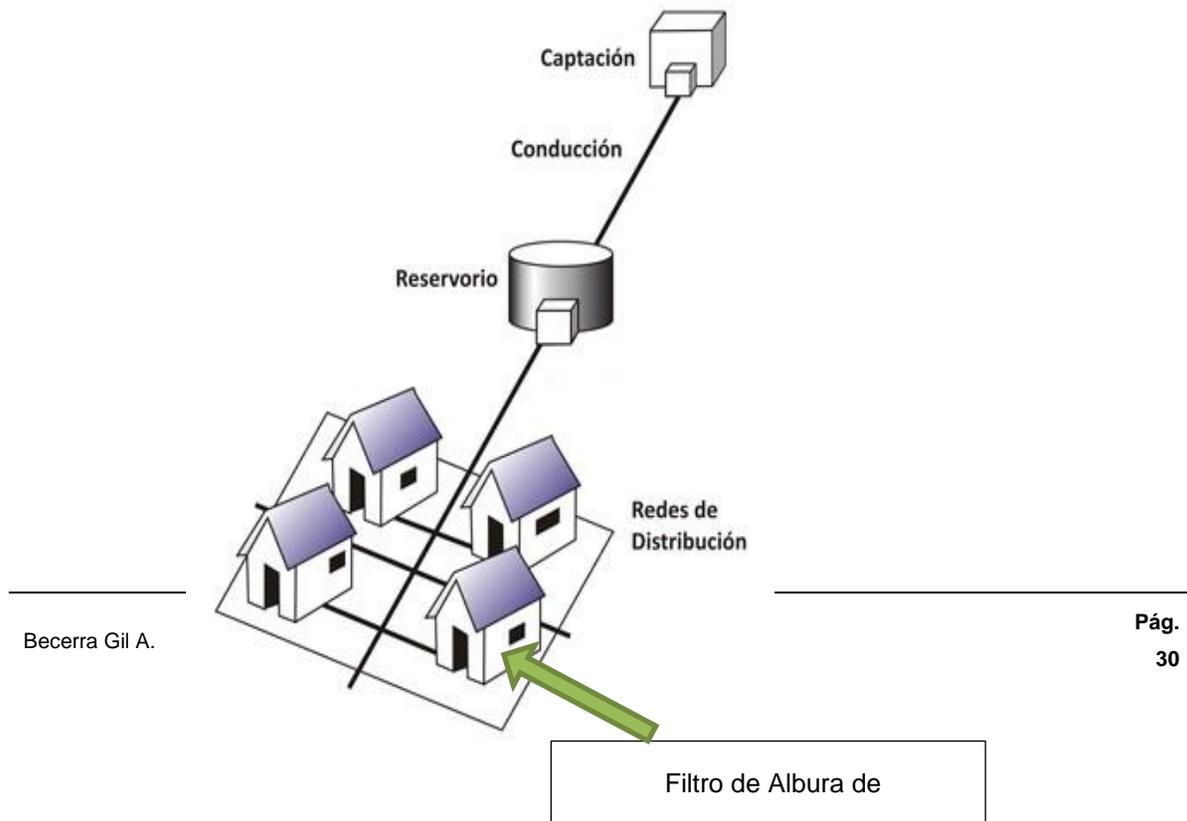
Filtro 5 764340 9251406 3529

Nota: Las coordenadas fueron extraídas del software Google Earth.

La instalación del filtro diseñado será en la conexión domiciliar de cada una de las cinco viviendas seleccionadas, en cada punto se tomarán una muestra filtrada por la albura de eucalipto. Obteniendo un total de 5 muestras. Posteriormente en la captación y reservorio se tomarán las muestras restantes.

Figura 4

Esquema para la toma de muestras



Nota: Obtenido de (Arkiplus, 2019)

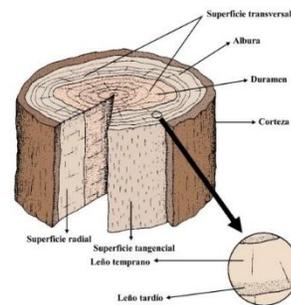
Para el diseño del filtro de albura de eucalipto se utilizarán principalmente secciones de las ramas o tronco, este material es muy accesible, económico y sustentable, el mismo se obtendrá de una propiedad aledaña al distrito de Hualgayoc, posteriormente se secciona en trozos de 1 pulgada de espesor con aproximadamente 7 cm de largo. Además, acotando que serán colocadas en agua para evitar su secado.

Tabla 3

Materiales y accesorios para realizar el filtro de albura de pino

MATERIALES Y ACCESORIOS

Albura de Eucalipto



Abrazadera de 1"



Tubos de PVC 1"



Recipiente de Plástico

Cinta Teflón



Nota: Materiales y accesorios que serán utilizados para la elaboración del filtro de albura de eucalipto.

Tabla 4

Materiales e instrumentos para la recolección de muestras

MATERIALES E INSTRUMENTOS

Frascos graduados para la recolección de las muestras



Becerra Gil A.

