

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

“Diseño de un sistema de desinfección para Coliformes totales y *Escherichia coli* utilizando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) in vitro en el agua de consumo humano proveniente de la quebrada Falingao – Caserío Requena - Distrito San Martín de Alao – El Dorado- San Martín - 2018”

Autores

Bach. Elferes Rojas Vásquez
Bach. Samuel Arturo Sánchez Fatama

Asesor

Ing.Mg. Ríos Bartra Jhon Patrick

Tarapoto, julio del 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Yo, *Ríos Bartra Jhon Patrick*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana
Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“Diseño de un sistema de desinfección para Coliformes totales y Escherichia coli utilizando la resina de sangre de grado (Croton lechleri) in vitro en el agua de consumo humano proveniente de la quebrada Falingao – Caserío Requena - Distrito San Martín de Alao – El Dorado- San Martín - 2018”*** constituye la memoria que presentan los **Bachilleres Rojas Vásquez, Elferes y Sánchez Fatama, Samuel Arturo;** para aspirar al título Profesional de Ingeniero Ambiental, que ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 24 días del mes de julio del año 2019



Asesor

Ing. Ríos Bartra Jhon Patrick

Diseño de un sistema de desinfección para Coliformes totales y Escherichia coli utilizando la resina de sangre de grado (Croton lechleri) in vitro en el agua de consumo humano proveniente de la quebrada Falingao – Caserío Requena - Distrito San Martín de Alao – El Dorado- San Martín – 2018

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Mg. Delbert Eleasil Condori Moreno
Presidente



Ing. Ivone Vásquez Briones
Secretaria



Mg. Dayani Shirley Romero Vela



Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra
Asesor

Morales, 24 de julio del año 2019

Dedicatoria

El presente trabajo investigación queremos dedicar a nuestros padres por brindarnos su apoyo y por sus consejos para hacer de nosotros mejores personas. A mis amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, a todas esas personas que de una u otra manera nos han apoyado y otorgado ese granito de arena para cumplir con nuestro objetivo.

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a Dios por ser nuestra guía, nuestro apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y adversidad que, a pesar de los tropiezos, nos permitió concluir con nuestro objetivo. A nuestra alma mater Universidad Peruana Unión, por formarnos como profesionales con ética moral, a nuestros profesores en especial al Blgo. Oscar Rojas Sánchez por habernos guiado durante el desarrollo de esta investigación, por sus valiosos conocimientos hizo que nosotros lográramos crecer día a día como profesionales, al Ing. Lenin Collantes Chules por su apoyo incondicional y a vernos compartido sus conocimientos, al Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra quien nos dio las herramientas necesarias para lograr culminar el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

Índice

Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento	V
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Figuras	X
Resumen	XII
Abstract.....	XIII
Capítulo I.....	14
Introducción.....	14
1.1 Identificación del problema.....	14
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo general	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificación.....	18
1.4 Presuposición filosófica	19
Capítulo II.....	21
Revisión de literatura.....	21
2.1 Fundamentos del objeto de estudio.....	21
2.1.1 Sangre de grado	21
2.1.2 El agua de consumo humano.....	22
2.1.3 Gastroenteritis	22
2.1.4 Enfermedades gastrointestinales.....	23
2.1.5 Agentes causantes de Enfermedades Intestinales	24
2.2 Marco Legal	28
2.2.1 Constitución Política del Perú.....	28
2.2.2 Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338	29
2.2.3 Ley General de Salud Ley N° 26842	29
2.2.4 Norma OS.020	29

2.2.5	Ley general del ambiente, ley N° 28611	29
2.2.6	Decreto Supremo N° 006-2017-AG.....	30
2.2.7	D. S N° 004-2017-MINAM.....	31
2.2.8	Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA	31
2.2.9	Ministerio de Salud.....	31
2.2.10	Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.....	31
2.2.11	Competencias de la municipalidad.....	32
2.2.12	Junta administradora de servicios de saneamiento – JASS	32
2.3	Definición de Términos.....	33
2.4	Antecedente de la investigación	34
2.4.1	Antecedente internacional.....	34
2.4.2	Antecedente Nacional	35
	Capítulo 3	37
	Materiales y métodos.....	37
3.1	Descripción del lugar de ejecución.....	37
3.2	Población y muestra	37
3.2.1	Poblaciones de informantes o muestras	37
3.2.2	Toma de muestras	38
3.2.3	Análisis de Laboratorio.....	39
3.2.4	Ordenación de materiales e interpretación de datos.....	39
3.2.5	Identificación: Coliformes totales	39
3.2.6	Identificación de <i>Escherichia coli</i>	41
3.2.7	Preparación de solución inhibitoria.....	41
3.2.8	Confrontación – Acción inhibitoria para Coliformes totales.....	42
3.2.9	Acción inhibitoria para <i>Escherichia coli</i>	43
3.3	Diseño de sistema de desinfección	44
3.4	Métodos e instrumentos de recolección de datos	45

3.5	Diseño de investigación.....	45
3.6	Formulación de hipótesis	46
3.7	Sistema de variables	46
3.7.1	Variable Independiente	47
3.7.2	Variable Dependiente	47
3.8	Operacionalización de Variables.....	48
	Capítulo 4	52
	Resultados y discusión.....	52
4.1	Resultados.....	52
4.1.1	Análisis de los parámetros del agua de consumo sin tratar.....	52
4.1.2	Análisis de varianza para Coliformes totales	52
4.1.3	Análisis de varianza para Escherichia coli.....	54
4.1.4	Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos.....	55
4.2	Discusión	56
	Capítulo 5	59
	Conclusiones y recomendaciones	59
5.1	Conclusiones.....	59
5.2	Recomendaciones	60
	Referencias	62
	Anexos.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Instrumentos de campo.....	45
Tabla 2. Concentración de resina de sangre de grado	46
Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente	48
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente	49
Tabla 5. Valor de los parámetros del agua de consumo antes del tratamiento.....	52
Tabla 6. ANOVA para coliformes totales	53
Tabla 7. ANOVA para Escherichia coli	54
Tabla 8. Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos, CT	55
Tabla 9. Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos, E. coli.....	56

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	37
Figura 2. Determinación del número más probable del coliformes	40
Figura 3. Prueba de comparaciones múltiples para CT	53
Figura 4. Prueba de comparaciones múltiples para E. coli.....	55

Índice de Anexos

Anexo 1. Diseño del sistema de desinfección	67
Anexo 2. Identificación de Coliformes Totales y Escherichia coli-Prueba presuntiva	68
Anexo 3. Identificación de Coliformes Totales y Escherichia coli-Prueba confirmativa ...	69
Anexo 4. Panel fotográfico	70
Anexo 5. Resultados de Análisis Físicoquímico y Microbiológico- Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.....	74

Resumen

El objetivo del artículo fue determinar la eficiencia de la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) para inhibir el crecimiento bacteriano de Coliformes totales y *Escherichia coli* presentes en el agua de consumo humano provenientes de la quebrada Falingao. Para ello se utilizó un diseño experimental unifactorial con cuatro niveles (concentración de resina de *Croton lechleri*, 0, 20%, 40% y 80%) y tres repeticiones. Las variables dependientes que se midieron fueron Coliformes totales y *E. coli*. Asimismo, para evaluar la calidad del agua se utilizó el D.S. N° 031-2010-SA. El agua sin tratar tuvo una concentración de Coliformes totales de 1600 NMP/100 mL. Después del tratamiento, el testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de CT. El orden de los tratamientos en la reducción de Coliformes totales del agua de consumo de mayor a menor fue 0, 80%, 40% y 20%. Concerniente a la disminución de *E. coli*, el testigo, redujo toda la carga microbiológica de *E. coli*. El orden de los tratamientos en la reducción de *E. coli* del agua de consumo de mayor a menor fue 0, 80%, 40% y 20%. El agua sin tratar tuvo una concentración de *E. coli* de 79 NMP/100 mL. Los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S. N° 031-2010-SA. Finalmente, con respecto a la eficiencia de remoción de CT y *E. coli*, todos los tratamientos tuvieron una eficiencia de 100%. Con esto se corrobora que la resina de *Croton lechleri* tiene efecto en la inhibición de Coliformes totales y *E. coli* del agua de consumo.

Palabras clave: *Croton lechleri*, Sangre de grado, Coliformes totales, *E. coli*, Agua potable

Abstract

The objective of the article was to determine the efficiency of the grade blood resin (Croton lechleri) to inhibit the bacterial growth of total Coliforms and Escherichia coli present in the human drinking water from the Falingao creek. For this, a unifactorial experimental design was used with four levels (Croton lechleri resin concentration, 0, 20%, 40% and 80%) and three repetitions. The dependent variables that were measured were total coliforms and E. coli. Likewise, the D.S. N ° 031-2010-SA. Untreated water had a total Coliform concentration of 1600 NMP / 100 mL. After treatment, the control (T0, residual free chlorine 0.5 ppm) reduced the entire microbiological load of CT. The order of the treatments in the reduction of total Coliforms of the drinking water from highest to lowest was 0.80%, 40% and 20%. Concerning the decrease in E. coli, the control reduced the entire microbiological load of E. coli. The order of treatments in the reduction of E. coli from drinking water from highest to lowest was 0.80%, 40% and 20%. Untreated water had an E. coli concentration of 79 NMP / 100 mL. The treatments under study did not comply with the D.S. N ° 031-2010-SA. Finally, with respect to the removal efficiency of CT and E. coli, all treatments had an efficiency of 100%. This corroborates that Croton lechleri resin has an effect on the inhibition of total Coliforms and E. coli from drinking water.

Keywords: Croton lechleri, Grade blood, Total coliforms, E. coli, Drinking water.

Capítulo I

Introducción

1.1 Identificación del problema

Los países de América Latina no se han podido llegar a una cobertura total en abastecimiento y saneamiento de agua. El problema es aún más serio en calidad del agua y protección del recurso hídrico, por lo que nuestro país no es ajeno a esta realidad, el difícil acceso a las poblaciones alejadas, la falta de educación y de recursos económicos, han provocado que muchas zonas rurales de nuestro país no cuenten a la fecha con un adecuado sistema de servicio de saneamiento y agua potable que garantice la salud pública y evite la presencia de enfermedades gastrointestinales. Solo el 59.6% población del departamento de San Martín cuenta con servicio de agua potable al interior de sus viviendas, de los cuales no se garantizaba que fuese un agua totalmente segura (INEI, 2012).

En el Perú el nivel de servicio de agua potable y saneamiento es muy limitado para las zonas rurales, por lo que no se garantiza la salud pública de la población. Pese que existe en algunas poblaciones, instalaciones de sistemas de agua potable y saneamiento básico, estas no cumplen su función adecuadamente por lo que las zonas más alejadas de nuestro país están desprovistas de un agua potable óptima y por tanto están expuestas a enfermedades gastrointestinales.

El gobierno peruano ha enfatizado estrategias de intervención articulada y políticas nacionales, que conlleven a la reducción de la desnutrición, en coherencia con políticas internacionales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que incluyen reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible a agua potable. El acceso de la población al agua de calidad es un derecho. La mejora del saneamiento básico de la vivienda reduce la incidencia de enfermedades infecciosas entre 20 y 80% (Miranda, 2010).

El Perú ha modificado su Constitución Política incorporando el reconocimiento al Derecho Humano al agua, así con la Ley N° 30588, Ley de Reforma Constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional, se incluye en el texto constitucional: “Artículo 7°-A.- El Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos, de la misma manera el Estado promueve el manejo sostenible del agua, el cual se reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible” (ANA, 2017).

Zonas como la parte sierra de nuestro país presentan deficiente sistema de servicio de agua potable, en un estudio realizado con un total de 706 viviendas evaluadas, 78,6 % tuvieron Coliformes totales en Cajamarca, 65,5 % en Huancavelica y 64,1 % en Huánuco, El 72,0 % tuvieron *Escherichia coli* en Cajamarca, 37,4 % en Huancavelica y 17,5 % Huánuco. En Cajamarca, el 8,6 % de las muestras de agua fueron de buena calidad bacteriológica, mientras que en Huancavelica fue 4,3% y en Huánuco, 7,2 % (Tarqui, 2016).

En tanto en nuestra Región San Martín, muchas comunidades rurales, y de manera artesanal suelen utilizar la resina de sangre de grado *Croton lechleri*, como tratamiento en diferentes enfermedades, así como antibacteriano, antiinflamatorio y cicatrizante de uso tópico y oral. Debido a su contenido el látex, han demostrado actividad antiséptica, así como antioxidante y antibacteriano usado frente a *Tiña pedís*, infecciones estafilocócicas, gastroenteritis, enterocolitis, cólera y evita la putrefacción o inflamación de heridas (Ramírez, 2003).

