

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Evaluación el nivel de efectividad de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie – Morales San Martín, 2019.

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Elvis Smith Vera Giron

Rosa Maria Avalos Velasquez

Asesor:

Ing. Jhon Patrick Rios Bartra

Tarapoto, Diciembre del 2020

DECLARACION JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Yo, Jhon Patrick Rios Bartra, de la Facultad de Ingenieria y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingenieria Ambiental, de la Universidad Peruana Uniòn.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Evaluación el nivel de efectividad de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie – Morales San Martin, 2019”** constituye la memoria que presentan los **Babilleres Vera Giron, Elvis Smith y Avalos Velasquez, Rosa Maria del Carmen**; para aspirar el título Profesional de Ingeniero Ambiental, que ha sido realizada en la Universidad Peruana Uniòn, bajo mi dirección.

La 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 declaración en la ciudad de Morales, a los 18 días del mes de diciembre del año 2020.



Asesor

Ing. Jhon Patrick Rios Bartra

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



000097

En el Campus Universitario Milton Afonso, Distrito de Morales, Tarapoto, San Martín a 18 días del mes de diciembre del año 2020, siendo las 11:30m, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Tarapoto, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo y los demás miembros siguientes: Mtra. Carmelina Puertas Velasco Secretario,

Jra. Juliana Elizabeth Vargas Valencia vocales; y Jra. John Patrick Rios Bartra asesor;

con el propósito de llevar a cabo el acto público de la sustentación de tesis titulada: Evaluación del nivel de efectividad de la Resina de Sábila (Mor. Vera L.) en la inhibición de bacterias coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie-Morales San Martín, 2019.

Presentada por el/los Bachiller/es: Rosa María del Carmen Arzales Velasquez, Elvis Smith Vera Giron.

conducente a la obtención del Título Profesional de: Ingeniero Ambiental.

El señor Presidente inició el acto académico, invitando al/los candidato/s hacer uso del tiempo requerido para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente del Jurado invitó a los miembros del mismo a realizar las preguntas y cuestionamientos correspondientes, los cuales fueron absueltos por el (los) candidato (s). En seguida, el Jurado procedió a las deliberaciones respectivas, luego se registró en el acta el dictamen siguiente:

Bachiller: Rosa María del Carmen Arzales Velasquez aprobado por unanimidad con el mérito académico adicional de muy bueno (17) y

Bachiller: Elvis Smith Vera Giron aprobado por unanimidad con el mérito académico adicional de muy bueno (17)

El Presidente del Jurado solicitó al/los candidato/s ponerse de pie. Luego el Secretario realizó la lectura del acta con el resultado final del acto académico, procediéndose inmediatamente a registrar las firmas respectivas.

Presidentes: [Signature] Secretario: [Signature] Asesor:

Vocal: Vocal: Vocal:

Candidato Candidato

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sinérgica, conforme al Reglamento General de grados y Títulos.

Dedicatoria

Llenos de regocijo, amor y esperanza; la presente tesis ha pasado a formar una de las experiencias más bellas de nuestra vida y que por ese motivo va dedicado a nuestros amados padres, Maria Giron Giron, Prospero Vera Burga, Rosa Velasquez Valencia y Luis Avalos Garcia. Que fueron el pilar para que todo esto se haya cumplido hoy en día hasta este momento, por su amor infinito y por el apoyo incondicional en nuestra formación personal y académica. Su perseverancia y confianza que han tenido en nosotros, han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para nosotros, sino para nuestros hermanos.

A nuestros compañeros quienes hemos compartido momentos inolvidables durante todo estos tiempos mediante conocimientos , risas , alegrías , tristezas y a la vez con el mismo objetivo de ser grandes profesionales y poder ayudar a las demás personas.

Agradecimiento

De manera especial agradecemos a Dios por darnos la vida, por ser la luz que guía nuestro camino diario y acompañarnos en cada paso que damos para poder cumplir nuestros objetivos trazados, por haber puesto en nuestras vidas a personas que han sido nuestro soporte y energía en todo momento e incluyendo en nuestra etapa universitaria

Damos un agradecimiento a nuestra alma mater Universidad Peruana Unión (UpeU), donde nos formamos como profesionales, con ética, moral y respeto hacia los demás. Por crear en nosotros un espíritu misionero, de servicio y abnegación hacia las personas.

Agradecer a nuestro asesor el Ing. Jhon Patrick Rios Bartra por orientarnos y estar con la disponibilidad de ayudarnos durante el desarrollo de esta investigación, quien nos dio las herramientas necesarias para poder finalizar con éxito.

A nuestros queridos docentes que nos ayudaron en asesorías Mgtr. Betsabeth Padilla Macedo, Ing. Juana Elizabeth Vasquez Vasquez y el Ing. Carmelino Almestar Villegas por haber compartido sus conocimientos y dudas presentes para la elaboración de nuestra tesis.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xi |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xii |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| 1.1 . Identificación del problema | 14 |
| 1.2 . Justificación..... | 18 |
| 1.3 . Objetivos de la Investigación | 20 |
| 1.3.1. Objetivo general | 20 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 21 |
| 1.4 . Presuposición filosófica | 21 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.1. Antecedentes de la Investigación | 23 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 23 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 26 |
| 2.1.3. Antecedentes locales | 28 |
| 2.2. Definiciones de Términos | 29 |
| 2.2.1. Sábila..... | 29 |
| 2.2.2. Resina..... | 29 |
| 2.2.3. Inhibición..... | 30 |
| 2.2.4. Desinfección..... | 30 |
| 2.2.5. Bactericida | 30 |
| 2.2.6. Patógeno..... | 30 |
| 2.2.7. Agua Superficial | 30 |
| 2.2.8. Cloro | 31 |
| 2.3. Marco Teórico..... | 31 |
| 2.3.1. Descripción de la sub cuenca del Río Cumbaza | 31 |
| 2.3.2. Componentes de la Sábila (<i>Aloe vera</i> L.) | 34 |
| 2.3.3. Beneficios del <i>Aloe vera</i> L. | 34 |
| 2.3.4. Composición del <i>Aloe vera</i> L. | 35 |
| 2.3.5. Tipos de aguas superficiales | 35 |
| 2.3.6. Clasificación de aguas superficiales | 37 |
| 2.3.7. Calidad del Agua..... | 38 |
| 2.3.8. Parámetros que se analizaran en laboratorio | 40 |

| | |
|---|----|
| 2.3.9. Características Fisicoquímica del agua | 42 |
| 2.3.10. Fuentes de contaminación de origen Antropogénico | 46 |
| 2.3.11. Enfermedades generadas por el agua superficial..... | 50 |
| 2.3.12. Etapas del Abastecimiento de Agua para Consumo Humano | 52 |
| 2.3.13. Análisis aplicable en el agua superficial | 55 |
| 2.4. Marco Legal..... | 56 |
| 2.4.1. Constitución Política del Perú..... | 56 |
| 2.4.2. Ley N° 29338 de los Recursos Hídricos | 56 |
| 2.4.3. Ley N° 26842 General de Salud..... | 57 |
| 2.4.4. Norma OS.020 | 57 |
| 2.4.5. Ley N° 28611 ley general del ambiente..... | 57 |
| 2.4.6. Decreto Supremo N° 006-2017-MINAGRI | 58 |
| 2.4.7. Resolución Directoral N° 160-2015/DIGESA/SA..... | 59 |
| 2.4.8. Ministerio de Salud..... | 59 |
| 2.4.9. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento | 59 |
| 2.4.10. Competencias de la municipalidad | 60 |
| 2.4.11. Junta administradora de servicios de saneamiento – JASS | 60 |
| CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS..... | 62 |
| 3.1. Descripción del lugar de estudio | 62 |
| 3.2. Población y Muestra | 64 |
| 3.2.1. Definición de la población..... | 64 |
| 3.2.2. Muestra de Estudio | 64 |
| 3.3. Método de Investigación..... | 65 |
| 3.3.1. Diseño de investigación | 65 |
| 3.3.2. Enfoque de Investigación | 65 |
| 3.3.3. Alcance de Investigación..... | 65 |
| 3.4. Formulación de la Hipótesis..... | 66 |
| 3.5. Sistema de variables | 66 |
| 3.6. Operacionalización de Variables..... | 67 |
| 3.7. Metodología..... | 69 |
| 3.7.1 Toma de muestras | 69 |
| 3.7.2 Análisis de laboratorio | 70 |
| 3.7.3 Identificación de Coliformes totales | 70 |
| 3.7.4 Identificación de Coliformes termotolerantes..... | 71 |
| 3.7.5 Identificación de Escherichia coli..... | 72 |
| 3.7.6 Concentración de solución inhibitoria | 73 |
| 3.7.7 Procedimientos de la técnica de Inhibición con la Resina..... | 73 |