Guantes de látex para la toma de muestras



Cooler para la conservación de las muestras de agua



Cartilla para rotular la muestra

N° de Muestra:	_____
Nombre propietario	_____
Ubicación del Muestreo	_____
Fecha de Muestreo	_____

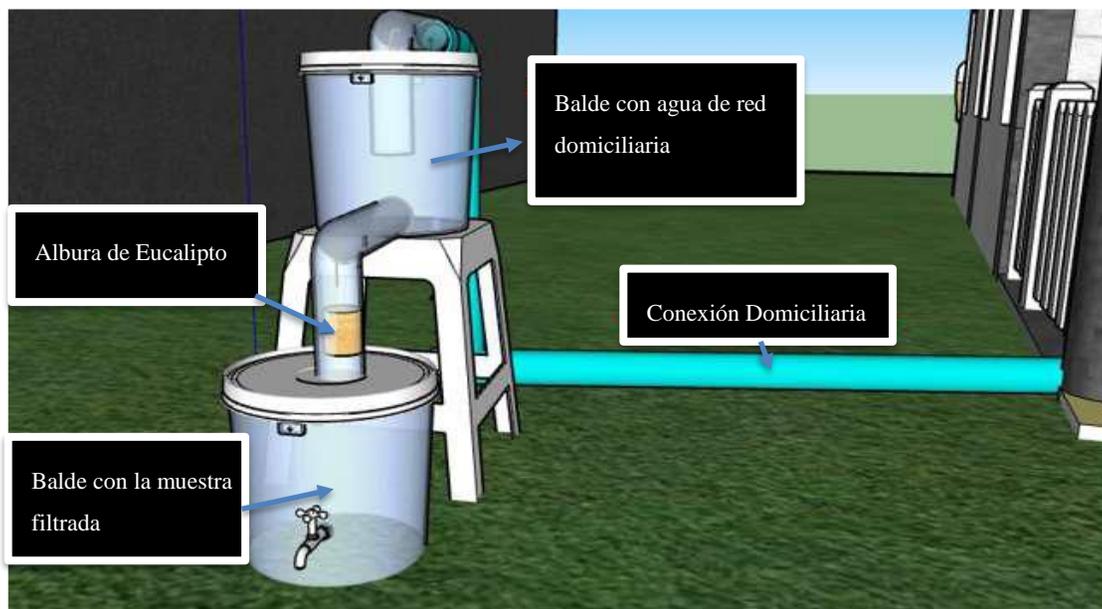
Lapicero indeleble para rotular la muestra



Nota: Materiales e instrumentos que serán utilizados para la recolección de muestras. Fuente Google.

Para la colocación del filtro diseñado se procede instalar directamente a un tanque o balde la conexión domiciliaria, por medio de un trozo de xilema de eucalipto, se filtre a otro recipiente cuyo contenido será utilizado para las muestras de análisis.

Figura 5



Instalación del sistema de filtro

Nota: Filtro de albura de eucalipto de 1" de diámetro.

Posteriormente para el montaje del trozo de eucalipto debe estar sellado herméticamente entre el tubo y la xilema utilizando una abrazadera de metal para evitar fugas. Las muestras analizadas son tomadas en primer lugar del sistema de filtro diseñado en la conexión domiciliaria.

Figura 6

Montaje de la xilema de eucalipto



Nota: Filtro de albura de eucalipto de 1" de diámetro.

Las muestras obtenidas son llevadas al laboratorio para ser sometidas a un ensayo físico, biológico y químico. Para la toma de muestras se aplicó el Protocolo de Monitoreo de Calidad de

aguas, estipulado por el D.S N°059-93-EM del 16 de diciembre de 1993. En base a los parámetros a evaluar, se rotularon los frascos de muestreo, siguiendo las instrucciones para la preservación, etiquetado, embalaje y transporte de las mismas. Estas muestras son colocadas en el cooler con gel refrigerante para conservar sus condiciones óptimas en el laboratorio.

Para realizar los ensayos de laboratorio se utilizó el método de la observación directa dado que el investigador se pone en contacto con hecho o fenómeno en estudio; de esta manera se recolectó la muestra de agua brindada por la conexión domiciliaria del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc, de esta manera incorporar el filtro de albura de eucalipto diseñado, para luego filtrar dicha muestra y realizar su análisis correspondiente en un laboratorio mediante el ensayo de parámetros microbiológicos y compararlas con otra muestra del mismo sistema de abastecimiento de agua potable tomada de la pileta de los usuarios. Estas muestras son analizadas con el equipo del Laboratorio Regional del agua de Cajamarca, mediante pruebas microbiológicas. Los ensayos son descritos a continuación:

Para determinar los coliformes se realizó el filtrado por membrana (MF), manera simple y también rápida para calcular las poblaciones bacterianas en la muestra. La muestra consta de 500 ml de agua recolectada, se realizó antes de las 24 horas de llegado al laboratorio. Es por esto que el equipo fue preparado antes de la filtración por membrana, motor Erlenmeyer y papel filtro previamente esterilizado.