La población rural del caserío Requena distrito de San Martín de Alao en la región San Martín no cuenta con el apoyo adecuado de las autoridades Regionales, Provinciales y Locales (Área Técnica Municipal). Por lo que los pobladores se organizan a través de

comités o asociaciones y con recursos propios tratan de canalizar sus fuentes de agua como quebradas riachuelos y ríos, logrando en su mayoría almacenar el agua, entubarla y distribuirlas a sus hogares, desconociendo el riesgo al que se exponen en cuanto a su salud, especialmente la de los niños y ancianos que por necesidad consumen el agua de manera directa sin previo tratamiento provocando una incidencia mayor de enfermedades gastrointestinales e infectocontagiosas, así como a presencia de parásitos intestinales, que a futuro puede desencadenar procesos epidémicos de consecuencias mortales.

La complejidad de los procesos que constituyen el tratamiento del agua va a depender de las características del agua superficial que se va a tratar; por este motivo, es necesario preservar la calidad del agua desde la fuente para evitar los costos ecológicos y sociales. El agua es de vital importancia para el ser humano, ya que, al ser considerado el solvente universal, ayuda a eliminar las sustancias que resultan de los procesos bioquímicos producidos en el organismo. Sin embargo, también puede transportar sustancias nocivas al organismo, ocasionando daños en la salud de las personas (Camacho, 2011).

En el caserío Requena, distrito de San Martín de Alao, el agua que se utiliza no es apta para el consumo humano, ya que es captada de la quebrada Falingao, a la cual se le canaliza almacena, entuba y distribuye a la población, solo de vez en cuando se le adiciona cloro granulado como medio de desinfección. Dicha agua es utilizada para el consumo humano directo, lavado de ropa y los utensilios del hogar. Tomando como referencia que dicha agua proviene de la quebrada Falingao el cual se sabe que contiene microorganismos contaminantes como Coliformes Totales y Termotolerantes, *Escherichia coli*, protozoarios, virus y levaduras, causantes de patologías gastrointestinales recurrentes en la población.

La zona del caserío Requena, distrito de San Martín de Alao, cuenta con un número de 200 familias que depende del abastecimiento del agua proveniente de la quebrada Falingao, que la utilizan para el consumo humano directo, así como para servicios de lavado de

utensilios y aseo. No siempre puede ser potabilizada debido a que de vez en cuando se le desinfecta con la adición de hipoclorito de calcio debido a la falta de presupuesto. Por desconocimiento y necesidad las familias utilizan el agua para la elaboración de sus alimentos, así como para su ingesta diaria, corriendo el riesgo de padecer alguna enfermedad gastrointestinal, afectando grandemente la salud de los pobladores más vulnerables como los niños y ancianos de dicho sector. Por lo que surge la intención de realizar un estudio de investigación de tipo experimental con el objetivo de poder inhibir el crecimiento microbiano de organismos causantes de afecciones gastrointestinales presentes en el agua de consumo, mediante la utilización de la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*), en el caserío Requena distrito de San Martín de Alao 2018, siendo beneficiaria la población por la desinfección de su agua de consumo.

¿En qué medida la aplicación de un diseño de desinfección utilizando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) influye en la inhibición del crecimiento bacteriano de Coliformes totales y *Escherichia coli* in vitro presentes en el agua de consumo humano provenientes de la quebrada Falingao – Caserío Requena – Distrito Martín de Alao – El Dorado?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Determinar la eficiencia de un diseño de desinfección utilizando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) para inhibir el crecimiento bacteriano de Coliformes totales y *Escherichia coli* presentes en el agua de consumo humano provenientes de la quebrada Falingao.

1.2.2 Objetivos específicos

- Generar un sistema de desinfección simple utilizando la resina de sangre grado (*Croton lechleri*) para potabilizar el agua proveniente de la quebrada Falingao.
- Determinar la capacidad antibacteriana de la resina de sangre de grado (*Croton*

lechleri) sobre los Coliformes totales y *Escherichia coli*, en las muestras de agua de la quebrada Falingao perteneciente al Caserío Requena Distrito de San Martín de Alao.

- Determinar la capacidad inhibidora de la resina de sangre de grado al 20, 40 y 80% en las muestras de agua de la quebrada Falingao in vitro.

1.3 Justificación

En nuestro país debido a su política de gobierno y falta de cumplimiento de mejoras sanitarias que garanticen la salud pública, las zonas urbanas y rurales no cuenta con un servicio adecuado de sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento, por lo que la población está expuesta a sufrir brotes continuos de enfermedades gastrointestinales e infectos contagiosas producto del consumo de agua no potable.

Muchos pobladores de zonas rurales alejadas suelen consumir el agua de ríos, quebradas y riachuelos de manera directa, Sin embargo algunas comunidades pueden organizarse y tener un sistema rustico que consiste en el proceso de poder captar, almacenar, desinfectar a través del hipoclorito de calcio y entubar el agua para ser utilizada por las familias, como única manera capaz de eliminar a todos los microorganismos contaminantes presente en el agua causantes de enfermedades gastrointestinales y enterolíticas.

La calidad bacteriológica del agua de consumo humano incluye indicadores capaces de detectar la contaminación fecal del agua y brinda una idea de la posible presencia de agentes patógenos que pongan en riesgo la salud de la población. En este sentido, el recuento de heterótrofos y la presencia de Coliformes totales dan una idea de la calidad del agua y *Escherichia coli* y los Enterococos son indicadores de contaminación fecal. Un estudio realizado en hogares de niños menores de cinco años, mostró que el 38,3 % de las muestras de agua tuvieron ausencia de Coliformes totales y *Escherichia coli*, siendo más afectados los hogares de la zona rural, en donde se observó que menos del 5 % tuvieron agua libre de

Coliformes totales y *E. coli*. Existen escasos estudios que evalúan la calidad del agua en los hogares peruanos, por ello, la Dirección Ejecutiva de Vigilancia Alimentaria y Nutricional realizó la vigilancia bacteriológica del agua en algunos departamentos con mayor pobreza (Huancavelica, Cajamarca y Huánuco) (Tarqui, 2016).

La idea de consumir un agua saludable accesible para todas las poblaciones del Perú, es de alto costo operativo, es una realidad que se presenta en los países de Latinoamérica por lo que muchas poblaciones rurales optan por la utilización de productos naturales como métodos de purificación del agua así como también para combatir patologías intestinales ocasionadas por Estafilococos (*Staphylococcus*), Estreptococos (*Streptococcus*), hongos, salmonella y *Escherichia coli*, mediante el uso de resina de la sábila (Moreno, 2010).

El motivo de este proyecto experimental es inhibir el crecimiento microbiano, presente en el agua para consumo humano del Caserío Requena - Distrito San Martín Alao. Los pobladores no tienen el servicio de agua potable por una empresa prestadora de servicio de agua y saneamiento. Por lo tanto, la implementación de un sistema de desinfección simple que satisficiera la necesidad de los pobladores, que se ven afectados cuando consumen el agua de forma directa sin desinfectar, por lo que se exponen a contraer enfermedades gastrointestinales especialmente en ancianos y niños. Por lo que se desea implementar una técnica de desinfección de agua a base de resina de *Croton lechleri* y de esta manera reducir los costos de tratamiento y desinfección, garantizando agua saludable en beneficio de cada familia.

1.4 Presuposición filosófica

La naturaleza es la creación más hermosa que Dios nos ha dado con la finalidad de cuidar, preservar y controlar la contaminación que generamos a nuestro ambiente “Génesis 1:28-30 De Jehová es la tierra y su plenitud; el mundo, y los que en él habitan (Sal. 24:1)”. Con este fin se logró identificar problemas ambientales relacionados con el agua, teniendo en cuenta

que la Quebrada Falingao que abastece al centro poblado de Requena cumple una variedad de funciones en diversos servicios de primera necesidad a la población haciendo uso de este recurso hídrico.

Sin embargo, vivimos en una actualidad donde, a nuestro elemento vital le estamos dando mal uso, causando desequilibrio en nuestro habitat, contaminándolo con desechos inorgánicos y orgánicos, solubles e insolubles que, en el futuro, al consumir esta bebida, perjudique nuestra salud y a la vez alterar al medio ambiente. Por origen de esta contaminación, nuestro habitat comienza a degradarse y a cambiar de forma, estos efectos que causa el hombre son evidentes en lo que se observa hasta hoy en nuestro planeta; la deforestación y la disminución del primordial proveedor de vida, el agua, porque sin agua no hay vida.

En el libro de génesis cap. 1-7 y 1-9, Dios nos bendijo con una naturaleza perfecta con ríos, quebradas, lagos y manantiales, etc. y nosotros debemos cuidar de ello. Por tal motivo como Bach. Ingeniería Ambiental nos centramos a indagar sobre la eficiencia de un diseño de desinfección utilizando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) para inhibir el crecimiento bacteriano de Coliformes totales y *Escherichia coli* presentes en el agua de consumo humano.

Capítulo II

Revisión de literatura

2.1 Fundamentos del objeto de estudio

2.1.1 Sangre de grado

La sangre de grado, látex del *Croton lechleri*, es un producto de nuestra Amazonía, usado por etnias nativas y difundido en diversas regiones del Perú, así como en otras latitudes, pues es un producto natural que ha traspasado las fronteras como una medicina natural efectiva. Se le conoce de diferentes maneras, como sangre de grado, sangre de drago o sangre de dragón; se usa de manera curativa como cicatrizante, aplicándolo directamente sobre la herida en la piel, en mordeduras de arañas, en abrasiones y ampollas. Se ha observado, en la medicina tradicional, su efecto sobre la inflamación y edema.

Su mayor utilidad está muy difundida, usándolo en las gastritis y úlceras gástricas, así como un coadyuvante en el tratamiento de las infecciones intestinales. Se trata de un árbol pequeño de hojas en forma de corazón que crece en áreas abiertas a las que llega el sol. Cuando se corta una de sus ramas, se agrega una savia de color rojo y sabor amargo. La sangre de grado se vende en forma líquida, tal como se extrae de la planta, o en corteza. La savia se extrae haciendo cortes en forma de “V” o en espiral con una cuchilla y se recolecta en un recipiente (Pieters, 1998).

El látex ha sido usado como parte de conocimientos ancestrales y de forma empírica por los pueblos indígenas. Sus principales usos se relacionan con el tratamiento de afecciones, como cáncer, diarrea, enfermedades gastrointestinales, afecciones dérmicas y dolor. Según hallazgos científicos, este extracto vegetal tiene diferentes propiedades inmunomoduladores, desinflamatorias, antivirales, antibacterianas, antiparasitarias y antioxidantes, entre otras. Las anteriores propiedades son debidas a metabolitos secundarios pertenecientes a diferentes

grupos: Fenoles, terpenoides, alcaloides, leptinas, polipéptidos tales como: la taspina y la 3'-4-O-dimetilcedrusina, con importantes propiedades cicatrizantes, la proantocianidina SP-303, con su actividad antiviral frente a virus de la familia Herpesvirus, virus de la hepatitis A y B e incluso frente al virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), la actividad antimicrobiana es debida a metabolitos, tales como el ácido clorequínico, las coberinas A y B y el 1,3,5-trimetoxibenceno y el 2,4,6-trimetoxifenol potentes frente a *Bacillus subtilis*, entre otros (Boletín -INDECOPI-2015).

2.1.2 El agua de consumo humano

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (Ministerio de Salud, 2011).

El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la salud (OMS), como "adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal". Está implícito en esta definición el requerimiento de que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana.

2.1.3 Gastroenteritis

La Gastroenteritis Aguda (GEA) infecciosa es una patología frecuente y de alto impacto, especialmente en niños menores de cinco años y adultos mayores. En nuestro medio, la causa más frecuente es viral (rotavirus y norovirus) seguido de *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli* diarreogénicas y *Campylobacter*. Habitualmente son cuadros autolimitados que no requieren estudio de laboratorio específico y cuyo manejo debe centrarse en la reposición hidro-electrolítica de acuerdo al grado de deshidratación. Existe evidencia sobre beneficio sintomático del uso de probióticos (*Lactobacillus GG* y *Saccharomyces boulardii*); racecadotril en cuanto a la diarrea; y Ondansetrón para los vómitos. En caso de sospecha de

agente invasor (bacteria o parásito) debe realizarse un estudio etiológico e iniciar terapia antimicrobiana de acuerdo al microorganismo identificado. La prevención de contagio mediante medidas de saneamiento y adecuada manipulación de agua y alimentos es fundamental. Actualmente se dispone de vacunas efectivas contra algunos de los agentes involucrados (ej. rotavirus), que deben recomendarse en grupos de riesgo (Yalda, 2014).