| | | |
|--|---|-----|
| 3.7.8 | Métodos e instrumentos de recolección de datos..... | 79 |
| CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 81 |
| 4.1. | Resultados | 81 |
| 4.1.1. | Análisis del agua para consumo humano sin tratamiento..... | 81 |
| 4.1.2. | Análisis de la Resina de Sábila (<i>Aloe vera</i> L.)..... | 82 |
| 4.1.3. | Comparación de los tratamientos con el DS N° 031-2010-SA..... | 88 |
| 4.1.4. | Comparación de la acción del filtro modelo artesanal | 88 |
| 4.2. | Discusión | 89 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 92 |
| 5.1. | Conclusiones..... | 92 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 93 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | | 95 |
| VII. ANEXOS..... | | 107 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Principales fuentes tributarias del Río Cumbaza..... | 32 |
| Tabla 2. Propiedades de la Aloe vera L. | 34 |
| Tabla 3. Clasificación de las aguas lóaticas | 36 |
| Tabla 4. Clasificación de las aguas lenticas | 36 |
| Tabla 5. Procesos que ocurren en los sistemas acuáticos..... | 39 |
| Tabla 6. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos | 41 |
| Tabla 7. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica | 42 |
| Tabla 8. Principales actividades humanas contaminantes..... | 47 |
| Tabla 9. Número de episodios de EDA Según departamentos en el Perú 2013 – 2018..... | 51 |
| Tabla 10. Operacionalidad de variable..... | 67 |
| Tabla 11. Formato de campo para recopilar información | 80 |
| Tabla 12. Parámetros del agua para consumo sin tratamiento | 81 |
| Tabla 13. Dosis de resina de sábila sobre Coliformes totales | 82 |
| Tabla 14. ANOVA para Coliformes totales | 83 |
| Tabla 15. Dosis óptima de la resina de sábila sobre los Coliformes termotolerantes | 84 |
| Tabla 16. ANOVA para Coliformes termotolerantes..... | 85 |
| Tabla 17. Dosis óptima de la resina de sábila sobre Escherichia Coli | 86 |
| Tabla 18. ANOVA para Escherichia Coli..... | 87 |
| Tabla 19. Comparación de los tratamientos | 88 |
| Tabla 20. Comparación del filtrado..... | 89 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Captación del agua para el consumo humano..... | 53 |
| Figura 2. Desinfección del agua para el consumo humano | 54 |
| Figura 3. Etapas de la Red de distribución para el consumo humano | 55 |
| Figura 4. Ubicación geográfica del área estudio | 63 |
| Figura 5. Prueba comparación múltiple para Coliformes totales..... | 83 |
| Figura 6. Prueba de comparación múltiple para Coliformes termotolerantes | 85 |
| Figura 7. Prueba de comparación múltiple para Escherichia coli | 87 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Pruebas de tukey | 107 |
| Anexo 2. Informe de laboratorio Acreditado – Agua antes del tratamiento | 108 |
| Anexo 3. Informe de resultados de laboratorio acreditado - Después del tratamiento..... | 110 |
| Anexo 4. Toma de muestras de agua..... | 112 |
| Anexo 5. Obtención de la resina de sàbila (Aloe vera L.)..... | 113 |
| Anexo 6. Preparación de medios de cultivos | 114 |
| Anexo 7. Siembra y confrontación con la resina de sàbila (Aloe vera L.)..... | 115 |
| Anexo 8. Prueba del sistema de filtración..... | 116 |
| Anexo 9. Diagrama de aislamiento de microorganismos..... | 117 |

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el nivel de efectividad de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en el agua de consumo en la Urbanización La Planicie – Morales para los pobladores que no cuenta con el servicio de agua tratada por una Empresa Prestadora de Servicio de Agua y Saneamiento. Se utilizó la Resina de la Sábila (*Aloe vera* L.) a concentraciones de 25% , 35% y 45% de volumen y un tratamiento testigo con Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) al 0.5ppm.

Se determino que los pobladores de la urbanización la Planicie - Distrito de Morales consumen agua con elevados niveles de Coliformes totales (13000 UFC/100mL), Coliformes termotolerantes (1700 UFC/100mL) y *Escherichia coli* (1300 UFC/100mL), cuyos valores sobrepasan el LMP del DS N° 031-2010-SA. Se verifico que el agua que consumen los pobladores de la Urbanización La Planicie presentan valores aceptables en cuanto a los parámetros fisicoquímicos de color:4 UCV, turbiedad: 2 UNT, pH: 7.59 y conductividad: 94.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dichos parámetros fisicoquímicos están dentro de lo requerido por el DS N° 031-2010-SA. El tratamiento con mayor concentración de resina de sábila, logra inhibir en mayor proporción la concentración de carga microbiana. Es así que el Tratamiento (T3) 45%, logro mayor efecto bactericida sobre las Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. La resina de sábila presenta una mayor eficiencia sobre la inhibición de los parámetros microbiológicos, a una concentración de 45%, el cual logra disminuir en un 99.96% la carga de Coliformes totales, un 96.04% la presencia de Coliformes termotolerantes y en un 99.64% la presencia de *Escherichia coli*. Pese a su eficiencia no logro inhibir en su totalidad la carga bacteriana, sin embargo la solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1 ppm fue quien logro inhibir en un 100% la carga bacteriana presente en el agua, pudiéndose cumplir con el parámetro microbiológico del DS N° 031-2010-SA.

Palabras claves: Desinfección, Parámetros, Agua de consumo humano, Tratamiento.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in order to evaluate the level of effectiveness of Aloe Vera Resin (Aloe vera L.) in the inhibition of Total Coliform Bacteria, Thermotolerant Coliforms and Escherichia coli in drinking water in La Planicie - Morales Urbanization. for residents who do not have the water service treated by a Water and Sanitation Service Provider. Aloe Vera Resin (Aloe vera L.) was used at concentrations of 25%, 35% and 45% by volume and a control treatment with Calcium Hypochlorite (Ca (ClO) 2) at 0.5ppm.

It was determined that the inhabitants of the urbanization La Planicie - Morales District consume water with high levels of total Coliforms (13000 CFU / 100mL), Thermotolerant Coliforms (1700 CFU / 100mL) and Escherichia coli (1300 CFU / 100mL), whose values exceed the LMP of DS N ° 031-2010-SA. It was verified that the water consumed by the residents of the La Planicie Urbanization presents acceptable values regarding the physicochemical color parameters: 4 UCV, turbidity: 2 NTU, pH: 7.59 and conductivity: 94.10 μ S / cm. Said physicochemical parameters are within the requirements of Supreme Decree No. 031-2010-SA. Treatment with a higher concentration of aloe vera resin achieves a greater inhibition of the concentration of microbial load. Thus, the Treatment (T3) 45%, achieved a greater bactericidal effect on total coliforms, thermotolerant coliforms and Escherichia coli. Aloe Vera resin has a greater efficiency on the inhibition of microbiological parameters, at a concentration of 45%, which manages to reduce the total Coliform load by 99.96%, the presence of thermotolerant Coliforms by 96.04% and by 99.64% the presence of Escherichia coli. Despite its efficiency, it was not able to completely inhibit the bacterial load, however the Calcium Hypochlorite (Ca (ClO) 2) solution at 1 ppm was the one who managed to inhibit the bacterial load present in the water by 100%, being able to comply with the microbiological parameter of DS N ° 031-2010-SA.

Keywords: Disinfection, Parameters, Water for human consumption, Treatment.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 . Identificación del problema

La existencia de contaminación microbiana de grandes sistemas de abastecimiento urbanos puede causar enormes brotes de enfermedades transmitidas a través del agua, razón por la cual es prioridad garantizar la calidad del agua de dichos sistemas teniendo en cuenta que alrededor del 80% de la población mundial que no tiene accesos a sistemas mejorados de abastecimiento de agua de consumo corresponde a las zonas rurales. En la mayoría de los países, la contribución de los sistemas de abastecimiento pequeños y comunitarios a los problemas generales de calidad del agua de consumo es proporcionalmente alta, por lo que este tipo de factores deben tenerse en cuenta al determinar las prioridades locales y nacionales (OMS, 2011).