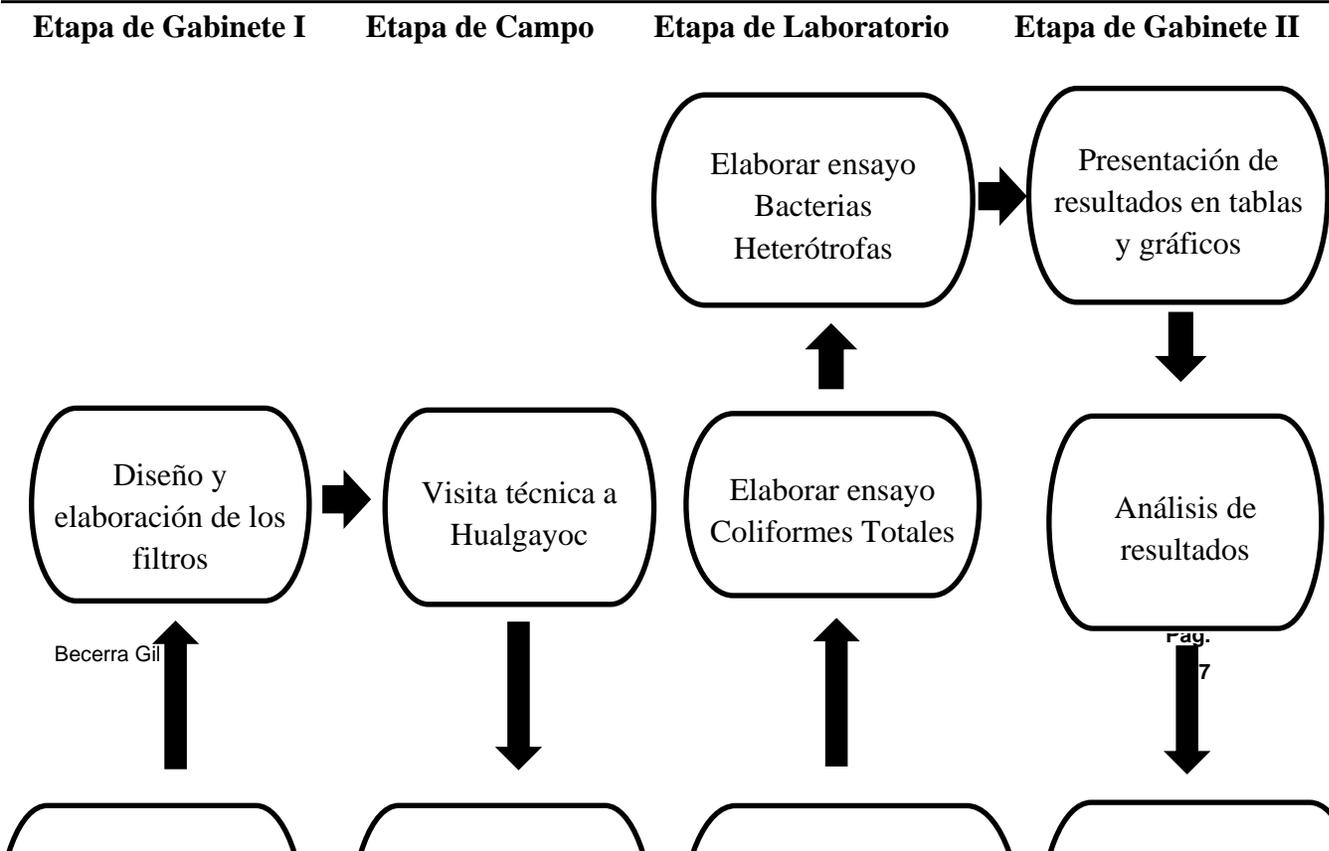
Después se agitó el frasco entre 50 – 60 veces para lograr homogenizar la muestra y verter 250 ml en el embudo del equipo, para posteriormente encender el motor que crea succión. Se retira con una pinza estéril el filtro para luego colocar una placa que contiene el medio Endo.

Les usado para calcular las colonias de coliformes totales. Incubadas a una temperatura de $35 \pm 0.2^\circ \text{C}$ por 24 ± 2 horas, luego se procede a contarlas.

Para calcular las coliformes termo tolerantes se utilizó 250 ml y se agitó 60 veces, luego se vierte en el motor que crea succión, de la misma manera por medio de una pinza esterilizada se retira el filtro y se lo coloca en una placa que contiene el medio mFC. Las cuales son incubadas a una temperatura de $44.5 \pm 0.2^\circ \text{C}$ por 24 ± 2 horas, finalmente se procedió a contar las colonias.

Para la recolección de datos se utilizaron formatos de registro obtenidos de los análisis del Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, este instrumento es objetivo, válido, confiable y que cumple con los criterios de calidad, motivado en que es el único laboratorio regional acreditado en el Perú, cuya administración es estatal.

PROCEDIMIENTO



2.6. Aspectos Éticos

Se citó correctamente los autores empleados en esta investigación, se obtuvieron los resultados reales en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.

Respecto a la extracción de muestras se utilizó todas las medidas de seguridad requeridas para los ensayos y la validez de los mismos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la investigación mediante las técnicas e instrumentos de estudio aplicada a la muestra, son mostrados en tablas para su mayor entendimiento según los objetivos propuestos. Estos resultados son apoyados en la información recopilada a través del informe de los ensayos del Laboratorio regional del Agua Cajamarca.

Una vez recogidas las muestras de agua, se realizó el análisis de la misma en el laboratorio. En base a lo descrito se presentan los siguientes resultados representados en gráficos.

Presentación de resultados Objetivo Especifico 1: Determinar la calidad de agua potable mediante el ensayo microbiológico del distrito de Hualgayoc, antes de la implementación de los filtros de albura de eucalipto, con respecto al reglamento de calidad del agua, presentados en la tabla 5.

Tabla 5

Calidad de agua potable, parámetros microbiológicos sin filtro (A0) y (A6)

PRUEBA 1 (A0) y (A6)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - CAPTACIÓN	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	49 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	6.8 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	20 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	350 UFC/mL	210 UFC/mL

Nota: En la tabla 5 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc sin filtro.

Los resultados obtenidos en las muestras (A0) y (A6), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc, tiene una contaminación en la captación, sin embargo, en el reservorio se está realizando una cloración lo que genera un filtrado de los 4 parámetros microbiológicos, permitiendo estar dentro de los límites máximos permisibles dados por el Reglamento de Calidad del Agua.

Presentación de resultados Objetivo Especifico 2: Determinar la calidad de agua potable mediante el ensayo microbiológico del distrito de Hualgayoc después de la implementación de los filtros de albura de eucalipto, con respecto al reglamento de calidad del agua, presentados en la tabla 6, 7, 8, 9 y 10.

Tabla 6

Calidad de agua potable, primera muestra filtrada (A1)

PRUEBA 2 (A1)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	210 UFC/mL	180 UFC/mL

Nota: En la tabla 6 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos en la primera muestra filtrada del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

Los resultados obtenidos en la primera muestra filtrada (A1), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el filtro adiciona una mejora en la calidad de agua potable.