2.1.4 Enfermedades gastrointestinales

Se le llama infecciones gastrointestinales, debido a que afectan el sistema digestivo. Es decir, es una condición médica caracterizada por la inflamación del tracto gastrointestinal, que implica el estómago y el intestino delgado, lo que da como resultado una combinación de diarrea, vómitos, y dolor abdominal. Aunque no tiene ninguna relación con la influenza, se le llama incorrectamente gripe estomacal y gripe gástrica. Bajo este término general se engloban diversos tipos de irritación e infección del tracto digestivo (Marcotegui et al, 2010).

Habitualmente se trata de una infección menor del tracto digestivo, que se produce cuando algunos microorganismos se multiplican con rapidez en el estómago y en el intestino. Aunque por lo general está causada por un virus, puede tener otros orígenes, como las intoxicaciones por alimentos contaminados o por medicamentos. Los riesgos que conlleva una gastroenteritis dependen de la edad, del estado de salud general del paciente y de las causas que la han generado. Estos síntomas desaparecen rápidamente después de 3-4 días. El tratamiento consiste en reponer agua y electrolitos (fundamentalmente sodio y potasio) y régimen bajo en celulosa (fibra). Se presentan sobre todo en las temporadas de calor porque la presencia de bacterias aumenta debido a las altas temperaturas durante el día y las constantes lluvias que humedecen el ambiente.

Son provocadas por virus, bacterias o parásitos intestinales que penetran al organismo por medio de alimentos y agua contaminada principalmente con materia fecal. El contagio puede ser también de persona a persona.

2.1.5 Agentes causantes de Enfermedades Intestinales

2.1.5.1 Coliformes Totales

Debido a que un gran número de enfermedades son transmitidas por vía fecal-oral utilizando como vehículo los alimentos y el agua, es necesario contar con microorganismos que funcione como indicador de contaminación fecal. Estos deben de ser constantes, abundantes y exclusivos de la materia fecal, deben tener una sobrevivencia similar a la de los patógenos intestinales y debe de ser capaces de desarrollarse extraintestinalmente. El grupo Coliformes es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo, las características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en aguas potables, por lo que el grupo Coliformes se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; conforme mayor sea el número de Coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente. Cuando los Coliformes llegan a los alimentos, no sólo sobreviven, sino que se multiplican, por lo que en los alimentos el grupo Coliformes adquiere un significado distinto al que recibe en el agua.

En productos alimenticios que han recibido un tratamiento térmico (pasteurización, horneado, cocción, etc.), se utilizan como indicadores de malas prácticas sanitarias. Los microorganismos Coliformes constituyen un grupo heterogéneo con hábitat primordialmente intestinal para la mayoría de las especies que involucra. El grupo de bacterias Coliformes totales comprende todos los bacilos Gramnegativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. El grupo de Coliformes fecales, está constituido por

bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 h. de incubación a $44.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente es *Escherichia coli*. La demostración y el recuento de organismos Coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivo líquidos y sólidos con características selectivas y diferenciales (Brock, 2000).

2.1.5.2 Escherichia coli

Es un bacilo corto Gram negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* patógenas que provocan enfermedades diarreicas. Estas *E. coli* se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca la enfermedad por un mecanismo diferente. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos. Este grupo de bacterias se encuentran constituido por las siguientes cepas: *Escherichia coli* enterotoxigénica (ETEC), *Escherichia coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *Escherichia coli* enteroinvasiva (EIEC), *Escherichia coli* enteroagregativa (EAEC) *Escherichia coli* enteroadherente difusa (DAEC). Existen otras cepas que no han sido perfectamente caracterizadas; de las cepas anteriores, las 4 primeras están implicadas en intoxicaciones causadas por el consumo de agua y alimentos contaminados.

Escherichia coli enterotoxigénica ETEC: es reconocida como el agente causal de la diarrea del viajero, la cual se caracteriza por diarreas acuosas con o sin fiebre. Este tipo de infecciones es muy frecuente en países subdesarrollados y afecta principalmente a los niños. Patogénesis: El microorganismo es capaz de producir dos tipos de toxina. Una toxina termolábil de aproximadamente 89 kDa cuya secuencia, antigenicidad y función es similar

a la toxina del cólera, la otra toxina que produce es termoestable y es de bajo peso molecular (4 kDa) y es capaz de resistir temperaturas de ebullición hasta por 30 minutos. La infección puede ser adquirida

Por el consumo de alimentos como vegetales frescos (lechuga en ensaladas) y agua. La dosis infectiva para adultos ha sido calculada en aproximadamente 10⁸ bacterias, por otra parte, en jóvenes y ancianos la dosis infectiva puede ser más baja. *Escherichia coli* enteropatógena ECEP: Es causa importante de diarrea en los lactantes particularmente en los países en vías de desarrollo. La ECEP se adhiere a las células de la mucosa del intestino delgado. Sus factores de virulencia favorecen la adhesión y en ocasiones penetra a las células mucosas. La infección por ECEP provoca diarrea acuosa generalmente autolimitada, aunque en ocasiones puede ser crónica. Patogénesis. El microorganismo produce dos proteínas: la intimina que es codificada por el gen eae y un factor de adherencia que es codificado por un plásmido, ambas proteínas permiten su unión a los enterocitos y la destrucción de las microvellosidades intestinales. Las epidemias causadas por este microorganismo se deben al consumo de agua contaminada y productos cárnicos. En estudios con voluntarios se encontró que la dosis infectiva es de 10⁶ microorganismos. La diarrea por ECEP se ha vinculado con múltiples serotipos específicos de *Escherichia coli* los cuales pueden ser identificados mediante la tipificación del antígeno O (somático) y en ocasiones del antígeno H (flagelar).

Escherichia coli enteroinvasiva EIEC. Este microorganismo se encuentra estrechamente relacionado con el género *Shigella*, produce una enfermedad similar a la Shigelosis. La enfermedad se presenta comúnmente en niños de países subdesarrollados y en personas que viajan a dichos lugares. La EIEC provoca la enfermedad (diarrea disintérica invasiva) al invadir las células epiteliales de la mucosa intestinal. A pesar de que la dosis infectiva para

Shigella es de 10 a 100 microorganismos, en el caso de EIEC la dosis infectiva es de aproximadamente 10^6 bacterias.

Algunas características importantes de este microorganismo que permiten diferenciarlo de la cepa típica de *E. coli* son: No utiliza la lactosa como fuente de carbono, no descarboxilan la lisina, es inmóvil y anaerogenicos. La patogenicidad de este organismo se debe a su capacidad para invadir y destruir el epitelio del colon debido a que es capaz de evadir la lisis en los fagolisosomas.

Escherichia coli enterohemorrágica EHEC produce verotoxina, denominada así por su efecto citotóxico sobre las células Vero, una línea de células renales de monoverde africano. Existen al menos dos variantes antigénicas de la toxina. La ECEH se ha asociado con colitis hemorrágica, una variedad grave de diarrea; y con el síndrome urémico hemolítico, enfermedad capaz de producir insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica microangiopática y trombocitopenia. La verotoxina tiene muchas propiedades similares a la toxina Shiga producida por algunas cepas de *Shigella dysenteriae* tipo 1; De los serotipos de *E. coli* que producen la verotoxina el más común y el único que puede identificarse en muestras clínicas es el O157:H7. La *E. coli* O157:H7 no emplea sorbitol y es negativa a la prueba de MUG. La causa más común de esta infección es el consumo de carne sin cocinar o poco cocinada, particularmente carne picada procesada en grandes cantidades. Los casos de colitis hemorrágica y sus complicaciones asociadas pueden prevenirse mediante la cocción completa de la carne.

La bacteria *Escherichia coli* Termotolerante forman parte del total del grupo Coliformes, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas. La presencia de Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias Coliformes se encuentran en mayor

abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. (Wolfgang et all, 2001).

Los niveles recomendados de bacterias Coliformes fecales son:

Agua potable: 0 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

Natación: menos de 200 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

Navegar/Pescar: menos de 1,000 colonias por 100 ml de la muestra de agua.

2.1.5.3 Enterovirus

Es un género de virus de ARN de sentido positivo asociado con diversas enfermedades en humanos y otros mamíferos. En estudios serológicos se han identificado 66 serotipos de enterovirus humanos, según los resultados de los test de neutralización de anticuerpos. Se han definido variantes antigénicas adicionales en varios de los serotipos atendiendo a la neutralización cruzada reducida o no recíproca entre diferentes cepas de una misma variante. Atendiendo a su patogénesis en humanos y animales. Los Enterovirus afectan a millones de personas en todo el mundo cada año, encontrándose frecuentemente en las secreciones respiratorias (saliva, esputo o moco nasal) y deposiciones de personas infectadas, así como en agua y comida contaminada. Históricamente, la poliomielitis era la enfermedad más significativa causada por un enterovirus. Hoy día conocemos 62 enterovirus, además de los Poliovirus, que causan enfermedades en humanos: 23 Coxsackie A virus, 6 Coxsackie B virus, 28 Echovirus, y otros 5 Enterovirus. Los Poliovirus, así como coxsackie y echovirus se transmiten por la vía fecal-oral. Las infecciones producen sintomatología muy diversa, pudiendo provocar desde una ligera afección respiratoria (resfriado común), fiebre aftosa humana, conjuntivitis hemorrágica aguda, meningitis aséptica, miocarditis, enfermedad similar a la sepsis neonatal severa, y parálisis flácida aguda (Brock, 2000).

2.2 Marco Legal

2.2.1 Constitución Política del Perú

En el Capítulo II, Los Recursos naturales renovables y no renovables, son patrimonio de la nación, El Estado es soberano en su aprovechamiento, La Carta Magna en su Art 2, inciso 22 “reconoce como derecho fundamental de la persona humana, entre otros, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

2.2.2 Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338

La vigente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. De igual modo, la ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

2.2.3 Ley General de Salud Ley N° 26842

Esta Ley establece y nos da a conocer que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla; en el Art 103 señala que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente así mismo en el Art 105 nos fundamenta que corresponde a la Autoridad de Salud competente, la misión de dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambiental, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

2.2.4 Norma OS.020

Norma que establece los criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.

2.2.5 Ley general del ambiente, ley N° 28611

Establece en sus artículos 90, 114 y 120 sobre la protección de la calidad de las aguas:

Artículo 90.- Del recurso agua continental; nos explica que el Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso.

Artículo 114.- Del agua para consumo humano; en esta parte señala que el acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población. Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares. En caso de escasez, el Estado asegura el uso preferente del agua para fines de abastecimiento de las necesidades poblacionales, frente a otros usos.

Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas señala lo siguiente:

120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

2.2.6 Decreto Supremo N° 006-2017-AG

Modifica al Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG que en el título V:

Art. 75°: Señala que la protección del agua incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ella.

Art. 76°: Constituye a la Autoridad Nacional del Agua en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa. Fiscaliza el cumplimiento de calidad ambiental del agua sobre la base de los ECAs para agua.

Artículo 103.- sobre la Protección del agua establece lo siguiente:

103.1 La protección del agua tiene por finalidad prevenir el deterioro de su calidad; proteger y mejorar el estado de sus fuentes naturales y los ecosistemas acuáticos; establecer medidas específicas para eliminar o reducir progresivamente los factores que generan su contaminación y degradación

2.2.7 D. S N° 004-2017-MINAM

Este decreto, aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias:

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua; En este artículo señala sobre la Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

2.2.8 Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA

Esta resolución Jefatural, contiene el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, en el Perú.

2.2.9 Ministerio de Salud

El ministerio de salud nos dice que es responsable de la vigilancia sanitaria, a través de sus oficinas regionales y locales. Estas oficinas deben realizar acciones que complementen las medidas técnicas identificadas por la municipalidad y la JASS (DIRESA & MVCS, 2014).

2.2.10 Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

El MVCS, está facultado para la gestión de la calidad de agua para consumo humano, como el de generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos (DIRESA & MVCS, 2014)

Funciones:

- Ejecutar acciones de promoción, asistencia técnica, capacitaciones, investigación científica y tecnológica en materia de construcción y saneamiento.
- Apoyar técnica y financieramente a los gobiernos locales en la prestación de los servicios básicos de saneamiento

2.2.11 Competencias de la municipalidad

La municipalidad cuenta con un área técnica de saneamiento básico rural. Su participación en la vigilancia sanitaria de la calidad de agua es indispensable (DIRESA & MVCS, 2014). Y por ende cuenta con las siguientes responsabilidades:

Promover la formación de organizaciones comunales para la administración operación y mantenimiento de los servicios de SABA

Reconocimiento y registro de la JASS.