Conforme a lo mencionado por Hernández (2016), las enfermedades relacionadas con condiciones inadecuadas del suministro de agua, el saneamiento y la higiene representan una enorme carga para los países en desarrollo. Ciertas enfermedades infecciosas causadas por bacterias patógenas, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos) son los riesgos para la salud más comunes asociados con el abastecimiento de agua potable. El padecimiento número uno asociado al consumo de agua son las diarreas, cada año en el planeta se producen 2 millones de muertes por diarrea relacionadas con la insalubridad del agua, el saneamiento y la higiene, en su mayoría se refiere a niños menores de 5 años (OMS, 2011).

Uno de los problemas más graves que enfrenta nuestros países en sudamérica es la contaminación del agua son los principales transmisores de enfermedades entéricas, no se encuentra en las condiciones adecuadas; son diversos los microorganismos que encontramos en ella y que pueden generar diversas enfermedades. Dentro de los microorganismos indicadores de la calidad del agua potable se encuentran la *Escherichia coli*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella spp* y *Citrobacter spp*, pertenecientes al grupo de las coliformes, los cuales se encuentran generalmente en la capa superficial del agua (Paredes, 2014) .

Los microorganismos contaminantes son aquellos microorganismos cuya presencia en un alimento pone de manifiesto, desde un punto de vista general, que existe algún defecto en su calidad higiénica. Dentro de estos tenemos a los microorganismos de contaminación fecal que viven normalmente en el intestino del hombre y de los animales y su presencia en un alimento representa un riesgo muy grande para la salud. Los más comunes son: Coliformes totales y Coliformes fecales y dentro de estos el principal es *Escherichia coli* como indicador directo de contaminación fecal (González, 2008)

La necesidad de los pobladores es poseer agua en sus domicilios para la satisfacción de sus necesidades básicas diarias. Por lo que a través de sus propios medios han canalizado y entubado sus fuentes de agua, como quebradas y ríos. Para lograr la viabilidad del almacenamiento del agua superficial aplican la desinfección con cloro y de esta manera distribuir las a los hogares. Sin embargo el proceso de desinfección, entubamiento y distribución

no son llevados de manera adecuada, generándose un riesgo mayor en la salud pública, especialmente en la de los niños y ancianos que pueden contraer enfermedades infectocontagiosas y de parásitos intestinales que a futuro puede desencadenar enfermedades epidémicos de consecuencias mortales (Díaz, 2014)

El Perú cuenta con recursos hídricos con una extensión de 0,87 % de la superficie continental del planeta y posee también el 4,6% del agua superficial planetaria. Siendo la mayor cantidad de agua superficial la proveniente de la vertiente del Atlántico con 97,81% y en la vertiente del Titicaca el 4% de la población dispone del 0,5% del agua superficial (Guevara, 2008).

En la actualidad los habitantes de los distintos distritos, sectores y comunidades del Perú aprovechan los recursos hídricos superficiales y subterráneos de manera directa sin desinfección, pero dichas aguas se encuentran ya contaminadas de manera natural o por la actividad antrópica. Siendo las 5 enfermedades gastrointestinales más comunes en el Perú; diarreas, malaria, dengue, leptospirosis, hepatitis virales A y E. En el mundo las diarreas son la tercera causa de muerte entre menores de cinco años y más de 340 000 niños menores de cinco años mueren por enfermedades diarreicas (Cabezas, 2018).

El agua es como una fuente de vida y solvente universal en la naturaleza, debe garantizar ser apta para el consumo humano, por lo que es necesario preservar la calidad de la misma desde la naciente hasta la llegada al reservorio

de almacenamiento, para evitar los elevados costos económicos y sociales (Chulluncuy, 2011).

En nuestra región San Martín las personas suelen utilizar artesanalmente la resina de la sábila (*Aloe vera* L.). Su uso se da de manera directa con el consumo de su pulpa o resina por vía dérmica en forma de ungüento, a manera de tratamiento en diferentes enfermedades, cumpliendo función de antibacteriano, antiinflamatorio y cicatrizante de uso tópico y oral (Vadillo, 2009).

En la actualidad existe una demanda en el mercado por el consumo del jugo de sábila (*Aloe vera* L.), esta planta puede ser utilizada para uso externo o interno en el ser humano. Según los estudios “el gel de *Aloe vera* L.” es la más ingeniosa mezcla de antibiótico, astringente, agente coagulante, siendo a la vez inhibidor del dolor, cicatrices y estimulante del crecimiento, incluso se le ha llegado a llamar “hormona de las heridas” (Lugo, 2012).

Durante el proceso de investigación realizada a la resina de *Aloe vera* L. se demostró su eficiencia para la remoción de turbidez y sólidos suspendidos en una efectividad de 91% y 72 % respectivamente. Esto implicaría que la resina puede ser utilizada como un buen floculante dentro de un proceso de coagulación para el tratamiento del agua (Razuri, 2017).

El *Aloe vera* L. tanto su resina como sus hojas son utilizadas como regenerador de tejidos, cicatrizante, así como antioxidante y antibacteriano usado frente a Tiña pedis, infecciones estafilocócicas, gastroenteritis, enterocolitis y cólera (Ramírez, 2003).

Actualmente en la urbanización la Planicie - Distrito de Morales, los pobladores dependen del abastecimiento de agua proveniente del canal madre (Zona de Captación), siendo esta agua no apta para el consumo humano, debido a que no recibe un tratamiento de desinfección adecuado. Cabe resaltar que el uso de las aguas superficiales como fuentes de agua contiene agentes patógenos, bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias.

En la actualidad los pobladores de la Urbanización La Planicie, utilizan Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) como desinfectante para eliminar los patógenos presentes en el agua y garantizar el bienestar de la salud de las personas.

Dentro de esta clara situación problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál será la efectividad de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie – Morales San Martín, 2019?

1.2 . Justificación

El presente estudio conlleva a determinar el nivel de eficiencia de la Sábila (*Aloe vera* L.) utilizando como muestra el agua superficial del canal madre localizado en la Urbanización Planicie, Morales, San Martín, de igual modo el agua obtenida mediante este proceso deben cumplir con los Decreto Supremo N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

1.2.1. Práctico

Hoy en día, la planta de Sábila (*Aloe vera* L.), se encuentra esparcido por todo el mundo asimismo en el nuestro país y de la misma forma en el departamento San Martín; esta planta es muy importante para el ser humano y es aprovechado en distintas maneras. El zumo de esta planta tiene muchos beneficios o propiedades que favorece al ser humano y eso no es todo es muy fácil de encontrar en el mercado y muy económico para cada uno de los pobladores que desean su disponibilidad.

1.2.2. Teórico

El agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas regiones del país y es una de las preocupaciones que enfrentamos. En el departamento de San Martín en las zonas urbanas y rurales no cuentan con servicios adecuados mediante los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

En el sector La Planicie la población muchas veces se ve afectada cuando consumen el agua de forma directa sin desinfección, por lo que se exponen a contraer enfermedades gastrointestinales y enterolíticas. Ante este problema los moradores de la Urbanización la Planicie compran agua tratada (agua de mesa) para consumo directo para evitar enfermedades, por lo que la utilización de este tipo agua tratada acarrea un costo excesivo, el cual no puede ser asumido por cada una de las familias. Es así que se plantea proponer una solución de fácil acceso por la mayoría de la población residente en dicho sector.

1.2.3. Tecnológico

La presente investigación se realizó con el fin de desinfectar el agua para consumo humano en la Urbanización la Planicie - Distrito de Morales para los pobladores que no cuentan con el servicio de agua tratada por una Empresa Prestadora de Servicio de Agua y Saneamiento. Por tanto, se desea implementar un sistema de desinfección de agua a base de la resina de *Aloe vera* L. de esta manera reducir los costos económicos en el proceso de desinfección a base de un desinfectante natural (*Aloe vera* L.) in vitro como alternativa de mejorar la calidad del agua en beneficio de cada familia de la urbanización la Planicie – Morales, no tiene efectos secundarios ni tampoco altera en la salud de las personas ni menos al medio ambiente. Se comprobará la dosis óptima de *Aloe vera* L., para eliminar los microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, Coliformes totales y Coliformes termotolerante.

1.3 . Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerante y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie – Morales San Martin, 2019. Determinar la eficiencia de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) en la inhibición de Bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerante y *Escherichia coli* en el agua de consumo humano en la Urbanización Planicie – Morales San Martin, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los parámetros microbiológicos y físicos de la calidad del agua para consumo humano en la urbanización La Planicie mediante análisis de laboratorio.
- Evaluar la dosis de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) al 25%, 35% y 45%; frente a microorganismos patógenos como Coliformes totales, Coliformes termotolerante y *Escherichia coli*.
- Determinar la eficiencia de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) y comparar con Hipoclorito de Calcio (Ca (ClO)₂) del agua superficial de la urbanización La Planicie.
- Comparar los resultados obtenidos con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

1.4 . Presuposición filosófica

El presente trabajo de investigación implementó un sistema de desinfección de agua para el consumo humano. Nosotros como habitantes de esta tierra debemos cuidar las fuentes de agua y todo lo que nos rodea, para el bienestar y desarrollo de la vida.