Tabla 7

Calidad de agua potable, segunda muestra filtrada (A2)

PRUEBA 3 (A2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	210 UFC/mL	7 UFC/mL

Nota: En la tabla 7 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos en la segunda muestra filtrada del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

Los resultados obtenidos en la segunda muestra filtrada (A2), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el filtro adiciona una mejora en la calidad de agua potable, sobre todo en el parámetro Bacterias Heterótrofas.

Tabla 8

Calidad de agua potable, tercera muestra filtrada (A3)

PRUEBA 4 (A3)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	210 UFC/mL	12 UFC/mL

Nota: En la tabla 8 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos en la tercera muestra filtrada del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

Los resultados obtenidos en la tercera muestra filtrada (A3), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el filtro adiciona una mejora en la calidad de agua potable, sobre todo en el parámetro Bacterias Heterótrofas.

Tabla 9

Calidad de agua potable, cuarta muestra filtrada (A4)

PRUEBA 5 (A4)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	210 UFC/mL	140 UFC/mL

Nota: En la tabla 9 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos en la cuarta muestra filtrada del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

Los resultados obtenidos en la cuarta muestra filtrada (A4), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el filtro adiciona una mejora en la calidad de agua potable, sobre todo en el parámetro Bacterias Heterótrofas.

Tabla 10

Calidad de agua potable, primera muestra filtrada (A5)

PRUEBA 6 (A5)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Bacterias Coliformes Totales	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	3.6 NMP/100mL
Escherichia Coli	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL
Bacterias Coliformes Termotolerantes	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL
Bacterias Heterótrofas	500 UFC/mL	210 UFC/mL	460 UFC/mL

Nota: En la tabla 10 se muestran los resultados de los 4 parámetros microbiológicos obtenidos en la quinta muestra filtrada del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc.

Los resultados obtenidos en la quinta muestra filtrada (A5), según el informe del laboratorio regional del agua. Nos indica que el filtro adiciona una mejora en la calidad de agua potable, sobre todo en el parámetro Bacterias Heterótrofas.

Presentación de resultados Objetivo Especifico 3: Comparar microbiológicamente la calidad de agua potable sin filtro, con filtro y el límite máximo permisible respecto al reglamento de calidad del agua del distrito de Hualgayoc, presentados en la tabla 11, 12, 13 y 14.

Tabla 11

Resultados Microbiológicos Coliformes Totales (NMP)

BACTERIAS COLIFORMES TOTALES	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Muestra A1	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Muestra A2	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Muestra A3	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Muestra A4	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL
Muestra A5	< 1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	3.6 NMP/100mL

Nota: En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y de las muestras filtradas en el laboratorio regional del agua sobre Bacterias Coliformes Totales (NMP).

Tabla 12

Resultados Microbiológicos Escherichia Coli (NMP)

ESCHERICHIA COLI	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Muestra A1	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A2	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A3	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A4	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A5	0 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL

Nota: En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y de las muestras filtradas en el laboratorio regional del agua sobre Escherichia Coli (NMP).

Tabla 13

Resultados Microbiológicos Coliformes Termotolerantes (NMP)

BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Muestra A1	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A2	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A3	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A4	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	< 1.1 NMP/100mL
Muestra A5	<1.8 NMP/100mL	< 1.8 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL

Nota: En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y de las muestras filtradas en el laboratorio regional del agua sobre Bacterias Coliformes Termotolerantes (NMP).

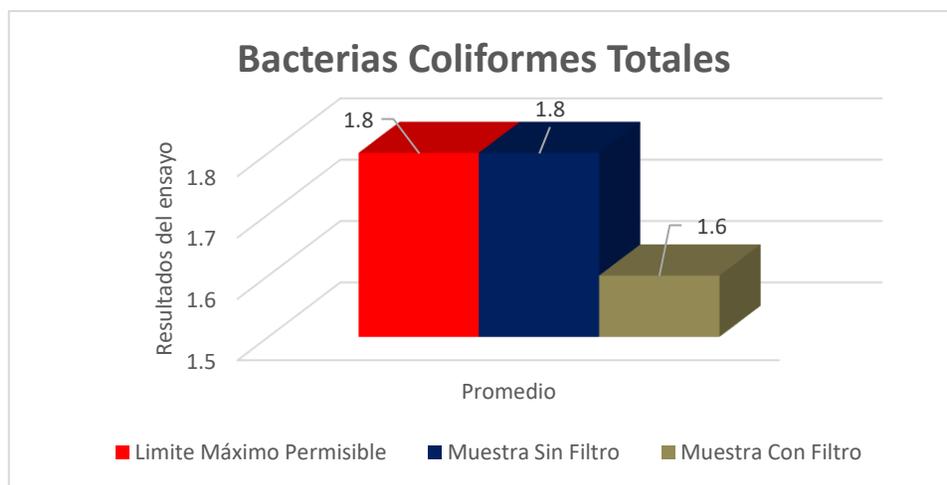
Tabla 14

Resultados Microbiológicos Bacterias Heterótrofas (UFC)

BACTERIAS HETERÓTROFAS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MUESTRA SIN FILTRO - RESERVORIO	MUESTRA CON FILTRO
Muestra A1	500 UFC/mL	210 UFC/mL	180 UFC/mL
Muestra A2	500 UFC/mL	210 UFC/mL	7 UFC/mL
Muestra A3	500 UFC/mL	210 UFC/mL	12 UFC/mL
Muestra A4	500 UFC/mL	210 UFC/mL	140 UFC/mL
Muestra A5	500 UFC/mL	210 UFC/mL	460 UFC/mL

Nota: En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y de las muestras filtradas en el laboratorio regional del agua sobre Bacterias Heterótrofas (UFC).