Velar por la sostenibilidad de los sistemas instalados

Participar en el financiamiento de la prestación de los servicios.

Inspección sanitaria y operacional en coordinación con el sector de salud.

Capacitación: se realiza de manera permanente y debe estar dirigida a la comunidad y JASS, y lo realiza en coordinación con el centro de Salud.

2.2.12 Junta administradora de servicios de saneamiento – JASS

El JASS, se encarga de la administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua, eliminando excretas y residuos sólidos para dotar servicios de calidad, (DIRESA & MVCS, 2014).

Funciones.

- Gestiona (Administra, opera y mantiene) los servicios de Saneamiento.
- Informar a la asamblea general de usuarios acerca de las condiciones en las que se encuentra el sistema de agua y saneamiento

- Maneja los recursos económicos, autoriza gastos y aprueba rendición de cuentas.
- Elabora y ejecuta el plan operativo de trabajo, presupuesto anual y propone la cuota familiar.
- Gestiona a diversas instituciones locales la mejora del sistema de saneamiento básico.

2.3 Definición de Términos

a. Resina

Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire, obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas (Torres, 2013).

b. Número más probable (NMP)

Técnica de determinación microbiológica implementada en el Perú, a través del uso de tubos múltiples para la evaluación de la calidad de las aguas, así como la presencia de microorganismos contaminantes como Coliformes Totales y Fecales (Camacho, 2009).

c. Inhibición

Acción y efecto de inhibir o inhibirse. En microbiología, la acción de evitar el crecimiento y desarrollo de microorganismos (Brock, 2000).

d. Bactericida

Termino que en Biología refiere a la acción que destruye las bacterias (Wolfgang, 2001).

e. Desinfección

Acción y efecto de desinfectar. En biología la acción de eliminar cualquier microorganismo contaminante presente en alguna solución o superficie (Wolfgang et all, 2001).

f. Potabilización

Acción de potabilizar. Técnicas por la cual se procura dar tratamiento físico y

/o químico a una fuente de agua con la intención de convertirla en un agua saludable para el consumo humano (MINSA, 2011).

g. Macfarlán

Consiste en una serie de tubos herméticamente cerrados, previamente calibrados y con una densidad óptica diferente originada por la aparición de un precipitado de sulfato de bario (SO_4Ba) resultante de la reacción entre el cloruro de bario (Cl_2Ba) al 1,175% (0,048 M) y el ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1% (0,36N). Esta turbidez puede interpretarse ópticamente o por métodos espectrofotométricos y cada una de ellas se corresponde a una concentración conocida de bacterias/ml (Wolfgang et al, 2001).

2.4 Antecedente de la investigación

2.4.1 Antecedente internacional

En estudios realizados a la resina de sangre de grado se identificó: esteroides, cumarinas, alcaloides (tipo isoquinoléico y fenantrénico (taspina) flavonoides, taninos (54%), saponinas (baja concentración), antocianinas, proantocianidina -1, proantocianidina-4, proantocianidina (SP303); antracenos; compuestos reductores (4%) como lactosa, galactosa y ramnosa, triterpenoides, compuestos fenólicos (ácido gálico); además contiene vitamina A, E y C; contiene ácidos orgánicos de carácter débil, almidón, celulosa, grasas, lignanos (dihidrobenzofurano 3,4-dimetilcedrusina y dihidrobenzofurano 4-0-metilcedrusina), mucílagos, proteínas, catequinas (epicatequina, galocatequina, epigallocatequina) (Ramírez, 2003).

Se realizó el control microbiológico de extractos de *Croton lechleri* expedido en el comercio bajo el nombre de "Sangre de grado". Además, se evaluó la actividad antibacteriana del mismo. Se analizaron 50 muestras provenientes de los departamentos de Lima, San Martín, Huánuco y Ucayali. De 47 muestras provenientes de Lima, 18% fueron positivas a Coliformes totales y un 9% a Coliformes fecales. Se determinó una marcada actividad

antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus* en extractos provenientes de Ucayali en diluciones del 50% y 100% (Huapaya, 2010).

2.4.2 Antecedente Nacional

Según Torres (2014), en su tesis “Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de Luma chequen (molina) A. Gray “arrayán” frente a patógenos aislados de hemocultivos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, Lima – Perú. El tamizaje fitoquímico del estudio de actividad antimicrobiana de Luma chequen “Arrayán”, planta nativa alto andina del sur del Perú, utilizada por nuestros ancestros para aliviar diversos problemas de la salud por sus distintas propiedades medicinales Luma chequen determinó la presencia de compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, alcaloides y leucoantocianidinas. La evaluación de la actividad de los extractos lo realizó mediante el método modificado de difusión en “pocillos”, donde determino que el extracto etanólico presentó la mayor actividad antimicrobiana frente a los patógenos evaluados. En cuanto a la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del extracto etanólico, Sus resultados más notorios fueron frente *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Klebsiella pneumoniae* con una CMI de 3,125 mg/mL y contra *Candida tropicalis* y *Candida parapsilosis* que presentaron una CMI de 1,56 mg/mL. Se concluye que “Luma chequen” “Arrayán” presenta amplio espectro de acción antimicrobiana, para el caso de bacterias el extracto etanólico de arrayán presentó mayor efectividad en la inhibición del crecimiento de estos patógenos, representando el 90,02% del halo obtenido por Gentamicina, antibiótico utilizado como control positivo y en el caso de levaduras del género cándida el extracto metabólico represento el 77,2% del halo obtenido por fluconazol.

Sandoval et all 2006, en su trabajo de Investigación “Capacidad antioxidante de la sangre de grado (*Croton palanostigma*) sobre la mucosa gástrica, en animales de experimentación” la administración de sangre de grado por vía orogástrica, tiene efecto antioxidante sobre la

mucosa gástrica, pues se observa menor lipoperoxidación, respecto al grupo de injuria, por administración de alcohol, lo que potencia su acción citoprotectora.

Capítulo 3

Materiales y métodos

3.1 Descripción del lugar de ejecución

El Trabajo de investigación se desarrolló en el caserío Requena, Provincia del Dorado, Distrito de San Martín de Alao, el enfoque del estudio se encuentra ubicado a una altura: 660.27 msnm Coordenadas: 9280022 Norte y 301260.2 Este. En la Figura 1 se muestra la ubicación del lugar de estudio.

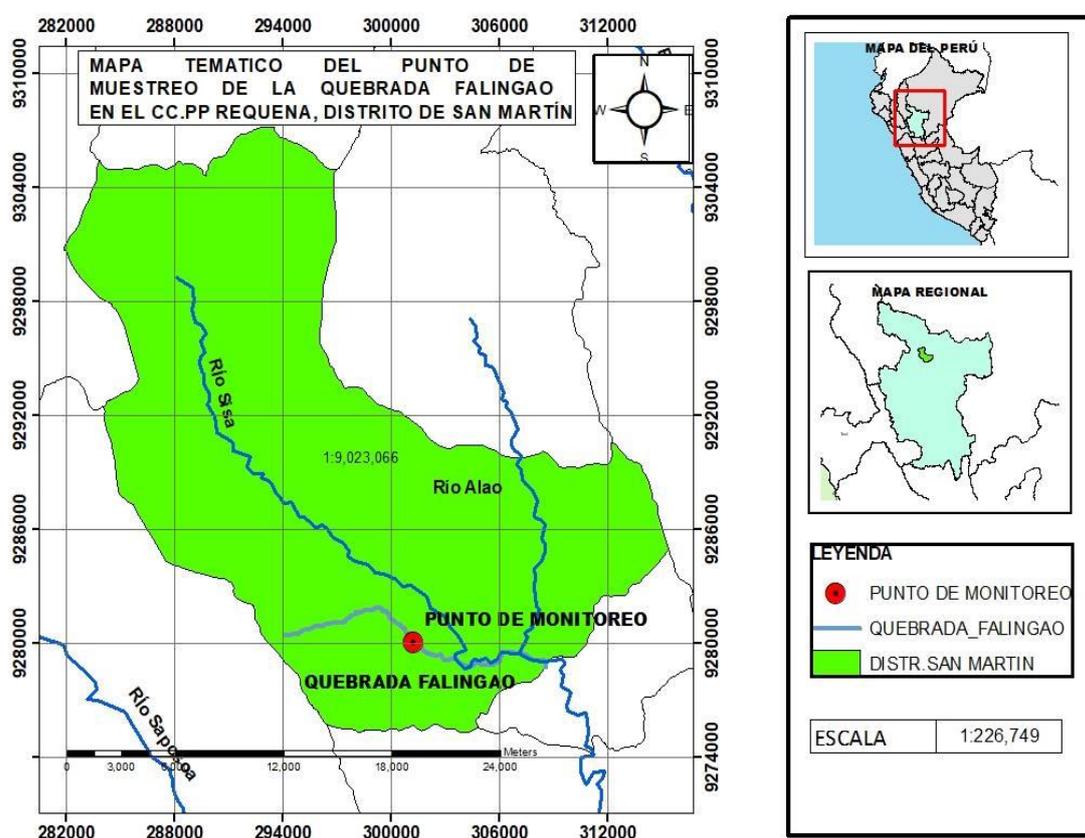


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

3.2 Población y muestra

3.2.1 Poblaciones de informantes o muestras

El centro de Salud Requena, presenta reporte de casos de afecciones intestinales en niños y en ancianos en mayor incidencia. Por lo que mencionan a la causa referida a estas afecciones sea por la ingesta de agua entubada que posee la población. Es por ello que los datos del muestreo serán intencionados dado que la muestra de agua fue tomada de la zona de captación de la quebrada Falingao del Caserío Requena Distrito de San Martín de Alao-2018. Para la recolección de información se realizó la tabulación de los datos y elaboración de esta investigación se procedió del siguiente modo:

3.2.2 Toma de muestras

Se procedió a tomar las muestras de agua, según el protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales regido por la Resolución Jefatural N°. 010-2016-ANA, en la zona de captación de la quebrada Falingao- ubicada aproximadamente 3 km del Caserío Requena - distrito San Martín de Alao. Se recolectaron 2 muestras y 2 contra muestras de 500 ml de agua en 4 frascos de vidrio estériles, tomando en cuenta las barreras de protección (guantes estériles, cofia, buconasal, mandil y botas) para evitar contaminarse o contaminar la muestra. Las muestras tomadas se mantuvieron en refrigeración a una temperatura promedio de 4 a 8°C, en un cooler, hasta ser transportado y procesados en el laboratorio de Ambiental de la UPeU –T y el laboratorio Acreditado (Inspection & Testing Services del Perú S.A.C) por -INACAL. Las muestras iniciales antes de comenzar el tratamiento de enfrentamiento con la resina de Sangre de Grado fueron enviadas al laboratorio acreditado por – INACAL, se tomaron en cuenta analizar las variables de Coliformes totales, *Escherichia coli* Termotolerante, pH, conductividad, oxígeno disuelto, hierro, cianuro, color, olor, turbidez y plomo, de acuerdo al D.S. N°.031 – 2010 – S.A. del Ministerio de Salud.

Estos resultados se utilizaron como referencia frente a los datos que obtendremos durante la ejecución de nuestro proyecto. De la misma manera las muestras que después de iniciado

el tratamiento con la resina de sangre de grado se le envió al laboratorio acreditado por – INACAL, se tomaron en cuenta también analizar las variables de Coliformes totales, *Escherichia coli* Termotolerante, pH, conductividad, oxígeno disuelto, hierro, cianuro, olor, turbidez y plomo, cuyos resultados nos sirvió de referencia frente a los datos que obtuvimos durante la ejecución de nuestro proyecto.

3.2.3 Análisis de Laboratorio

Las muestras tomadas fueron analizadas y procesadas en los laboratorios de Ambiental de la Escuela de Ingeniería Ambiental/ Facultad FIA/UPeU-Tarapoto a través de Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y Residuales (NMP) y UFC dadas por DIGESA - MINSA. Se consideró también el envío de las muestras tomadas de agua antes y después del tratamiento con las concentraciones de resina de sangre de grado a un Laboratorio particular acreditado (Inspection & Testing Services del Perú S.A.C) por - INACAL, para el análisis microbiológico de la presencia de Coliformes totales y *Escherichia coli* Termotolerante

3.2.4 Ordenación de materiales e interpretación de datos

Una vez obtenido los diagnósticos de los laboratorios, los resultados fueron procesados mediante programa SPSS y evaluados de acuerdo a los resultados obtenidos.

Basado en trabajos anteriores se procedió hacer análisis estadísticos en diseños multivariados proyectándonos a utilizar un análisis e Clúster, así como de Componente Principal y a esto incluir una estadística descriptiva de los principales parámetros.