Nuestra investigación obtuvo como finalidad dar a conocer el amor inmenso que Dios tiene por sus hijos regalándonos cada uno de sus creaciones y el agua es la segunda creación que Dios hizo. Hoy en día el agua es un elemento vital para la vida y la salud de los habitantes de esta tierra, nosotros debemos cuidar esta creación que Dios nos regaló con mucho amor para cada uno de nosotros por lo cual debemos que cuidar las fuentes de agua y evitar contaminar todo lo

que nos rodea. Es por ello que esta investigación propuso un sistema de desinfección del agua superficial en Distrito de Morales, Urbanización La Planicie; el agua obtenida mediante este sistema se utilizará para consumo humano. Génesis 2:15 establece que:” Dios puso al hombre en el Jardín del Edén, para que lo cuidara y lo labrara “(RVR-1960).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

La investigación realizada trata acerca de la desinfección del agua superficial mediante la utilización de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) in vitro para la potabilización del agua alcanzando la eficiencia del producto natural y promover su utilización.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Segun Spentzouris (2015), realizó un estudio denominado “Comparative study on disinfection efficacy of *Thymus vulgaris* and *Aloe vera* L. extracts with comercial disinfectants , on bacteria isolated in nosocomial environment” (“Estudio comparativo sobre la eficacia de la desinfección de Timo vulgar y *Aloe vera* L. extractos con desinfectantes comerciales , sobre bacterias aisladas en ambientes nosocomiales”) , teniendo como objetivo principal es evaluar la capacidad de desinfección de dos extractos de plantas, cultivado en Creta, forma *Thymus vulgaris* (aceite esencial) y *Aloe vera* L. (extracto de etanol) en comparación con desinfectantes comerciales, utilizando procedimientos de neutralizar el caldo sobre la supervivencia bacteriana se probó al exponer la población de las células al caldo a niveles de diez. Los recuentos iniciales y después de 30 minutos de exposición al caldo se observó que no fue diferente, lo que indica que el caldo era estéril y no tenía ninguna actividad bactericida. Se concluye que con este extracto según las pruebas mostraron claramente el potencial con propósitos reales de desinfección en ambientes nosocomiales.

De acuerdo con Medel & Ortiz (2006), es su trabajo de investigación titulado “Estudio de Factibilidad para el Cultivo de Sábila (*Aloe vera* L.) en San Luis Potosí”. Los resultados de la Sábila (*Aloe vera* L.) representan un potencial económico debido a la creciente demanda de este producto para nivel nacional como internacional. Los usos de la sábila son muy diversos por lo que esto ha despertado el interés de naciones y de inversiones para realizar amplios estudios para su aprovechamiento.

Como afirma Pabón & Hernández (2012), en su investigación titulado “Importancia química de, *Jatropha curcas* y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales”. El método que se maneja es una revisión muy profundizada y establecida que permite identificar todos los aspectos principales de los compuestos químicos que se encuentra en diferentes partes de la planta; obteniendo su utilidad tales como medicinal, toxicidad y la importancia industrial. Se concluye que el *Jatropha Curcas* se utiliza de forma tradicional para las infecciones bacterianas y fúngicas o para enfermedades febriles, dolor muscular o ictericia.

Según (Pareek, 2016), en su estudio aplicado “Disinfection of Dental Unit Water Line Using *Aloe vera* L.: In Vitro Study” (“Desinfección de la Línea de Agua de la unidad Dental utilizando *Aloe vera* L.: Estudio In Vitro”). Tiene como objetivo comparar la eficacia de *Aloe vera* L., peróxido de hidrógeno (H₂O₂), y 5% Hipoclorito de Sodio (NaClO) en la contaminación microbiana de DUWLs. Después de la obtención de muestras de agua de línea de base, las líneas de agua de la unidad dental fueron tratadas con *Aloe vera* L., Peróxido de

Hidrógeno 10%, y el Hipoclorito de Sodio (NaClO) al 5%. Cada uno de los tres desinfectantes se utilizó en concentraciones crecientes y su efecto inhibitor se comparó. Las muestras de agua se analizaron para la calidad microbiológica por el método de recuento total viable (TVR).

Conforme con Bonilla & Jiménez (2016), en su tesis titulado “Potencial industrial del *Aloe vera* L.”. La investigación ejecutada es mediante concentraciones de (mg/100g) *Aloe vera* L. y en concentraciones de (mg/100g) Naranja. Demuestran su capacidad de inhibir *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*. En cuanto a la acción antibacteriana, en el estudio de Martínez, Betancourt y Alonso se estimó el potencial de acción antibacteriana del extracto acuoso liofilizado de *Aloe vera* L. en concentraciones entre 10 y 50 mg/mL mediante un ensayo de difusión de agar con una cantidad muy reducida de sepas: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* y una sola levadura la *Candida albicans*. Se obtuvieron resultados solamente frente a *Staphylococcus aureus* y este fue una ligera actividad inhibitoria, para el resto de microorganismos.

De acuerdo con lo mencionado por Pérez (2017), en su investigación titulada “Determinación del efecto inhibitor del *Aloe vera* L.(*Aloe Barbadensis* Miller) al 100% y la clorhexidina al 0,12% sobre Cepas de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* Atcc 29522. Estudio in vitro”. Aplicando el método Kirby-Bauer (un antibiograma o prueba de susceptibilidad bacteriana), consiste de inocular el agar en la caja Petri con la bacteria *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* con el aplicador de algodón en un zigzag apretado.

Después se cubrió toda la parte de la superficie para lograr una capa homogénea de bacterias, la incubación que se utilizó es de 37°C por 48 horas y por último se midió con una regla milimetrada el diámetro. Teniendo como resultados del análisis estadístico de las variables, se determina que el efecto inhibitorio del *Aloe vera* L. al 100% y la clorhexidina al 0.12% sobre cepas de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* se encuentran en una sensibilidad límite de inhibición.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Menciona Huapaya, Flórez, & Larrea (2003), en su trabajo de investigación titulado “Control microbiológico y evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de sangre de grado y *Aloe vera* L.,” la recolección de muestras de sangre de grado (*Crotton lechleri*) y *Aloe vera* L. se los llevó al laboratorio. Los medios de cultivo empleados para el control de calidad microbiológico fueron: caldo lauril triptosa CLT), caldo lactosado verde brillante al 2% (CVB), agar tripticasa soya (ATS) y agar sabouraud (AS). Para la evaluación de la actividad antibacteriana se utilizó el agar Müeller-Hinton (AMH). Obteniéndose como resultado que es un inhibidor microbiano frente a Coliformes totales y fecales así como *Staphylococcus*.

Como describe 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”. Esta investigación se realizó mediante el método modificado de difusión en “pocillos”, donde determinó que el extracto etanólico

presentó la mayor actividad antimicrobiana frente a los patógenos evaluados. 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 etanólico representó el 77,2% del halo obtenido por fluconazol.

Enfatiza Lazo (2012), en su investigación denominado “Remoción del Manganeso para mejorar la calidad de las aguas de consumo humano en la Laguna Azulcocha”, obteniendo como objetivo principal remover el manganeso presente en las aguas de la Laguna Azulcocha mediante técnicas de oxidación-filtración para obtener agua apta para el consumo humano, en esta investigación emplearon el método de las pruebas de jarras para el tratamiento convencional de oxidación –filtración del agua logrando bajar el valor de 0.6 mg/L a 0.1 mg/L de manganeso en el agua de la laguna Azulcocha, cumpliendo lo establecido en los valores límites establecidos en el DS N° 031-2010-S.A. En las pruebas se determinó que la dosificación óptima de reactivos para remover el manganeso mediante el tratamiento oxidación filtración es de 6 ppm de Cal, 2.5 ppm de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) y 6 ppm de Sulfato de Aluminio.