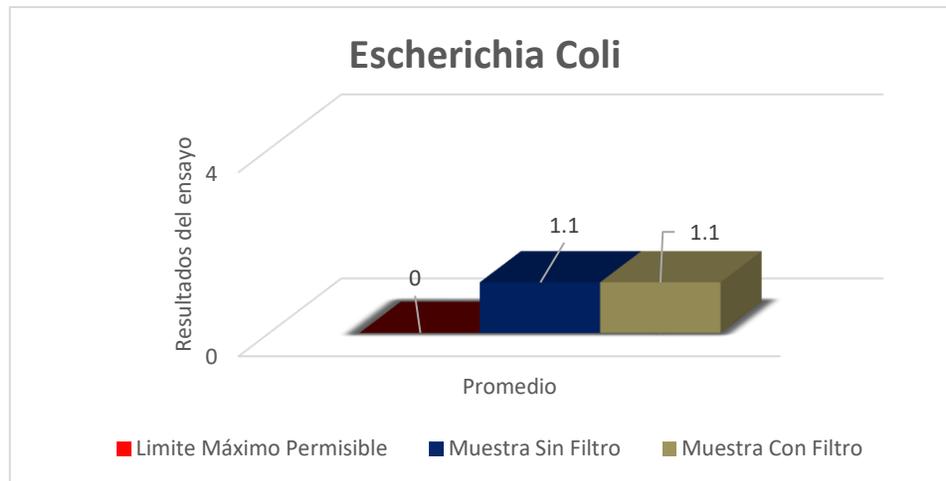
Figura 7



Resultados Promedio Prueba Bacterias Coliformes Totales (NMP)

Nota: Elaboración propia basado en los resultados de laboratorio. En la figura 7 podemos observar que el resultado promedio obtenido en la muestra con el filtro de albura de eucalipto adiciona una mejora al agua potable del distrito de Hualgayoc disminuyendo la contaminación por coliformes totales (NMP).

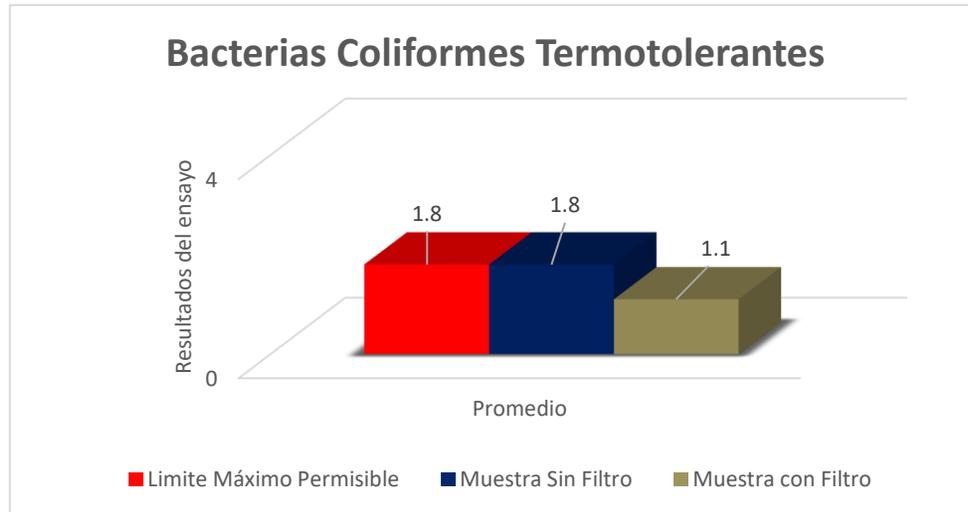
Figura 8



Resultados Promedio Prueba Escherichia Coli (NMP)

Nota: Elaboración propia basado en los resultados de laboratorio. En la figura 8 podemos observar que el resultado promedio obtenido en la muestra con el filtro de albura de eucalipto mantiene el mismo valor respecto al parámetro por Escherichia Coli (NMP).

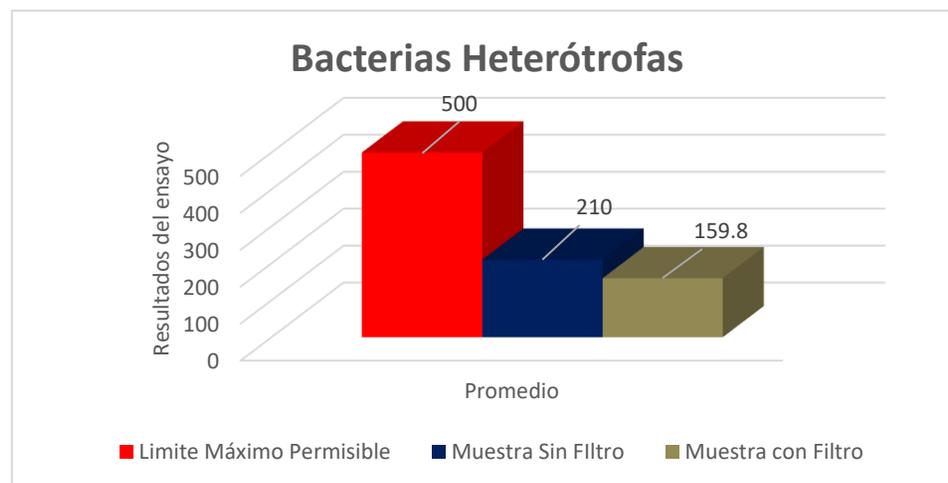
Figura 9



Resultados Promedio Prueba Bacterias Coliformes Termotolerantes (NMP)

Nota: Elaboración propia basado en los resultados de laboratorio. En la figura 9 podemos observar que el resultado promedio obtenido en la muestra con el filtro de albura de eucalipto adiciona una mejora al agua potable del distrito de Hualgayoc disminuyendo la contaminación por coliformes Termotolerantes (NMP).