3.2.5 Identificación: Coliformes totales

Para identificar a los organismos del grupo de los Coliformes totales y *Escherichia coli* Termotolerante se aplicó la técnica de los tubos múltiples Numero más probable – NMP, utilizados por DIGESA Y CENAN.

- Se preparó 15 tubos de ensayo con tapa rosca (3 filas, cada fila con 5 tubos)

conteniendo 10 ml de Caldo Lauril sulfato más campana de Durham.

- Se vertió 10 ml de la muestra (agua de la quebrada Falingao) a los 5 tubos de la primera fila con Lauril sulfato.
- Se vertió 1 ml de la muestra a los 5 tubos de la segunda fila con Lauril sulfato.
- Se vertió 0.1 ml de la muestra a los 5 tubos de la tercera fila con Lauril sulfato.
- Se incubo por 24 horas a 37° C en incubadora.
- Hacer lectura: Se consideró positivo inicialmente aquellos tubos que presentaron turbidez y gas (elevación de la campana de Durham, dichos tubos positivos fueron separados.
- Prueba Confirmativa: Los tubos separados como positivos se sembraron a través de la técnica de asada en tubos tapa rosca contenidas de 10 ml de Caldo Brilla más campana de Durham. Estos tubos fueron incubados a 37°C por 24 horas. Los tubos positivos (presencia de gas y turbidez), fueron contabilizados y comparadas con la tabla de tubos múltiples de Número más probable, obteniéndose un valor nominal.

El procedimiento de esta prueba se observa en la Figura 2

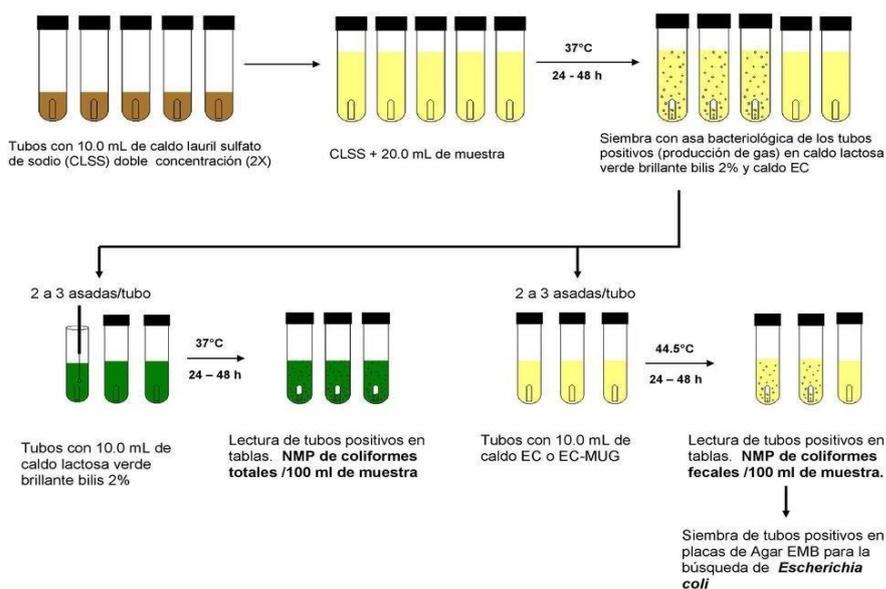


Figura 2. Determinación del número más probable del Coliformes

Fuente: UNAM (2009).

3.2.6 Identificación de *Escherichia coli*

- Se separó los tubos positivos confirmados para Coliformes Totales a través del Caldo Brilla.
- Los tubos positivos de caldo brillan fueron sembrados por asada en tubos con 10 ml de Caldo E. coli más tubos de Durham.
- Dichos tubos sembrados se incubaron a 44.5°C por 24 horas en Baño de María.
- Pasada las 24 horas se realizó la lectura de los tubos positivos (turbidez y gas). Los tubos positivos fueron separados y se les añadió 3 gotas del Reactivo de Kovacs y se esperó 2 minutos para presenciar la formación de un anillo color cereza sobre la superficie del caldo. La presencia del anillo cereza indica positivo para la presencia de *Escherichia coli* Termotolerante. Dicha cantidad de tubos positivos para la formación del anillo cereza fueron comparados y sembrados en placas Petri con agar EMB e incubados a 37°C por 24 horas. Los resultados positivos son comparados con la tabla de tubos múltiples para NMP y se obtuvo un resultado nominal.

3.2.7 Preparación de solución inhibitoria

La obtención de la resina del tallo de la planta de sangre de grado (*Croton lechleri*) se realizó aplicando un corte diagonal en el tallo de la planta, previa una desinfección con alcohol en la zona de corte, la recepción de la resina se realizó en un frasco estéril. Basándonos en las pruebas de acción inhibitoria de la sangre de grado sobre microorganismos gastrointestinales (Tamariz, et al 2003) se realizó diluciones al 20, 40 y 80% % de concentración, para ello se utilizó agua destilada estéril, con la finalidad de no alterar sus caracterizas fisicoquímicas de la resina. Tomando en cuenta que la resina pura extraída de la planta de Sangre de Grado se encuentra a una concentración del 100%, necesitamos diluir su concentración a 20%, para ello se utilizó 80 ml de agua destilada estéril y 20 ml de la solución concentrada de sangre de grado; la concentración al 40% se utilizó 60 ml de agua

destilada estéril y 40 ml de solución concentrada de sangre de grado y para la concentración al 80% se utilizó 20 ml de agua destilada estéril y 80 ml de solución concentrada de sangre de grado. Las concentraciones se mantuvieron en frascos estériles y en refrigeración.

3.2.8 Confrontación – Acción inhibitoria para Coliformes totales

- Se tomaron 4 tubos de ensayos con 10 ml de caldo Mueller Hinton (tubos N°01, 02, 03 y 04) y se realizó la siembra con asa en anillo de los Coliformes totales identificados como positivos del caldo brilla y se incubará por 24 horas a 37° C.
- Se observó la presencia de turbidez (presencia de microorganismos) y se comparó la concentración bacteriana con los tubos del Nefelómetro de MCFARLAND.
- La muestra del tubo N° 01 (Muestra Patrón), se agregó 0.5 ml de solución hipoclorito de calcio a una concentración de 0.5ppm, por un tiempo de contacto de 10 minutos, posteriormente se sembró directamente sobre 3 placas Petri contenidas con agar Miller Hinton la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.
- La muestra del tubo N° 02, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 20% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.
- La muestra del tubo N° 03, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 40% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Se incubo

a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.

- La muestra del tubo N° 04, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 80% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.

3.2.9 Acción inhibitoria para *Escherichia coli*

- Se tomaron 4 tubos de ensayos con 10 ml de caldo Mueller Hinton (tubos N° 01, 02, 03 y 04) y se realizó la siembra con asa en anillo de los tubos identificados como positivos en caldo E. coli y agar EMB, para *Escherichia coli* y se incubo por 24 horas a 37° C.
- Se observó la presencia de turbidez (presencia de microorganismos) y se comparó la concentración bacteriana con los tubos del Nefelómetro de MCFARLAND.
- La muestra del tubo N° 01 (Muestra Patrón), se agrega 0.5 ml de solución hipoclorito de calcio a una concentración de 0.5 ppm, por un tiempo de contacto de 10 minutos. Pasado los 10 minutos se procedió a sembrar directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Si incubo a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.
- La muestra del tubo N° 02, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 20% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digrafsky. Se incubo

a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.

- La muestra del tubo N° 03, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 40% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digralsky. Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.
- La muestra del tubo N° 04, se le añadió 0.5 ml de la solución de resina de Croton lechleri al 80% y se dejó por un tiempo de exposición de 10 minutos. Pasado los 10 minutos, se sembraron directamente sobre 3 placas de agar Miller Hinton cada uno la cantidad aproximada de 0.5 ml y se extendió usando el asa de Digralsky. Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego de las 24 horas se procedió a contabilizar el número de colonias desarrolladas.

3.3 Diseño de sistema de desinfección

Obtenidos los valores referenciales en cuanto a la acción desinfectante de la resina de Sangre de Grado en sus diferentes concentraciones sobre las Coliformes totales y *Escherichia coli*, se elaboró un prototipo piloto en el Laboratorio de Ambiental para poder retener el color, sabor, olor y turbidez que genera la aplicación de la resina sobre el agua tratada. Por lo cual se implementó un sistema de filtración con carbón activado a menor escala (Amézquita, 2016). El cual cuenta con un pequeño tanque de recepción de 5000 c.c. de capacidad donde se aplicó la dosis de la resina de sangre de grado, el cual se dejará actuar unos 10 minutos y luego por gravedad se realizó del proceso de filtración a través de un filtro de arena (2000 c.c de capacidad), seguido de un filtro de carbón activado (4000 c.c. de capacidad) teniéndose a la salida del proceso de filtración un grifo para regular la salida

como agua tratada. (Anexo N° 01).

3.4 Métodos e instrumentos de recolección de datos

Se procedió a realizar una encuesta a la población del Caserío Requena del distrito San Martín de Alao, que se abastecen del agua de la quebrada Falingao, para recopilar información sobre si presentan o presentaron infecciones enterocolíticas producto del consumo del agua entubada proveniente de la quebrada Falingao, basándonos también por los datos estadísticos que presenta el Centro de Salud Requena sobre las afecciones intestinales presentes en la población. La encuesta se realizó a partir de la fecha en que se iniciará el estudio; Para cada una de las familias encuestadas se obtendrá información relativa:

- Incidencia de enfermedades enterocolíticas.
- Exposición continua a los factores de riesgo de infecciones enterocolíticas.
- Datos sobre los resultados de análisis de laboratorio y /o diagnóstico médico sobre las enfermedades enterocolíticas presentadas.

Tabla 1. *Instrumentos de campo*

Técnicas	Instrumentos	Informantes
Revisión documentaria	Fichas de registro	Encargado del proyecto
Encuesta	Cuestionario	Población
Observación	In situ Toma de muestras	Con los Pobladores

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.5 Diseño de investigación

El presente estudio es de tipo experimental, porque se valoró el efecto de una o varias variables, donde el investigador manipula las condiciones de la investigación. Es prospectivo, porque es un estudio longitudinal en el tiempo que se diseña y comienza a

realizarse en el presente, pero los datos se analizaron transcurridos un determinado tiempo, en el futuro. Es in vitro porque la técnica para realizar un determinado experimento se realiza en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.

Se utilizó un diseño experimental unifactorial (concentración de resina de *Croton lechleri*) con cuatro niveles (20%, 40%, 80% y 0%) con 3 repeticiones, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentración de resina de sangre de grado

Variable dependiente	Concentración				Total
	20%	40%	80%	0% (Testigo)	
	R1	R1	R1	R1	
Coliformes Totales	R2	R2	R2	R2	12
	R3	R3	R3	R3	
	R1	R1	R1	R1	
<i>Escherichia coli</i>	R2	R2	R2	R2	12
	R3	R3	R3	R3	
Total	6	6	6	6	24

Fuente: Elaboración propia

3.6 Formulación de hipótesis

H₀: El diseño de un sistema de desinfección usando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) no permite desinfectar el agua de consumo de la población de Falingao, a través de la reducción del grado de inhibición in vitro de Coliformes totales y *Escherichia coli*.

H₁: El diseño de un sistema de desinfección usando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) permite desinfectar el agua de consumo de la población de Falingao, a través de la reducción del grado de inhibición in vitro de Coliformes totales y *Escherichia coli*.

3.7 Sistema de variables

3.7.1 Variable Independiente

Concentración de resina de sangre de grado (20%, 40%, 80% y 0%)

3.7.2 Variable Dependiente

Carga Bacteriana: Coliformes totales y *Escherichia coli*

3.8 Operacionalización de Variables

En la Tabla 3 se muestra la operacionalización de la variable dependiente para el presente estudio.

Tabla 3. *Operacionalización de la variable independiente*

Variable independiente	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala
Resina de sangre de grado	Es un látex o resina líquida que toma el tono rojizo, tiene propiedades bactericidas, cicatrizante de tejidos a nivel interno y externo en el ser humano. Se aplica directamente en las heridas o cortes como desinfectante, y	Líquido de la sangre de grado que fluye del corte de la corteza de la planta. Presenta propiedades bactericidas y regenerativas de tejidos.	acción bactericida de la sangre de grado <i>croton lechleri</i> sobre bacterias patógenas (coliformes totales, termotolerantes, <i>pseudomona</i> , <i>vibrium</i> , <i>estreptococos</i> , <i>staphylococcus</i> , <i>helicobacter pylori</i>)	cmi(concentración mínima inhibitoria) cml (concentración máxima letal)	20% de concentración 40% de concentración 80% de concentración	Nominal

también puede realizarse la ingesta vía oral mediante solución diluida.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se muestra la operacionalización de la variable dependiente para el presente estudio.