2.1.3. Antecedentes locales

De acuerdo con Campos (2006), en su trabajo de investigación titulada “Efectos de Extractos Vegetales para controlar *Cercospora logissima* aislado de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Laboratorio e Invernadero”. El procedimiento que se aplicó es mediante dos fases, la primera en el laboratorio y en la segunda en el invernadero. En el laboratorio se utilizó las hojas de la muestra después fue llevado al análisis fitopatológico (método de Graham), se preparó el medio de cultivo, preparación de las muestras, el aislamiento el repique, la identificación, prueba de patogenicidad, reisolamiento, pruebas mediante la preparación de los extractos vegetales (utilizando neem, tomatillo, higuera, vergonzosa, diente de león, piñón inmaduro, rosa castilla, bejuco, paico, sábila). Fase Invernadero se siembra la semilla del hospedante, preparación y aplicación del inóculo, obtención y aplicación de los extractos. Se concluye que mediante estos extractos vegetales tuvieron efecto sobre el diámetro de la colonia de *Cercospora logissima*, en el grado de confiabilidad es desde el 89.83% al 99,26 % por lo tanto el diseño empleado es el adecuado por que cumple los parámetros.

Sin embargo Cerón (2016), en su estudio realizado “Estudio para la determinación y dosificación óptima de coagulantes en el proceso de clarificación de aguas crudas en la potabilización de aguas de la empresa Epoobando E. SP”. Para la determinación de dosis óptima, se empleó el método de jarras, escogiendo de ellas la que presentara mejores características de color y turbiedad y que se encontraran dentro de los límites permisibles de acuerdo a la resolución 2115 de 2007. Los datos arrojados en los ensayos, fueron procesados

mediante el programa STATGRAPHICS Centurión XVI tomando como factores principales el tipo de coagulante y la dosis y como variables de respuesta, la turbiedad y color residuales, también se analizó la influencia de los factores sobre el pH final. Finalmente se realizó la comparación técnica para evaluar la posible implementación del mejor coagulante en la planta de potabilización de agua en la empresa EMPOOBANDO E.S.P.

2.2. Definiciones de Términos

2.2.1. Sábila

La Sábila (*Aloe vera* L.) pertenece a la familia de las liliáceas ; es una de las plantas muy importante que son utilizados en la medicina tradicional en la cura de diversos males y se caracteriza por ser una de las mayores regeneradoras de células que ha dado la naturaleza (Rodríguez, Santana, Recio & Fuentes, 2006).

Aloe vera L., es una planta de color verde grisáceo, herbácea, robusta, perenne, de aspecto arrosetado y tiene una serie de espinas en los extremos de cada una de sus hojas. Alcanza una altura de 61 cm cuando llega a un punto de madurez; el cual varía de 3 a 5 años, con un peso de 3 Kg cada planta y una inflorescencia que mide 80 cm aproximadamente. La parte que se emplea la *Aloe vera* L. son la raíz, el tallo y las hojas (García, 2006).

2.2.2. Resina

La resina es una sustancia viscosa secretada por cavidades y canales a través de las células epiteliales de las plantas. Se forma a partir de precursores de azúcares, alcoholes, ácidos orgánicos y aceites esenciales o terpenos. Las resinas funcionan como exudados que curan lesiones, poseen además

propiedades odoríferas y saborizantes que sirven para atraer o repeler insectos y otros animales.

2.2.3. Inhibición

Es la acción y efecto de inhibir o inhibirse, también significa impedir o prohibir el ingreso (Olaso, 2015).

2.2.4. Desinfección

La desinfección es la desactivación o eliminación de patógenos (organismos microscópicos) para prevenir la dispersión de enfermedades transmitidas a través del agua tanto a las personas como a los animales (Peña, 2010).

2.2.5. Bactericida

Los agentes bactericidas inhiben el crecimiento de las bacterias y también lo matan. (Emilce, 2012).

2.2.6. Patógeno

Organismo capaz de producir enfermedad, pudiéndose ser de cualquier reino animal. Vegetal, protista, monera y fungi. Incluye también a los virus. (Espinoza, 2017).

2.2.7. Agua Superficial

Se encuentra discurriendo o estancada en la superficie tales como arroyos, ríos, estanques, lagos y embalses (Gray, 2014).

2.2.8. Cloro

El cloro es el desinfectante de agua más utilizado en el mundo por su efectividad y fiabilidad para eliminar todo tipo de microbios nocivos que pueda contener el agua (OMS, 2011).

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Descripción de la sub cuenca del Río Cumbaza

2.3.1.1. Sub cuenca del río Cumbaza

Pezo (2018), menciona que la sub cuenca del río Cumbaza está localizada en la jurisdicción territorial de las provincias de San Martín y Lamas en el departamento de San Martín. Es el último tributario importante del río Mayo cerca de su desembocadura en el río Huallaga. Según la base de datos cartográfica, la sub cuenca del río Cumbaza tiene un área SIG de 57 120 has., y un perímetro de 124,72 Km. La cuenca está enmarcada dentro de las coordenadas UTM 330264 y 362868 Este ; 9269585 y 9305358 Norte. En la sub cuenca del Río Cumbaza, particularmente se encuentra la población y la infraestructura productiva con gran importancia. Por la sub cuenca recorre el trazo de la Carretera Fernando Belaunde Terry, uniendo las dos ciudades más importantes de la sub cuenca (Lamas y Tarapoto).

Hasta la década pasada el crecimiento poblacional en la sub cuenca, fue proporcionalmente mayor al crecimiento nacional. Dicho crecimiento podría deberse al auge de la actividad de narcotráfico y de la implementación de proyectos especiales y de desarrollo, los mismo que fueron promovidos en la década de los 80.

Tarapoto fue la tercera ciudad con tasa de crecimiento poblacional alta con 5,7% después de Tocache con 7,3% y Mariscal Cáceres con 6,1% (Aramburú, 1982). (GORESAM, 2006), indica que la cuenca del río Cumbaza está ocupada por el territorio de nueve (09) municipios distritales y dos (02) municipios provinciales; la Provincia de Lamas abarca 03 distritos, 09 centros poblados que incluye 03 comunidades nativas; la Provincia de San Martín abarca 06 distritos y 16 centros poblados. Las provincias de Lamas y San Martín, son las que están dentro de la cuenca del Río Cumbaza; estando por la provincia de Lamas los distritos de (Lamas, San Roque de Cumbaza y Rumisapa) y por la provincia de San Martín están los distritos de (Tarapoto, Morales, San Antonio y La Banda de Shilcayo).

2.3.1.2. Fuentes tributarios del río Cumbaza

De acuerdo con Bievre, Acosta, & Pérez (2014), citado por IICA (2004), describe los 27 los tributarios del río Cumbaza, según puede observarse en el Cuadro 2, los cuales fueron clasificados por su caudal en: 4 quebradas pequeñas con caudal entre 0 a 10 l/s, representa el 15% 8 quebradas medianas con caudal entre 10 a 50 l/s, representa el 29% 4 quebradas regulares con caudal entre 50 a 100 l/s, representa el 15% 7 quebradas grandes con caudal entre 100 a 500 l/s, representa el 26% 4 quebradas muy grandes con caudal > de 500 l/s, representa el 15%.

Tabla 1. *Principales fuentes tributarias del Río Cumbaza*

| Fuente | Margen | Altitud (msnm) | Caudal (l/s) | Fecha | Observación |
|-------------------|-----------|----------------|--------------|----------|-------------|
| Quebrada Pucayacu | Izquierda | 228 | 627 | 24-12-03 | Muy grande |

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----|------|----------|------------|
| Quebrada Uchpayacu | Izquierda | 280 | 8 | 04-01-04 | Pequeña |
| Quebrada Ahuashiyacu | Izquierda | 252 | 400 | 11-01-04 | Grande |
| Río Shilcayo | Izquierda | 400 | 174 | 24-01-04 | Grande |
| Quebrada Minero | Derecha | 252 | 85 | 17-02-04 | Regular |
| Quebrada Shupishiña | Derecha | 255 | 495 | 17-01-04 | Grande |
| Quebrada Atumpampa | Izquierda | 269 | 1,32 | 16-02-04 | Pequeña |
| Quebrada Sedamillo | Izquierda | 320 | 17 | 07-03-04 | Mediana |
| Quebrada Cachiyacu | Izquierda | 395 | 1114 | 15-01-04 | Muy grande |
| Quebrada Trancayacu | Derecha | 381 | 2 | 12-01-04 | Pequeña |
| Quebrada Canela Ishpa | Izquierda | 520 | 19 | 12-01-04 | Mediana |
| Quebrada Pintoyacu | Izquierda | 475 | 12 | 14-01-04 | Mediana |
| Quebrada Huacamaillo | Izquierda | 485 | 270 | 14-01-04 | Grande |
| Quebrada Curiyacu | Izquierda | 503 | 466 | 14-01-04 | Grande |
| Quebrada Cachizapa | Derecha | 450 | 13 | 14-01-04 | Mediana |
| Quebrada Wischowaqui | Derecha | 440 | 26 | 14-01-04 | Mediana |
| Quebrada Pavorarca | Derecha | 434 | 0,7 | 14-01-04 | Pequeña |
| Quebrada Incato | Derecha | 595 | 11 | 14-01-04 | Mediana |
| Quebrada Mishquiyacu | Izquierda | 605 | 10 | 14-01-04 | Mediana |
| Quebrada Poloponta | Derecha | 594 | 54 | 14-01-04 | Regular |
| Q. Alto Mishquiyacu | Izquierda | 597 | 52 | 14-01-04 | Regular |
| Quebrada Chunchiwi | Derecha | 620 | 178 | 14-01-04 | Grande |
| Quebrada Bombonaje | Izquierda | 640 | 11 | 14-01-04 | Mediana |
| Q. Atunquebrada | Izquierda | 645 | 51 | 14-01-04 | Regular |
| Quebrada Yuractillo | Izquierda | 687 | 203 | 14-01-04 | Grande |
| Quebrada Shucshuyacu | Derecha | 744 | 1530 | 14-01-04 | Muy grande |
| Quebrada Añaquihui | Izquierda | 560 | 954 | 15-01-04 | Muy grande |