Figura 10



Resultados Promedio Prueba Bacterias Heterótrofas (UFC)

Nota: Elaboración propia basado en los resultados de laboratorio. En la figura 10 podemos observar que el resultado promedio obtenido en la muestra con el filtro de albura de eucalipto adiciona una mejora al agua potable del distrito de Hualgayoc disminuyendo la contaminación por Bacterias Heterótrofas (UFC).

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitaciones

Tras realizar la investigación se obtuvo las siguientes limitantes, escasos estudios previos referentes a sistemas de filtros biológicos y ecológicos en el país, negativa disposición de la población para brindar la madera de eucalipto para la fabricación del filtro para la purificación del agua, traslado de la muestra hídrica desde el lugar de origen, hasta el lugar de ensayo.

Discusión

En el mundo el recurso hídrico es una de las necesidades presentes en la población, todos los seres humanos necesitamos de éste para sobrevivir. Los humanos aún estamos obligados a beber agua de lugares contaminados, atrayendo diversas enfermedades. En consecuencia, esta investigación permite evaluar y analizar las propiedades microbiológicas del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc y la misma producida por el filtrado de la xilema de eucalipto. Con la información recibida del laboratorio del agua se genera la siguiente discusión de resultados, la misma que se describirá de acuerdo a lo indicado en el estudio:

Tomando como base los resultados obtenidos por la presente investigación, respecto a un análisis microbiológico del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc, se obtuvo lo siguiente: En la tabla 5, resultado de la muestra sin filtro del sistema de agua potable en la captación nos indica una contaminación en los 3 primeros parámetros Bacterias Coliformes Totales, Escherichia Coli, Bacterias Coliformes Termotolerantes, 49 NMP/100mL, 6.8 NMP/100mL, 20 NMP/100mL respectivamente. Al realizar la comparación con el límite máximo permisible establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. 031-

2010-SA (6,5 a 8,5) este no se encuentra dentro del rango permitido. Respecto al parámetro Bacterias Heterótrofas, se encuentra por debajo del límite máximo permisible. Sin embargo, al analizar la muestra sin filtro tomada en el reservorio se nota una gran mejora por parte de la cloración, teniendo un resultado de <1.8 NMP/100mL Coliformes Totales, <1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, <1.8 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y 210 UFC/mL Bacterias Heterótrofas, estos resultados se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5).

A partir de un análisis microbiológico hecho al sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y a 5 muestras filtradas por la xilema de eucalipto tenemos lo siguiente, tomando como referencia la tabla 11, resultado de Bacterias Coliformes Totales, observamos que la muestra obtenida sin el proceso de filtrado, <1.8 NMP/100mL, no excede el límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5), sin embargo las primeras cuatro muestras filtradas reducen en gran consideración la contaminación bacteriológica brindando un resultado de <1.1 NMP/100mL en la muestra uno (A1), <1.1 NMP/100mL en la muestra dos (A2), <1.1 NMP/100mL en la muestra tres (A3), <1.1 NMP/100mL en la muestra cuatro (A4). La muestra cinco (A5) aún se encuentra por encima del límite máximo permisible siendo 3.6 NMP/mL, pero de igual manera se ha reducido la contaminación. Esta reducción de contaminación microbiológica se debe a la red de poros que tiene la xilema de eucalipto llamados traqueidas, reteniendo patógenos nocivos para la salud (OVACEN, 2018).

Con base en un análisis microbiológico hecho al sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y a 5 muestras filtradas por la xilema de eucalipto tenemos lo

siguiente, tomando como referencia la tabla 12, resultado de Escherichia Coli, observamos que la muestra obtenida sin el proceso de filtrado, <1.1 NMP/100mL, no excede el límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5), las muestras tomadas con uso del filtro presentan un resultado similar al anterior respecto a la contaminación microbiológica, <1.1 NMP/100mL en la muestra uno (A1), <1.1 NMP/100mL en la muestra dos (A2), <1.1 NMP/100mL en la muestra tres (A3), <1.1 NMP/100mL en la muestra cuatro (A4). La muestra cinco (A5) aún se encuentra por encima del límite máximo permisible siendo 1.1 NMP/mL, pero de igual manera se ha reducido en gran medida la contaminación. Esta reducción de contaminación microbiológica se debe a la red de poros que tiene la xilema de eucalipto llamados traqueidas, reteniendo patógenos nocivos para la salud (OVACEN, 2018).

Sobre la base de un análisis microbiológico hecho al sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y a 5 muestras filtradas por la xilema de eucalipto tenemos lo siguiente, tomando como referencia la tabla 13, resultado de Bacterias Coliformes Termotolerantes, observamos que la muestra obtenida sin el proceso de filtrado, <1.8 NMP/100mL, no excede el límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5), sin embargo las cinco muestras filtradas reducen la contaminación microbiológica brindando un resultado de <1.1 NMP/100mL en la muestra uno (A1), <1.1 NMP/100mL en la muestra dos (A2), <1.1 NMP/100mL en la muestra tres (A3), <1.1 NMP/100mL en la muestra cuatro (A4) y 1.1 NMP/100mL en la muestra cinco (A5). Esta reducción de contaminación microbiológica se debe a la red de poros que tiene

la xilema de eucalipto llamados traqueidas, reteniendo patógenos nocivos para la salud (OVACEN, 2018).

Partiendo de un análisis microbiológico hecho al sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Hualgayoc y a 5 muestras filtradas por la xilema de eucalipto tenemos lo siguiente, tomando como referencia la tabla 14, resultado de Bacterias Heterótrofas, observamos que la muestra obtenida sin el proceso de filtrado, 210 UFC/100mL, se encuentra dentro del límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5), de igual manera las primeras cuatro muestras filtradas reducen en gran consideración la contaminación microbiológica brindando un resultado de 180 UFC/100mL en la muestra uno (A1), 7 UFC/100mL en la muestra dos (A2), 12 UFC/100mL en la muestra tres (A3), 140 UFC/100mL en la muestra cuatro (A4). En la muestra cinco tenemos un incremento de contaminación 460 NMP/100mL. Este incremento de contaminación microbiológica se debe a la no correcta manipulación de la muestra.