Tabla 4. *Operacionalización de la variable dependiente*

Variables dependientes	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	ítems	Escala
Coliformes totales	Microorganismos que están presentes en el medio ambiente, llegando incluso a ser propios del sistema digestivo de los animales, pueden	Coliformes Totales y la Escherichia coli, pertenecen al grupo de bacterias Gram Negativas causantes de enfermedades enterocolíticas graves.	Coliformes totales	Tiempo: 24-48 h Temperatura: 37°C	Presencia Ausencia	Nominal

	adecuarse a diferentes climas y temperaturas.	Suele estar presentes en afluentes de aguas que no han sido tratadas o desinfectadas.				
	Microorganismos que están presentes en el medio ambiente, llegando incluso a ser propios del sistema digestivo de los animales, pueden adecuarse a diferentes climas y temperaturas.	De acuerdo a la especie y su concentración en los organismos superiores pueden causar patologías graves mayormente a nivel gastrointestinal.	Coliformes fecales	Tiempo: 24-48 h Temperatura: 44.5°C	Presencia Ausencia	Nominal
<i>Escherichia coli</i>						

Fuente: Elaboración propia.

3.9 Análisis estadístico

Los análisis microbiológicos se harán por duplicado de acuerdo a normas establecidas y se consideró la técnica estadística del ANOVA.

Capítulo 4

Resultados y discusión

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis de los parámetros del agua de consumo sin tratar

En la Tabla 5 se muestra el valor de los parámetros del agua de consumo antes del tratamiento. Se observa que los Coliformes totales y *Escherichia coli*, sobrepasan el LMP del D.S. N. 031 – 2010- S.A. Asimismo, se observa que los parámetros pH y contenido de plomo, cumplen la normativa para calidad de agua potable. Asimismo, los parámetros que no cumplen el LMP son: Turbidez, conductividad eléctrica, hierro, Coliformes totales y *Escherichia coli*.

Tabla 5. Valor de los parámetros del agua de consumo antes del tratamiento

Parámetro	Agua sin tratar	LMP
pH	8.4	6.5-8.5
Turbidez	5.5	5
Cianuro	<0.004	-
Conductividad	300.16	1500
Oxígeno disuelto	7.6	-
Hierro	10.4	0.3
Plomo	<0.01	0.1
Coliformes totales	1600	0
E. coli	79	0

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Análisis de varianza para Coliformes totales

En la Tabla 6 se muestra el ANOVA para Coliformes totales. Se obtuvo un p-valor de 0.000, el cual indica diferencia significativa entre los tratamientos, aceptándose la hipótesis del investigador.

Tabla 6. ANOVA para Coliformes totales

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	144873	3	48291	497.84536	0.000
Error	776	8	97		
Total	145649	11			

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió a realizar la prueba Tukey con 5% de significancia. En la Figura 3, se observa la diferencia significativa entre los cuatro tratamientos. El agua sin tratar tuvo una concentración de Coliformes totales de 1600 NMP/100 mL. El testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de CT. El orden de los tratamientos en la reducción de Coliformes totales del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3, T2 y T1. Con esto se corrobora que la resina de *Croton lechleri* tiene efecto en la inhibición de Coliformes totales del agua de consumo. Los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S N. 031- 2010- S.A..

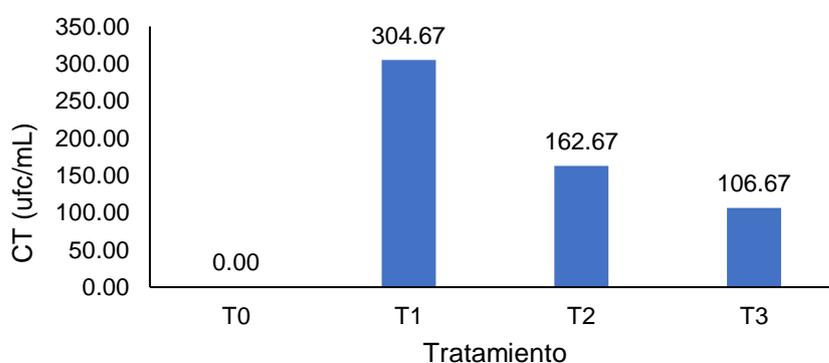


Figura 3. Prueba de comparaciones múltiples para CT

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Análisis de varianza para *Escherichia coli*

En la Tabla 7 se muestra el ANOVA para *Escherichia coli*. Se obtuvo un p-valor de 0.000, el cual indica diferencia significativa entre los tratamientos, aceptándose la hipótesis del investigador.

Tabla 7. ANOVA para *Escherichia coli*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	372111	3	124037	3207.85	0.000
Error	309	8	39		
Total	372420	11			

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió a realizar la prueba Tukey con 5% de significancia. En la Figura 4, se observa la diferencia significativa entre los cuatro tratamientos. El testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de *Escherichia coli*. El orden de los tratamientos en la reducción de *Escherichia coli* del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3, T2 y T1. Con esto se corrobora que la resina de *Croton lechleri* tiene efecto en la inhibición de E. coli del agua de consumo. El agua sin tratar tuvo una concentración de E. coli de 79 NMP/100 mL. Los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S N. 031- 2010- S.A.

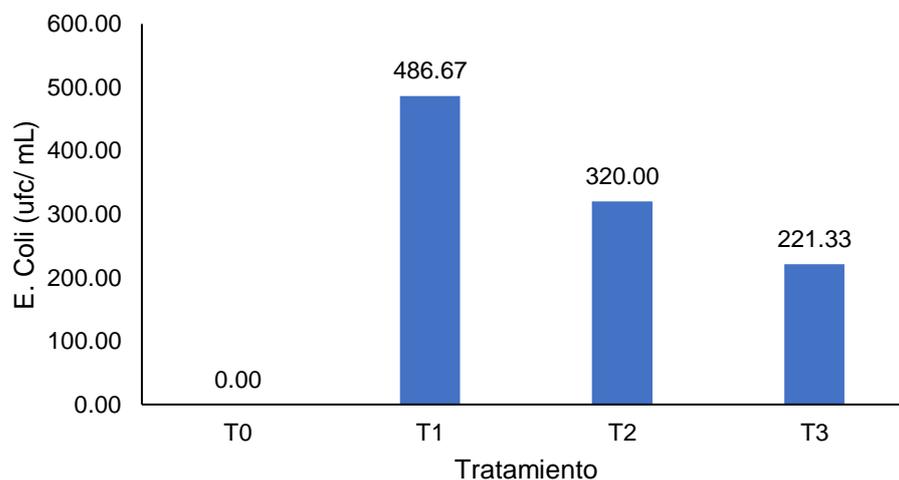


Figura 4. Prueba de comparaciones múltiples para E. coli

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos

En la Tabla 8, se muestra la eficiencia para la remoción de contaminantes microbiológicos (Coliformes totales) del agua de consumo de la población de Requena, San Martín de Alao. Se observa que todos los tratamientos, obtuvieron una eficiencia de remoción de CT de 100%, sin embargo, es importante indicar que la concentración final de CT, fue menor en T3, seguido de T2 y T1. De ello se concluye que a mayor dosis de resina de *Croton lechleri*, mayor inactivación de CT.

Tabla 8. Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos, CT

Concentración CT	T0	T1	T2	T3
Inicial	6×10^8	6×10^8	6×10^8	6×10^8
Final	0.00	304.67	162.67	106.67
Eficiencia	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9, se muestra la eficiencia para la remoción de contaminantes microbiológicos (*Escherichia coli*) del agua de consumo de la población de Requena, San Martín de Alao. Se

observa que todos los tratamientos, obtuvieron una eficiencia de remoción de *E. coli* de 100%, sin embargo, es importante indicar que la concentración final de *E. coli*, fue menor en T3, seguido de T2 y T1. De ello se concluye que a mayor dosis de resina de *Croton lechleri*, mayor inactivación de *E. coli*.

Tabla 9. Eficiencia de remoción de contaminantes microbiológicos, *E. coli*

Concentración <i>E. coli</i>	T0	T1	T2	T3
Inicial	6×10^8	6×10^8	6×10^8	6×10^8
Final	0.00	486.67	320.00	221.33
Eficiencia (%)	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

4.2 Discusión

La cantidad de Coliformes totales y *E. coli*, sobrepasa el LMP del D.S. N. 031-2010-S.A. Asimismo, se observa que los parámetros pH y contenido de plomo, cumplen la normativa para calidad de agua potable. Asimismo, los parámetros que no cumplen el LMP son: Turbidez, conductividad eléctrica, hierro, Coliformes totales y *E. coli*. De acuerdo con Chulluncuy (2011) el agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o nocivas para la salud, y cumplir con los estándares mínimos de potabilización.

Asimismo, en cuanto a la reducción de Coliformes totales, el agua sin tratar tuvo una concentración de Coliformes totales de 1600 NMP/100 mL. Después del tratamiento, el testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de CT. El orden de los tratamientos en la reducción de Coliformes totales del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3, T2 y T1. Concerniente a la disminución de *E. coli*, el testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de *E. coli*. El orden de los tratamientos en la reducción de *E. coli* del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3,

T2 y T1. El agua sin tratar tuvo una concentración de *E. coli* de 79 NMP/100 mL. Los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S. N. 031-2010-S.A. pero cabe señalar que el tiempo de exposición de estos microorganismos con dichos tratamientos a diferentes concentraciones de la resina de Sangre de grado solo fue por un tiempo de contacto de 10 minutos. Finalmente, con respecto a la eficiencia de remoción de CT y *E. coli*, todos los tratamientos tuvieron una eficiencia de 100%, sin embargo, es importante indicar que la concentración final de CT y *E. coli*, fue menor en T3, seguido de T2 y T1. Con esto se corrobora que la resina de *Croton lechleri* tiene efecto en la inhibición de Coliformes totales y *E. coli* del agua de consumo, aunque los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S. N. 031-2010-S.A. Esta afirmación está de acuerdo con Tamariz, Capcha, Palomino & Aguilar (2003), quienes indican que la resina de sangre de grado inhibe el crecimiento de *Helicobacter pylori* en concentraciones elevadas, e igualmente, la resina de *Croton lechleri* tiene efecto bactericida a concentraciones elevadas. Las propiedades de inhibición de microorganismos patógenos se deben a que la especie *Croton lechleri* posee constituyentes químicos como alcaloides, fenólicos, diterpenos y esteroides, los cuales poseen actividad antimicrobiana, antioxidante, antimutagénica, citotóxica, anti inflamatoria, inmunomoduladora y cicatrizante (Lock & Rojas, 2004). Por otro lado, Huapaya (2010), reporta una marcada actividad antibacteriana de la resina de *Croton lechleri*, frente a *Staphylococcus aureus* en extractos provenientes de Ucayali en diluciones del 50% y 100%. Asimismo, Allaica (2015), afirman que la resina *Croton lechleri* posee alta actividad cicatrizante, inhibiendo de esta manera los microorganismos patógenos, debido a la presencia de saponinas, flavonoides y taninos en su composición química. De acuerdo con Espinoza & Serna (2018), el látex *Croton lechleri* Müll. Arg., tiene efecto antibacteriano frente a *Staphylococcus aureus*, este efecto también podría esperarse para coliformes fecales y *E. coli*.

De acuerdo con González (2004) en el agua de consumo pueden estar presentes agentes patógenos, responsables de las denominadas enfermedades de transmisión hídrica, los cuales pueden ser inactivados bajo la acción de diferentes métodos de desinfección. Para el presente estudio, la resina de *Croton lechleri*, fue el agente de desinfección del agua, a través de su principio activo, la taspina. Por otro lado, Amézquita & Beltrán (2016) utilizó un sistema de cloración con agentes oxidantes mixtos para desinfectar agua, obteniendo una eficiencia del 100% para Coliformes totales. Si bien la desinfección con cloro fue la que tuvo mayor eficiencia, la presencia de compuestos orgánicos en aguas que sufren el proceso de cloración resulta en la formación de los trihalometanos, compuestos formados por un átomo de carbono, uno de hidrógeno y tres de halógeno (cloro, bromo, yodo). Los trihalometanos se consideran compuestos carcinogénicos y su presencia en el agua debe ser evitada (Meyer, 1994).