Fuente: Citado por (Pezo, 2018)

2.3.2. Componentes de la Sábila (*Aloe vera* L.)

Tabla 2. *Propiedades de la Aloe vera* L.

| | |
|--------------------------|--|
| Componentes de la Sábila | Contiene 20 de los 22 aminoácidos requeridos por los seres humanos. |
| | Constituido por 8 enzimas: aliase, phosphatase, alcalino, amilasa, carboxypetidase, lipase, catalase, celulase, lipase y peroxidase. |
| | Contiene 9 minerales: Calcio, cromo, cobre, hierro, magnesio, potasio, sodio y zinc. |
| | Contiene vitaminas A, C, E, B, Choline, B12 y ácido fólico. |
| | Tienen Mono y Polisacáridos: tienen efectos terapéuticos. Glúcidos, hidratos de carbón simple (monosacáridos) tales como glucosa, manosa o galactosa. |
| | Contiene complejos: cadenas de azúcares simples como glucomanano o acemanano (Protegen las paredes del estómago y del intestino. Incrementan las defensas y mantienen hidratados los tejidos volviéndolos nutritivos y energéticos). |
| | Tienen dos polisacáridos: acemanano (germicida sistémico, fungicida y bactericida). Fortalece la inmunidad antitumoral. Previene enfermedades graves cancerosas, el SIDA y la esclerosis múltiple. Antraquinonas: aloína, Aloemodina, Ácidos Aleóticos, Anamicos y Crisofónicos. |
| | Contiene Saponinas: anti-bióticas y anti-sépticas. Ácido urónico que reacciona con las sustancias grasas. La Sábila (<i>Aloe vera</i> L.) es un poderoso antioxidante natural. |
| | El gel tiene aproximadamente 99% de agua y el 1% en 75 nutrientes conocidos con 20 minerales, 12 vitaminas, 8 aminoácidos, 200 compuestos filonutrientes activos. |

Fuente : Adaptado por (Sanchez, Jiménez, Abello, Gómez & Pérez, 2015).

2.3.3. Beneficios del *Aloe vera* L.

La planta *Aloe vera* L. tiene propiedades curativas y en todas las culturas éstas siendo aprovechadas para el tratamiento y cura de enfermedades. La planta medicinal al veces se encuentra dentro de sus regiones específicas y otras que se conocen en casi todos los lugares; actualmente ha traspasado fronteras continentales y son parte del conocimiento y de la práctica curativa de los pueblos (Villatoro, 2015).

En la actualidad se está dando una verdadera revolución en medicina, volviendo al uso de las plantas ancestrales, como potenciales alternativas terapéuticas económicas y eficaces contra numerosas y diversas enfermedades, por ello el *Aloe vera* L., una planta tropical perteneciente a la antigua familia

Liliaceae, ya que desde hace muchos años es utilizada en la elaboración de medicamentos destinados a tratar quemaduras , úlceras pépticas , lesiones de la mucosa gástrica, así como antiinflamatorio y de proliferación celular , psoriasis, herpes, acné y pie de atleta . De igual manera en la fabricación de fármacos antimicóticos, analgésico, antivirales. Es astringente, antibacteriales, y anticoagulante (Reyes & Fernández, 2014).

2.3.4. Composición del *Aloe vera* L.

Lo más utilizado son las hojas, cada una está compuesta por tres capas: una interna que es un gel transparente que contiene 99% de agua y el resto está hecho de glucomananos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas; la capa intermedia o látex que es la savia amarillo amarga contiene antraquinonas y glucósidos y la capa externa gruesa llamada corteza, que tiene la función de protección y síntesis de carbohidratos y proteínas. Dentro de la corteza los haces vasculares son responsables del transporte de sustancias como el agua (xilema) y almidón (floema) (Miller, 2014).

2.3.5. Tipos de aguas superficiales

Las aguas superficiales están conformadas por dos tipos:

a. Aguas Lóticas o Corrientes (En latín lotus, que significa lavar)

El agua lotica se caracteriza por presentar la velocidad de arrastre del agua por encima de los 10 m/s ; eso quiere decir que se dirige en una sola dirección , sus formas son irreversible y permite la acumulación de sustratos debajo de la superficie del agua desde su nacimiento y desembocadura (García, Vera, Benetti & Blanco, 2016).

Tabla 3. *Clasificación de las aguas lóaticas*

| Naturales | Artificiales |
|-------------|-------------------|
| Manantiales | Canales de riego |
| Ríos | Canales fluviales |
| Quebradas | |
| Caños | |
| Estuarios | |
| Arroyos | |
| Riachuelos | |

Fuente: Citado por (Moreno, 2012)

b. Aguas Lenticas (En latín *lentus*, que significa lento)

El agua lenticas son las aguas interiores que caracteriza por encontrarse estancada o quietas y el arrastre del agua su velocidad es muy mínima (Sotill & Flores, 2016).

Tabla 4. *Clasificación de las aguas lenticas*

| Naturales | Artificiales |
|----------------------|------------------------------|
| Lagos | Embalses |
| Lagunas | Reservorios de aguas lluvias |
| Ciénagas | Estanques de acuicultura |
| Esteros | Lagunas de oxidación |
| Pantanos | Lagos artificiales |
| Humedales | |
| Fitotelmos | |
| Planos de inundación | |

Fuente: Citado por (Moreno, 2012).

2.3.6. Clasificación de aguas superficiales

a. Ríos

Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y siempre por gravedad discurre de las partes altas hacia las bajas. Posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en este último caso se le denomina afluente.

Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riachuelo o arroyo, Gomez (2003).

b. Lago

Es un cuerpo de agua dulce o salada sin conexión con el mar. Es un lugar en donde el agua superficial que procede de los escurrimientos de la lluvia (posiblemente de filtraciones del agua subterránea) se ha acumulado debido a una depresión del terreno, creada normalmente por fallas geológicas. Algunos se forman por la obstrucción de valles debido a desplomes en sus laderas. Otros lagos son de origen volcánico. En un lago las velocidades del río disminuyen, y por consiguiente se produce sedimentación, evaporación e infiltración. Dependiendo de las dimensiones del lago, su forma y profundidad especialmente, se producirán corrientes, tanto horizontales como verticales que le darán sus características especiales como ecosistemas. La mayoría de los lagos generalmente tiene un río de entrada y otro de salida, Moreno (2015).

c. Lagunas

Son espacios naturales cuya característica principal es que contienen agua embalsada, ya sea de carácter temporal o permanente, Moreno (2015).

d. Manantiales

Es un flujo de agua que surge del interior de la tierra en un área limitada y puede ir a dar a un río, un lago o una laguna. El caudal de los manantiales depende de la estación del año y del volumen de las precipitaciones. Pueden ser permanentes o intermitentes, y tener un origen atmosférico (cuando el agua de lluvia se filtra en la tierra) o ígneo (cuando el agua se calienta por contacto por rocas ígneas) para dar lugar a manantiales de agua caliente o termales como los géiseres (MINAGRI & ANA, 2010)

2.3.7. Calidad del Agua

2.3.7.1. Concepto de Calidad del Agua

El agua es el componente principal y el más importante en el mundo, es tan esencial en nuestra vida porque sin él no existiera la vida y tiene una función vital es sostener los ecosistemas tanto naturales como sociales; el agua es responsable de la humanidad misma, en su individualidad y colectivas a través de sociedades, donde el desarrollo se ha visto íntimamente basado en los recursos hídricos. El concepto de calidad de agua se refiere a un análisis complejo, entendiendo desde un punto de vista funcional (la capacidad del agua para responder a sus usos), ambiental (las condiciones que deben darse en el agua para mantener un ecosistema equilibrado), o descriptiva (como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas), etc. La calidad de agua es afectada por variables naturales y humanas. En las variables naturales lo más importante se encuentra en la geológicas, hidrológicas y climáticas, las cuales afectan la cantidad y calidad del agua. Por otro lado, las actividades humanas su función es interrumpir el uso del agua por los ecosistemas. El comportamiento

de contaminantes en ecosistemas acuáticos es complejo y puede implicar varios procesos fisicoquímicos, como adsorción-desorción, precipitación-solubilización, filtración, consumo, biológico, excreción y sedimentación-resuspensión, los cuales pueden ocurrir de manera simultánea o consecutiva (Mendoza, 2018).