Interpretación Comparativa

Como interpretación comparativa se tiene que las propiedades microbiológicas del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc mejoran en gran medida con el uso del filtro respecto a la muestra sin uso del filtro, de esta manera se puede especificar que los resultados obtenidos en promedio 1.6 NMP/100mL de Coliformes Totales, en promedio 1.1 NMP/100mL de Escherichia Coli, en promedio 1.1 NMP/100mL de Coliformes Termotolerantes y en promedio 159.8 UFC/mL de Bacterias Heterótrofas se relacionan con los **resultados obtenidos por (Puitiza, 2021)** los cuales son, en promedio 6.55 NMP/100mL de Coliformes Totales, en promedio 1.1 NMP/100mL de Escherichia Coli, en promedio 1.1 NMP/100mL de Coliformes

Termotolerantes y en promedio 180.5 UFC/mL de Bacterias Heterótrofas, de esta manera se puede decir que el filtro de albura de eucalipto y pino disminuye la contaminación bacteriológica.

Implicancias

Las implicancias de la presente investigación es que se está generando una alternativa de solución económica también eco ambiental para controlar y mejorar las propiedades microbiológica en el sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc, además se puede aplicar en el ámbito rural y complementar al proceso de cloración mejorando la calidad de agua potable, también que en un futuro servirá para otras investigaciones que deseen ampliar la fuente de materia prima como es la xilema de eucalipto.

Conclusiones

Para finalizar se demuestra la hipótesis planteada, basándonos en los resultados obtenidos donde el filtro de albura de eucalipto mejora y controla las propiedades microbiológicas del sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc, Cajamarca 2022.

Primera conclusión, respecto al objetivo específico 1, se determinó mediante un ensayo microbiológico al sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc 2022, que el agua bebida se encuentra apta para el consumo humano, en base a los resultados, <1.8 NMP/100mL Coliformes Totales, <1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, <1.8 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y 210 UFC/mL Bacterias Heterótrofas, los cuales se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA (6,5 a 8,5).

Segunda conclusión, respecto al objetivo específico 2, se determinó mediante un ensayo microbiológico al sistema de agua potable del distrito de Hualgayoc 2022, que el agua obtenida por el proceso de filtrado se encuentra apta para el consumo humano, en base a los resultados, en promedio 1.6 NMP/100mL Coliformes Totales, en promedio 1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, en promedio 1.1 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y en promedio 159.8 UFC/mL Bacterias Heterótrofas, los cuales se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido por el reglamento de la calidad de agua para el consumo humano D.S. 031-2010-SA.

Tercera conclusión, respecto al objetivo específico 3 se comparó microbiológicamente la calidad de agua potable sin filtro con resultados de <1.8 NMP/100mL Coliformes Totales, <1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, <1.8 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y 210 UFC/mL Bacterias Heterótrofas , con filtro, resultados en promedio 1.6 NMP/100mL Coliformes Totales, en promedio 1.1 NMP/100mL Escherichia Coli, en promedio 1.1 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y en promedio 159.8 UFC/mL Bacterias Heterótrofas y el límite máximo permisible que nos indica <1.8 NMP/100mL Coliformes Totales, 0 NMP/100mL Escherichia Coli, <1.8 NMP/100mL Coliformes Termotolerantes y 500 UFC/mL Bacterias Heterótrofas , entonces con base a los resultados obtenidos se concluye que se obtuvo agua purificada apta para el consumo humano.

Recomendaciones

En consecuencia, se recomienda, tener mucho cuidado con la contaminación cruzada en los ensayos, utilizar recipientes esterilizados en el manejo de las muestras y también en la toma de las mismas, seguir investigando en nuevas alternativas de filtrado con nuevos tipos de madera

o diferente material, buscando un aprovechamiento del recurso hídrico, de esta manera evitar enfermedades transmitidas por este.

REFERENCIAS

- Abanto, E. J. (2014). *Sostenibilidad del sistema de agua potable del Centro Poblado La Paccha, Cajamarca 2014*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/692>
- Adams., A. S. (2011). Evolución y perfiles de eficiencia de los organismos operadores de agua potable en México. *ProQuest*, 563-599.
- Aguiar Hernandez, D. F., & Portelas Cuevas, W. (2009). *Diseño y Montaje del Laboratorio de Filtro Lento de Arena Para Agua Potable*. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/569/1/TIC_AguiarHernandezDanielFernando_09.pdf
- Arkiplus. (Marzo de 29 de 2019). *Sistema de Abastecimiento de Agua Potable*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable/>
- Behar Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigación*. Shalom.
- CENIC. (2014). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>
- DuocUC. (13 de Octubre de 2022). *Investigación Aplicada*. Obtenido de <https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada#:~:text=La%20Investigaci%C3%B3n%20Aplicada%20tiene%20por,del%20desarrollo%20cultural%20y%20cient%C3%ADfico.>
- Fernández, O. M., & Márquez, M. O. (2017). Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Sciece Direct*, 41.
- Fuentes, E. L. (2018). *Incorporación de Filtros de Zeolita en la Calidad del Agua en las Captaciones del Sistema de Agua Potable del Barrio Serafinpampa*. Cajamarca.
- iagua. (2014). *Las ramas de pino filtran las bacterias del agua contaminada*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/investigacion/14/02/27/las-ramas-de-pino-filtran-las-bacterias-del-agua-contaminada-45977>