Si bien es cierto la presencia del color que genera la utilización de sangre de grado en el agua, puede generar un factor de impedimento en su consumo directo como tal, este efecto puede solucionarse por el uso de unos filtros de arena y carbón activado de fácil instalación casera y de menor costo, lo cual si se logró demostrar su eficiencia para tal fin, como se corrobora en los resultados obtenidos (Color: 5UC, Olor: Aceptable, Sabor: Aceptable. Turbidez: 0.5 NTU) del envío de muestra de agua para ser analizadas en el laboratorio acreditado. (Anexo 5)

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El agua que consume la población del caserío de Requena presenta cantidades de Coliformes totales y *Escherichia coli*, que sobrepasa el LMP del D.S. N. 031-2010-S.A. Asimismo, se observa que los parámetros pH y contenido de plomo, cumplen la normativa para calidad de agua potable. Asimismo, los parámetros que no cumplen el LMP son: Turbidez, conductividad eléctrica, hierro, Coliformes totales y *Escherichia coli*.

Asimismo, en cuanto a la reducción de Coliformes totales, el agua sin tratar tuvo una concentración de Coliformes totales de 1600 NMP/100 mL. Sin embargo cuando se inició el proceso de los tratamiento las muestras partieron de una concentración de 6×10^8 ufc/mL (tubo número 2 del Nefelómetro de Mcfarland), después del tratamiento, el testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de CT. El orden de los tratamientos en la reducción de Coliformes totales del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3, T2 y T1.

Concerniente a la disminución de *E. coli*, al inicio del proceso de los tratamiento las muestras partieron de una concentración de 6×10^8 ufc/mL (tubo número 2 del Nefelómetro de Mcfarland), el testigo (T0, cloro libre residual 0.5 ppm), redujo toda la carga microbiológica de *E. coli*. El orden de los tratamientos en la reducción de *E. coli* del agua de consumo de mayor a menor fue T0, T3, T2 y T1. El agua sin tratar tuvo una concentración de *E. coli* de 79 NMP/100 mL. Los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S. N. 031-2010-S.A. Finalmente, con respecto a la eficiencia de remoción de CT y *E. coli*, todos los tratamientos tuvieron una eficiencia de 100%, sin embargo, es importante indicar que la concentración final de CT y *E. coli*, fue menor en T3, seguido de T2 y T1. Con esto se corrobora que la resina de *Croton lechleri* tiene efecto en la inhibición de Coliformes totales

y *E. coli* del agua de consumo, aunque los tratamientos en estudio, no cumplieron con el D.S. N. 031-2010-S.A.

Cabe resaltar que los tiempos de exposición que se utilizaron en las diferentes concentraciones (20%, 40% y 80%) de la resina de *Croton lechleri* con los CT y *E. coli*, fueron solo de 10 minutos por lo que se podría concluir que existiría una mayor eficiencia inhibitoria por parte de la resina si se aumentara el tiempo de exposición.

Tomando en cuenta que la acción de la resina de Sangre de grado (*Croton lechleri*) a diferentes concentraciones tiene efecto inhibitorio sobre los Microorganismos contaminantes del agua, podemos concluir que si se prolonga a mayor tiempo la exposición de la resina sobre el agua en el proceso de desinfección, podemos obtener una agua apta para consumo humano, con parámetros dentro de los límites permisibles dadas por D.S. N. 031 – 2010-S.A. Por tanto este podría ser una solución más saludable y beneficiosa como medio de desinfección del agua para la población del caserío de Requena.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar el ensayo con dosis mayores de la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) para reducir la cantidad de Coliformes totales, *E. coli* y otros microorganismo contaminantes en aguas utilizadas para el consumo humano.

Se recomienda aplicar un mayor tiempo de exposición de las diferentes concentraciones de la resina de *Croton lechleri* para reducir la presencia de las Coliformes totales y *E. coli* en las aguas de consumo y poder estar dentro de los parámetros que exige D.S N. 031 – 2010-S.A.

Asimismo, se recomienda realizar futuras investigaciones con otros desinfectantes naturales como la *Opuntia ficus indica* y *Aloe vera*, aplicables para desinfección de agua de consumo humano en nuestra región San Martín.

Se recomienda utilizar la sangre de grado (*Croton lechleri*), como una medio natural de desinfección del agua para consumo humano, ya que presentan propiedades bactericidas que en su proceso de asimilación en nuestro organismo no generaran daños inmediatos o futuros en los seres vivos, a comparación de los desinfectantes químicos de uso comercial como el Cloro granulado y cloro en gas, que científicamente está demostrado conllevan a la formación de trihalometanos y que junto a otras moléculas como los radicales libres pueden llevar a generar la formación de células cancerígenas.

Referencias

- Allaica, N. (2015) “*Comparación del efecto Cicatrizante de tinturas elaboradas a base Guarango (Caesalpinia Spinoza) y Sangre de drago (Croton lechleri) aplicados en ratones (Mus musculus)*” (Tesis). Facultad de Ciencias – Escuela de Bioquímica y Farmacia-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador.
- Amézquita, C. (2016) “*Evaluación de la aplicación del Carbón activado granular en la filtración del agua clarificada del río Cauca*” (Tesis). Facultad de Ingeniería – Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del ambiente – Universidad del Valle- Santiago de Cali – Colombia.
- Amézquita, S. & Beltrán, L. (2016). *Evaluación de la eficiencia de desinfección mediante miox (agentes oxidantes mixtos) en la finca “el rosalito” vereda de Chiguaza, USME*. Tesis de grado. Facultad de ingeniería ambiental y sanitaria, Universidad de la Salle, Bogotá. Recuperado el 06 de junio de 2019 de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20440/41101111_2016.pdf?sequence=1
- ANA, (2016) “*Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*” Lima – Perú.
- ANA, (2017) “*Octavo Foro Mundial del Agua: Brasilia 2018 Compartiendo el Agua*”: Informe Perú. Lima-Perú.
- Brock, T. (2000) “*Microbiología*” Editorial Prentice Hall Hispanoamérica S.A Sexta edición. México.
- Camacho, A. (2009) “*Método para la Determinación de bacterias Coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de dilución en tubo múltiple (NMP)*”. (Tesis) Facultad de Ingeniería Química-UNAM-México.

- Chulluncuy, N. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano. Ingeniería Industrial*, 29 (1), 153-170. Recuperado el 06 de junio de 2019 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495008>
- Espinoza & Serna (2018). *Efecto antibacteriano in vitro del látex de Croton lechleri Müll. Arg. (sangre de grado) frente a Staphylococcus aureus*. Tesis de grado. Facultad de ciencias farmacéuticas y bioquímica, Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Recuperado el 06 de junio de 2019 de <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2985>
- Fundación Chankuap. (2013) “*Manual de Buenas Prácticas de Recolección de Látex-Sangre de Drago (Croton lechleri)*”. Edición N°01 Macas-Ecuador.
- González, C. (2004). La desinfección y el almacenamiento domiciliario del agua: intervención fundamental de la salud pública. *RTV-Desinfección del agua*, 9 (4), 1-9. Recuperado el 06 de junio de 2019 de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/rtv0404.pdf>
- Huapaya, J. (2010) “*Control Microbiológico y Evaluación de la Actividad Antibacteriana in vitro de Croton lechleri (sangre de grado)*”. Instituto de Investigación. Facultad de Medicina Humana-Universidad de San Martín de Porras. Lima-Perú.
- INDECOPI, (2015) “*Sangre Grado*” Revista BIOPAT/PERU Dirección de invenciones y Nuevas Tecnologías, Boletín N°07. Lima-Perú.
- INEI, (2012) “*Encuesta demográfica y de Salud Familiar*” Departamento de San Martín. Lima-Perú.
- Lama, J. (2014) “*Enfermedades Infecciosas Gastrointestinales en niños menores de 5 años*” (Tesis). Escuela de Enfermería. Universidad Nacional del Cuyo. Mendoza - Argentina.

- Lock, O. & Rojas, R. (2004). Química y farmacología del Croton lechleri Muell. Arg., ("Sangre de grado"). *Revista de química*, 1 (1), 12-20. Recuperado el 06 de junio de 2019 de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/18661>
- Mancillas, A. (2012) "*Comparación de la Clorhexidina al 0.12% y Croton lechleri (sangre de grado) como soluciones irrigadoras después del tratamiento periodontal no Quirúrgico*". (Tesis). Escuela de Odontología. Universidad Cuauhtémoc- México.
- Marcotegui, et all (2010) "*Farmacia Hospitalaria*" Cap. 7. Enfermedades Gastrointestinales. Págs. 930 – 958. México.
- Meyer, S. (1994). O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. *Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro*, 10 (1), 99-110. Recuperado el 06 de junio de 2019 de <http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11>
- MINAM. (2017) "*Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*" Ministerio de ambiente. Lima-Perú.
- MINSA, (2011) "*Reglamento de la Calidad del agua para consumo Humano*" 1ra Edición. Dirección General de Salud Ambiental. Lima-Perú.
- Miranda, M. (2010) "*Situación de la Calidad del Agua para consumo en Hogares de niños menores de 5 años en el Perú*". Artículo científico. Pág. 506-511. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. Lima-Perú.
- Moreno, E. (2010) "*Determinación in vitro de la capacidad bacteriana del Aloe vera*". (Proyecto de Investigación). Universidad Cristiana de Bolivia, Bolivia
- Olivero, R., Mercado, I. & Montes, L. (2013). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del nopal *Opuntia ficus-indica*. *Producción +*

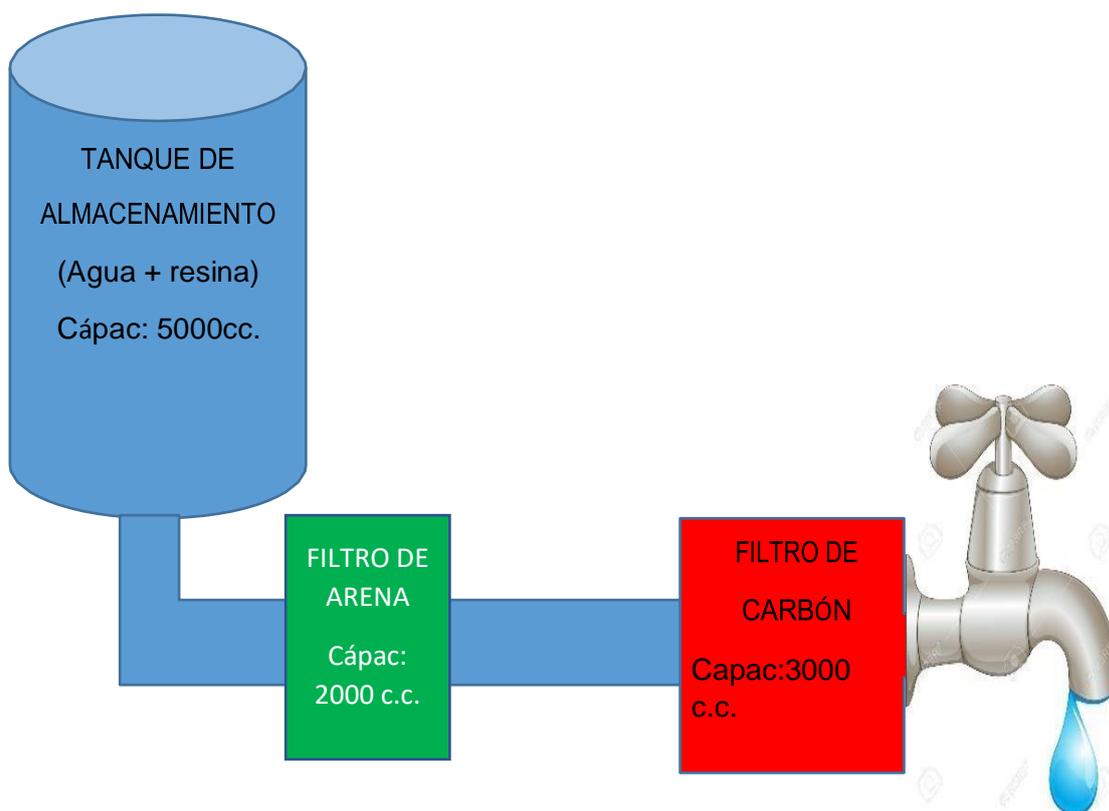
Limpia, 8 (1), 19-27. Recuperado el 06 de junio de 2019 de www.researchcarmel.jimdo.com

- Páez, L. (2008) “*Validación Secundaria del Método de Filtración por Membrana para la Detección de Coliformes Totales y Escherichia coli en muestras de agua para consumo Humano analizadas en el Laboratorio de Salud Pública de Huila*”. (Tesis). Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá-Colombia.
- Pieters, L. (1998) “*La sangre de drago una droga tradicional de Sudamérica- Constituyentes Biológicamente activos*”. Colección Hombre y ambiente N°47-48. Editorial Ayala. Quito-Ecuador.
- Ramírez, G. (2003) “*Fitoterapia*” Revisiones monográficas. Utilización de la Sangre de Drago como planta medicinal. Lima – Perú.
- Rojas, N. (2010) “*Evaluación de tres Métodos para la inactivación de Coliformes y Escherichia coli presentes en agua residual doméstica, empleada para Riego*”. Artículo científico. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá - Colombia.
- Sandoval, M. (2006) “*Capacidad antioxidante de la Sangre de Grado (Croton palanostigma) sobre la mucosa gástrica, en animales en experimentación*”. Artículo de Investigación: Anales de la Facultad de medicina Humana, 67 (3), 199 -205. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Tamariz, J., Capcha, R., Palomino, E. & Aguilar, J. (2003). Actividad Antibacteriana de la Sangre de Grado (Croton lechleri) frente a Helicobacter pylori. *Revista Médica Hered.*, 14 (1), 81-88.