Tabla 5. *Procesos que ocurren en los sistemas acuáticos*

| Tipo de proceso | Proceso principal en el cuerpo de agua | Cuerpo de agua |
|-----------------|--|---|
| Hidrológico | Dilución Evaporación Percolación y lixiviación Suspensión y tamiasenento | Todos los cuerpos de agua Agua superficial Agua subterránea Agua superficial |
| Físico | Intercambio gaseoso con atmósfera Volatilización Adsorción/desorción Calentamiento y/o enfriamiento Difusión | La mayoría de ríos y lagos La mayoría de ríos y lagos Todos los cuerpos de agua La mayoría de ríos y lagos Lagos y agua subterránea |
| Químico | Foto degradación Reacciones ácido-base Reacciones redox Disolución de partículas Precipitación de minerales Intercambio iónico | Lagos y ríos Todos los cuerpos de agua Todos los cuerpos de agua Todos los cuerpos de agua Agua subterránea |
| Biológico | Producción primaria Crecimiento y muerte de microorganismos Descomposición de materia orgánica Bioacumulación Biomagnificación | Agua superficial Todos los cuerpos de agua La mayoría de ríos y lagos La mayoría de ríos y lagos La mayoría de ríos y lagos |

Fuente: Adaptado por Mendoza, (2018).

Las características fisicoquímicas son un factor importante para el establecimiento de la calidad del agua, se considera una serie de parámetros como índice regulador ante procesos de contaminación, naturales o antropogénicos, que afecten la calidad de un ambiente acuático. Los procesos biológicos también deben ser considerados para un aseguramiento más integral

de la calidad en aguas superficiales y subterráneas. Así mismo, se debe considerar las distribuciones espacial y temporal de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en los sistemas acuáticos (Mendoza, 2018).

2.3.8. Parámetros que se analizarán en laboratorio conforme al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Para la presente investigación se utilizara el Reglamento de la Calidad de agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA, basándonos en Título IX Requisitos de Calidad del Agua para Consumo Humano (DIGESA, 2010).

Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento (DIGESA, 2010).

Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, debe estar extinta de: Bacterias Coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*, Virus; Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios (DIGESA, 2010).

Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Reglamento. Del diez por ciento

(10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento (DIGESA, 2010).

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de Coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal. En la página siguiente tenemos los parámetros que va analizar en la tabla 6 y 7 (DIGESA, 2010):

Tabla 6. *Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos*

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|--|---------------------|--------------------------|
| Bacterias Coliformes totales | UFC/100 mL a 35°C | 0 (*) |
| <i>Escherichia coli</i> | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| Bacterias Coliformes termotolerantes o fecales | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |

UFC = Unidad Formadora de Colonias

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

Fuente: Citado por (DIGESA, 2010).

Tabla 7. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|----------------------|------------------|--------------------------|
| Color verdadero | UCV escala Pt/Co | 15 |
| Conductividad (25°C) | µmho/cm | 1500 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | - |
| pH | Valor de pH | 6.5 – 8.5 |
| Temperatura | °C | - |
| Turbiedad | UNT | 5 |

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

(-) No se cuenta con normativa para este parámetro

Fuente: Citado de (DIGESA, 2010).

2.3.9. Características Fisicoquímica del agua

2.3.9.1. Parametros de calidad física del agua

Los parámetros físicos permiten determinar cualitativamente el estado y tipo de agua:

a. Temperatura

Influyen en la evolución de las demás propiedades físicas, químicas o biológicas. Si la temperatura aumenta, aumentan otras propiedades como la solubilidad de las sales, DS N° 031-2010-SA. ocasionando cambios de la conductividad y pH, (DIGESA, 2010).

b. Turbidez

El agua clara tiene un bajo nivel de turbidez y el agua turbia o lodosa tiene un nivel de turbidez elevado. Los niveles altos pueden ser causados por partículas suspendidas y coloidales en el agua, tales como limo, tierra, sedimento, aguas residuales, plancton y otros organismos microscópicos. Es

una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra. No debe relacionarse la turbiedad con la concentración en peso de los sólidos en suspensión, pues el tamaño, la forma y el índice de refracción de las partículas, son factores que también afectan la dispersión de la luz (Quintuña & Samaniego, 2016).

c. Conductividad

El agua pura, es un conductor pobre de la electricidad. Son las impurezas del agua, como las sales disueltas, las que permiten que el agua conduzca electricidad. Se ha encontrado, que un gran indicador del nivel total de impurezas en el agua dulce, es su conductividad eléctrica; es decir, la eficacia con la que el agua transmite la corriente eléctrica. Cuantas más impurezas hay en ella, mayor es la conductividad eléctrica. Para usos domésticos, se prefiere el agua con un contenido total de sólidos disueltos inferior a los 500 ppm o por debajo de una conductividad de cerca de 750 microSiemens (Ohmios¹) (Escudero & Pereyra, 2016).

d. Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)

El parámetro de oxígeno disuelto en el agua es muy importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de Oxígeno Disuelto es un indicador del agua eso quiere decir que tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales. El conjunto de residuos orgánicos, producido por los humanos y otros animales y seres vivos, descargan heces y otros materiales orgánicos, que se vierten en los

cuerpos de agua, son descompuestos por bacterias aeróbicas, que consumen Oxígeno. Cuando estos desechos se encuentran en exceso, proliferan las bacterias y agotan el Oxígeno, haciendo escasa la vida de muchas especies acuáticas. De tal forma, que cuando la concentración de OD, es menor de 2 mg/L, todas las especies, habrán muerto; aumentando la DBO.

Se debe fundamentalmente a la solubilización del Oxígeno Atmosférico y a su generación en la fotosíntesis de algas (específicamente), este oxígeno se consume durante la noche, por el metabolismo propio de las algas y la muerte de ellas, también consume oxígeno, al degradarse. La concentración del oxígeno en el agua, depende de la presión que tenga en la atmósfera y de la temperatura del agua. Se asume, que la concentración del Oxígeno a 25 °C, es de 8,32 mg/L. La solubilidad de un gas en el agua, disminuye con el aumento de la temperatura; de tal manera, que a 35 °C, la concentración del O₂, en el agua, es de 7,03 mg/L y a 0 °C, aumenta a 14,74 mg/L.. La característica fundamental del Oxígeno disuelto en agua, es primordial para la respiración de los microorganismos aeróbicos y otras formas de vida acuática. Pero, el Oxígeno, es ligeramente soluble en agua y está condicionado a los siguientes factores: Solubilidad del gas, Presión parcial de gas en la atmósfera, Temperatura, (Sotill & Flores, 2016).

e. Potencial de Hidrógeno (pH)

Es la medida de la concentración de los hidrógeno e hidróxido en el agua. Según las aguas con pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de sustancias metálicas que se encuentren en contacto con ella, y las que poseen valores de pH mayores de 7 son aguas básicas y pueden dar lugar a

incrustaciones , y si pH del agua es 7 son aguas neutras (Quintuña & Samaniego, 2016).

Se considera que el valor idela del pH de aguas naturales debe estar comprendida entre 6.5 y 8.5 y de aguas tratadas debería estar entre 6.5 y 9. Por lo general este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua (Cerón, 2016).

Según (Cava & Ramos, 2016) menciona que Los Límites Máximos Permisibles aceptables son 6,5 – 8,5 grados y Límites Máximos Permisibles son 6,5 – 9,2 grados, deben cumplir estos parametros.