- INEI. (2017). *Sistema Estadístico Nacional*. Obtenido de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1492/libro.pdf
- Má Villatoro, M. A. (2006). *Propuesta de un plan de seguridad para el sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Pachalúm, Quiché*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1000_Q.pdf
- MINSA. (10 de Septiembre de 2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para el Consumo Humano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
- OPS. (2001). *Informe regional sobre la evaluación 2000 en la Región de las Américas: agua potable y saneamiento, estado actual y perspectivas*. Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/46027>
- OVACEN. (2018). *Cómo hacer filtros de agua caseros con ramas*. Obtenido de <https://ovacen.com/como-hacer-filtros-agua/>
- Paredes, O. A. (2014). *Evaluación de la satisfacción de los servicios de agua y saneamiento urbano en el Perú : de la imposición de la oferta a escuchar la demanda*. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5470/PASTOR_PAREDES_OSCAR_EVALUACION_SERVICIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pereyra, D. M. (2018). *"Evaluación del Comportamiento Hidráulico de Redes de Distribución de Agua Potable, Mediante Métodos Computacionales Convencionales en el Distrito de Chupaca"*.
- Puitiza, A. M. (2021). *"ANÁLISIS DEL AGUA POTABLE USANDO FILTRO DE ALBURA DE PINO PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL C.P. HURANHUACTA DISTRITO LLACANORA, PROVINCIA CAJAMARCA 2019"*. Cajamarca.
- Ramón S, G. (2015). *Diseños experimentales, Apuntes de clase del curso Seminario Investigativo VI*. Antioquia.

Tobón, R., & Bules, A. C. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

Villena, W. M., & Gallo, J. A. (2018). *Sistema de agua potable, saneamiento básico y el nivel de sostenibilidad en la localidad de laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017*. Obtenido de <http://www.repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/142>

ANEXOS



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 03230146

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **AARON BECERRA GIL**
Dirección **Jr. Iquique 239- Cajamarca**
Persona de contacto **AARON BECERRA GIL** Correo electrónico aarleobe.10@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **23.03.23** Hora de Muestreo **8:15 a 9:17**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **06**
Ensayos solicitados **Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **Hualgayoc**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-133** Cadena de Custodia **CC - 0146 - 23**
Fecha y Hora de Recepción **23.03.23 15:00** Inicio de Ensayo **23.03.23 15:30**
Reporte Resultado **03.04.23 16:20**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Neyra JAICO 30453744168 so#
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 03/04/2023 05:10 p.m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 03 de Abril de 2023

ANEXO N°1: Datos del informe de Laboratorio Regional del Agua – primer informe

ANEXO 2: Informe de resultados del Laboratorio Regional del Agua – primer informe



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 03230146

ENSAYOS			Fisicoquímicos- Microbiológicos					
Código de la Muestra	A0	A1	A2	A3	A4	A5		
Código Laboratorio	03230146-01	03230146-02	03230146-03	03230146-04	03230146-05	03230146-06		
Matriz	Natural	Consumo Humano	Consumo Humano	Consumo Humano	Consumo Humano	Consumo Humano		
Descripción	Subterránea-Manantial	Bebida	Bebida	Bebida	Bebida	Bebida		
Localización de la Muestra	Captación	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	1.0	350	180	7 _{VE}	12 _{VE}	140	460
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.1/1.8	49	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	3.6
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1/1.8	20	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	1.1
Escherichia coli	NMP/100mL	1.1/1.8	6.8	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	1.1

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por ZULUETA SANTA CRUZ Erner PAU 20453744108 aut.
Motivo: Visto en señal de conformidad
Fecha: 03/04/2023 04:53 p.m.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 03 de Abril de 2023



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 03230146

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count, Four Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Other Escherichia coli Procedures.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 03 de Abril de 2023



Firmado digitalmente por
COLINA VENEGAS Juan Jose
PAU 20453744168.pdf

Motivo: Visto en señal de conformidad
Fecha: 03/04/2023 05:06 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-090



INFORME DE ENSAYO N° IE 03230221

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **AARON BECERRA GIL**

Dirección **Jr. Iquique 238- Cajamarca**

Persona de contacto **AARON BECERRA GIL** Correo electrónico **aarleobe.10@gmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **17.04.23** Hora de Muestreo **10:00**

Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**

Procedimiento de Muestreo **-**

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de puntos de muestreo **01**

Ensayos solicitados **Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**

Referencia de la Muestra: **Hualgayoc**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-145** Cadena de Custodia **CC - 0158 - 30**

Fecha y Hora de Recepción **17.04.23 15:26** Inicio de Ensayo **17.04.23 16:00**

Reporte Resultado **20.04.23 16:30**

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Firmado digitalmente por NEYRA JAICO
Edder Miguel PAU 20453744166 soft
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 20/04/2023 06:47 p.m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 20 de Abril de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 03230221

ENSAYOS			Fisicoquímicos- Microbiológicos
Código de la Muestra			A6
Código Laboratorio			03230221-01
Matriz			Consumo_Humano
Descripción			Bebida
Localización de la Muestra			Reservorio
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	1.0	210
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.1/1.8	<1.8
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.1/1.8	<1.8
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.1/1.8	<1.1

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 20 de Abril de 2023



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-090



INFORME DE ENSAYO N° IE 03230221

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Other Escherichia coli Procedures.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 20 de Abril de 2023



Firmado digitalmente por COLINA
VENEGAS Juan Jose
PKU 2040314103.pdf

México. Visto en señal de
conformidad
Fecha: 20/04/2023 04:35 p.m.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Anexo 7: Albura de Eucalipto de 1"



Anexo 8: Recipiente para almacenar la muestra





Anexo 9: Implementación de Filtro



Anexo 10: Implementación de Filtro



Anexo 11: Recojo de la muestra sin filtro

Anexo 12: Rotulado de las muestras filtradas



Anexo 13: Recojo de las muestras filtradas



Anexo 14: Recojo de las muestras filtradas



Anexo 15: Recepción de muestras en el laboratorio