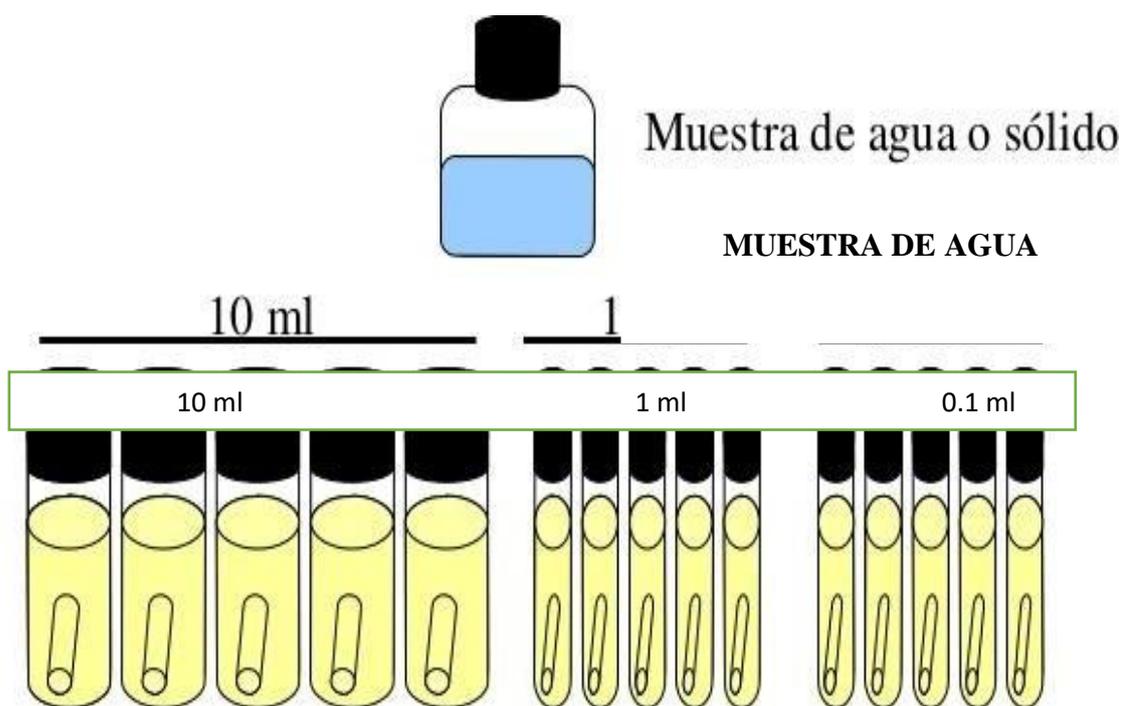
- Tarqui, C. (2016) “*Calidad Bacteriológica del agua para el consumo en tres Regiones del Perú*”. Revista de Salud Pública. Volumen N°16. Facultad de Medicina Humana- Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima-Perú.
- Torres, G. (2013) “*Manual de Recolección de Sangre de Drago*”. Fundación Chankuap. Imprenta Graficas Iberica. Quito-Ecuador.
- Wolfgang, k et all (2001) “*Zinsser – Microbiología*” Editorial Medica Panamericana. Edición N° 20 – Buenos Aires- Argentina.
- Yalda, L. (2014) “*Etiología y Manejo de la Gastroenteritis Aguda e Infecciosa en Niños y Adultos*”. Artículo científico. Pág. 463-472. Revista Médica Clínica Condes. Facultad de Medicina. Universidad de Chile-Chile.

Anexos

Anexo 1. Diseño del sistema de desinfección



Anexo 2. Identificación de Coliformes Totales y Escherichia coli-Prueba presuntiva



Se inoculan 15 tubos de medio laurvl sulfato. cada uno con

Se inocula a 15 tubos de caldo Lauril sulfato cada uno con campana de Durham.

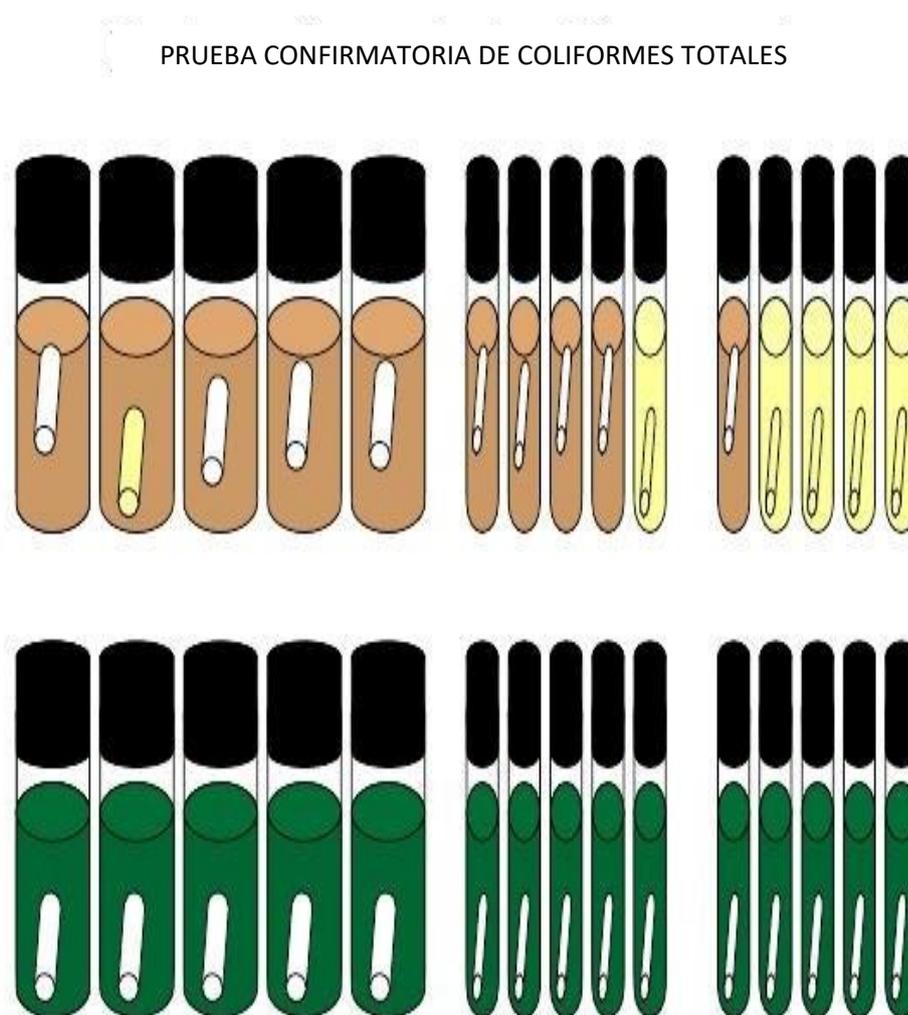
Los primeros 5 tubos se inoculan 10 ml de muestra.

Los 5 tubos de la siguiente fila se inoculan 1 ml de muestra

La última fila de 5 tubos se inocula 0.1 ml de muestra.

Los tubos se inoculan a 37⁰ C por 24 horas.

Anexo 3. Identificación de Coliformes Totales y Escherichia coli-Prueba confirmativa



Cada tubo positivo de Lauril sulfato se inocula en un tubo de caldo brilla con campana de Durham.

Los tubos se incubaran a 37^o por 24 horas

Anexo 4. Panel fotográfico



Anexo 4.1 Preparando los medios de cultivo para el análisis microbiológico



Anexo 4.2 Medición de volúmenes de cada medio de cultivo



Anexo 4.3 Desarrollo de la prueba presuntiva



Anexo 4.4 Desarrollo de la prueba confirmativa

Anexo 5. Resultados de Análisis Fisicoquímico y Microbiológico- Inspection & Testing Services del Perú S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



Registro N°LE - 120

INFORME DE ENSAYO 91057.33

FR-044

Código de Laboratorio		02-26060.01	02-26060.02
Código de Muestra		ACF-01	ACF-02
Descripción del Punto de Muestreo		Captación Falingao	Filtración
Tipo de Muestra		Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:15 Hrs.	26-02-2019/ 10:00 Hrs.
Fecha Final / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:45 Hrs.	26-02-2019/ 10:10 Hrs.
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	
Color Verdadero*	UC	5	5
Olor*	---	ACEPTABLE	ACEPTABLE
Sabor*	---	ACEPTABLE	ACEPTABLE

Observaciones:

* Parametro no acreditado ante el INACAL.DA

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
COLIFORMES TOTALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Edition. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
COLIFORMES FECALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Edition. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Edition. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium)
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / Part 3111 B, 23rd Ed. Metals by Flame Atomic Absorption spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method 2017
HIERRO	SM-3111 B/ 3030 E
CIANURO TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 4500-CN CII, 23rd Edition. (Destilación-Colorimétrico)
OXIGENO DISUELTO	EPA 390.1 Oxygen, dissolved (Membrane Electrode): (1971)
pH	APHA-AWWA-WEF, 22 th Ed. 2012/ 4500-H+B
COLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2120 C, 23rd Edition. (Spectrophotometric Method)
OLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2150 B, 23rd Edition. (Odor Method)
SABOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2160 B, 23rd Edition. (Threshold Test Method)
TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2130 B, 23rd Edition. (Nephelometric Method)
CONDUCTIVIDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2510 B, 23rd Edition. (Direct Method)

N° de Orden de Servicio : O.S. 190220.01 DA
N° de Protocolo : 91057.33
Cliente : SÁNCHEZ FATAMA, SAMUEL ARTURO
Dirección legal del cliente : PROLONGACIÓN LOS PINOS N° 1210 BARRIO HUAYCO
Muestra(s) declarada(s) : Muestra de Agua
Procedencia de la Muestra : Muestreado realizado por el cliente

Nombre del Proyecto: "Diseño de un sistema de desinfección para coliformes totales y *Escherichia coli* utilizando la resina de sangre de grado (*Croton lechleri*) in vitro en el agua de consumo humano, proveniente de la quebrada Falingao - Caserío Requena - Distrito San Martín de Alao"

Punto de Muestreo: Captación Falingao

Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 02 muestras
Forma de Presentación : 1 Frasco de Plástico Estéril, 03 Frascos de Vidrio y 06 Frascos de Plástico de Primer Uso por muestra
Identificación de la Muestra : Cod. Lab. 02-26060.01
 Cod. Lab. 02-26060.02
Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-02-26
Fecha de Inicio del Análisis : 2019-02-26
Fecha de Emisión de Informe : 2019-03-05

Código de Laboratorio		02-26060.01	02-26060.02
Código de Muestra		ACF-01	ACF-02
Descripción del Punto de Muestreo		Captación Falingao	Filtración
Tipo de Muestra		Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:15 Hrs	26-02-2019/ 10:00 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:45 Hrs	26-02-2019/ 10:10 Hrs
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	
Coliformes Totales	NMP/100mL	1600	540
Coliformes Fecales	NMP/100mL	110	4.5
Escherichia coli	NMP/100mL	79	

Código de Laboratorio		02-26060.01	
Código de Muestra		ACF-01	
Descripción del Punto de Muestreo		Captación Falingao	
Tipo de Muestra		Agua Superficial	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:15 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		25-02-2019/ 12:45 Hrs	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Detección de Método
pH*	Valor de pH	8.40	-
Turbidez*	NTU	5.5	0.5
Cianuro*	mg/L	< 0.004	0.004
Conductividad*	uS/cm	300.16	1.7
Oxígeno Disuelto*	mg/L	7.6	-
Hierro*	mg/L	10.4	0.01
Piomo*	mg/L	< 0.01	0.01

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU SAC
 LABORATORIO