2.3.9.2. Parametros de calidad Microbiologico y Parasitológicos del agua

a. Coliformes totales

Los Coliformes totales se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C y producen ácido y gas (CO₂) en 24h, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β-galactosidasa. Entre ellas se encuentran *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Sotil, 2017).

b. Coliformes termotolerantes (fecales)

Los Coliformes termotolerantes (CTE), denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 ° C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, pero se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas forman parte de los Coliformes termotolerantes, pero su origen

normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo ocasionalmente forman parte de la microbiota normal.^{25,33}. Por esto algunos autores plantean que el término de Coliformes fecales, comúnmente utilizado, debe ser sustituido por Coliformes termotolerantes. (Larrea, Rojas, (Larrea, Rojas, Romeu, Rojas, & Heydrich, 2013).

c. *Escherichia coli*

Escherichia coli pertenece al miembro de la familia *Enterobacteriaceae* y es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales. Se excreta diariamente con las heces (entre 10⁸ -10⁹ Unidades Formadoras de Colonias (UFC).g⁻¹ de heces) y por sus características, es uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados últimamente (Larrea et al., 2013).

2.3.10. Fuentes de contaminación de origen Antropogénico

Las fuentes de origen Antropogénico son todas las actividades humanas que realiza para satisfacer sus necesidades, está conformada por:

2.3.10.1. Urbano o doméstico

a. Vertimiento de aguas servidas

Son aquellas aguas eliminadas por el ser humano luego de ser utilizadas en diferentes usos, como higiene personal, alimentación, limpieza, lavado de ropa, etc. Los detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. La mayoría de los centros urbanos vierten directamente sus desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar después de ser utilizada

conteniendo presencia de microorganismos como bacterias, las cuales son nocivas para el hombre entre ellas tenemos: (Coliformes fecales, salmonellas, *vibrium chólerae*), también parásitos (*Giardia*, *Helicobacter pylori*, *entamoebas*) y protozoarios, etc. De tal modo que sobrepasan los parámetros ambientales establecidos, afectando constantemente al mar, ríos y los lagos (Titicaca, Puno) (Pérez, 2017).

Tabla 8. *Principales actividades humanas contaminantes*

| Actividades | Efectos |
|---|--|
| Embalses: C. Hidroeléctricas | <ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de sedimentos • Alteración de los niveles de acuíferos subterráneos • Impedimento de migración de los peces. |
| Embalses: (Regadío, suministro para consumo) | <ul style="list-style-type: none"> • Derivación de caudales |
| Central térmica convencional | <ul style="list-style-type: none"> • Polución por desincrustantes y biocidas • Elevación de la temperatura de agua del medio receptor: • Incremento de la evaporación • Disminución del poder de autodepuración • Alteración de ecosistema (Muerte de huevos y larvas principalmente) • Alteración de los ciclos reproductivos |
| Agricultura | <ul style="list-style-type: none"> • Aporte de nutrientes: Eutrofización • Aporte de plaguicidas • Derivación de caudales |
| Ganadería | <ul style="list-style-type: none"> • Polución orgánica • Contaminación bacteriológica |
| Extracción de áridos de los cauces | <ul style="list-style-type: none"> • Descenso del nivel de los acuíferos subterráneos • Polución y contaminación de aguas (alteración del transporte de sedimentos) |
| Industrias | <ul style="list-style-type: none"> • Metales pesados y otros tóxicos • Polución orgánica • Detergentes • Derivaciones de caudal |
| Núcleos Urbanos | <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación bacteriológica |

| | |
|------------------------------|---|
| Minas | <ul style="list-style-type: none"> • Sales minerales • Tóxicos • Material en suspensión |
| Pozos de extracción de aguas | <ul style="list-style-type: none"> • Descenso del nivel de agua del acuífero subterráneo • Intrusión de aguas marinas • Salinización de suelos |
| Deforestación | <ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la infiltración de agua • Favorecimiento de arriadas |
| Excursionismo y Camping | <ul style="list-style-type: none"> • Detergentes • Polución orgánica • Contaminación bacteriológica • Basuras |
| Polución atmosférica | <ul style="list-style-type: none"> • Polvos • Metales pesados y otros tóxicos • Contaminación radioactiva |
| Vertederos de basuras | <ul style="list-style-type: none"> • Basuras Concentración de las fermentaciones: Malos olores • Polución química • Contaminación bacteriológica |

Fuente:Citado por (Terleira, 2010).

b. Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas:

Un estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en 129 de las 159 cuencas hídricas del país permitió conocer que todos los ríos analizados están contaminados, en diversos sectores, con Coliformes termotolerantes (fecales) y metales pesados. La alteración de la calidad del agua destinada para el consumo humano y para actividades agrícolas e industriales se debe principalmente al vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos de las poblaciones asentadas cerca de los cauces (Talledo, 2016).

El río Chillón es una de las tres cuencas más importantes de la ciudad de Lima, donde el uso que se da a sus aguas es para consumo humano, agricultura e industrial, a la vez sirve como cuerpo receptor y medio de transporte de desechos domésticos, industriales y humanos, en su trayectoria se han asentado botaderos de residuos domésticos, actividad de minera formal e informal,

botaderos de curtiembres, plantas de fundición informales, plantas papeleras y textil descargan sus efluentes domésticos, asimismo, la agricultura (plaguicidas y fertilizantes) y la crianza informal de cerdos que se encuentran en sus riberas, sobre todo en la cuenca baja los cerdos son alimentados con residuos domésticos provenientes de diferentes distritos del cono norte que son traídos por camiones municipales y particulares, esto ha generado una gran contaminación de las aguas del río Chillón y por ende existe un descontrol en el uso del suelo, sin considerarse la conservación de suelo agrícola para el equilibrio del ecosistema, considerando que las riberas son las zonas ecológicas del casco urbano (Reyes, 2012).

c. Los vertidos industriales

La contaminación de las aguas, se ven afectados por el uso de plaguicidas y los relaves mineros que a través de las lluvias arrastran los metales pesados como el plomo, el cadmio, el mercurio, los cianuros, los hidrocarburos, los fenoles, etc. que provocan prácticamente la destrucción de los ecosistemas acuáticos y también serios daños a las personas que consuman agua o sus productos contaminados. Por otro lado, los fosfatos y nitratos son arrastrados por las aguas superficiales a los lagos y ríos donde producen eutroficación y también contaminan las corrientes freáticas (Chung, 2008).

2.3.10.2. Ganadera y agrícola

La ganadería genera contaminación mediante los restos orgánicos que caen al suelo y a las fuentes hídricas vertidos con cargas de materia orgánica. Cuando se descompone la materia orgánica produce gases como metano, CO₂, NH₃, SH₃, etc. la mayoría con mal olor, mientras otros

contaminan peligrosamente las aguas al transformarse en nitritos, nitratos, ácido carbónico y carbonatos etc. Asimismo la agricultura ocasiona contaminación por el uso de plaguicidas, pesticidas, biocidas, fertilizantes y abonos, que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos organoclorados que pueden llegar al suelo por lixiviado y contaminar las aguas (Terleira, 2010).

2.3.11. Enfermedades generadas por el agua superficial

a. Enfermedades diarreicas

La enfermedad diarreica aguda (EDA) es un mecanismo de defensa o de respuesta del organismo frente a un agente agresor y es el síntoma mayor acompañado de distintos grados de deshidratación que afectan principalmente a los niños menores de cinco años dentro de ellos que se encuentran entre 0 y 36 meses de edad. La enfermedad diarreica desde el punto de vista operativo es la evacuación demasiado frecuente de heces líquida, es considerado de 3 o más deposiciones líquidas o semilíquidas en 24 horas (Nauca, 2015).

Tabla 9. Número de episodios de EDA Según departamentos en el Perú 2013 – 2018

| Departamentos | Total Año (hasta la SE 52) | | | | | | Corte en la SE actual 4 2018 | | | | | |
|---------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Lima | 241990 | 230471 | 264198 | 299761 | 306402 | 24630 | 5760 | 6176 | 6112 | 6934 | 6961 | 5843 |
| La Libertad | 66632 | 66307 | 65831 | 76182 | 65021 | 24630 | 1774 | 1854 | 1726 | 2343 | 1554 | 1292 |
| Arequipa | 83369 | 88463 | 102182 | 99939 | 90639 | 6147 | 1623 | 1954 | 1992 | 1856 | 2073 | 1586 |
| Ancash | 45827 | 47927 | 52217 | 55591 | 58020 | 4076 | 934 | 1078 | 1147 | 1175 | 1173 | 882 |
| Piura | 55369 | 55660 | 52749 | 63776 | 72032 | 4031 | 991 | 1383 | 1084 | 1216 | 1420 | 1004 |
| Loreto | 68331 | 58505 | 63348 | 60412 | 59308 | 3833 | 1520 | 1454 | 1079 | 1500 | 1121 | 837 |
| Callao | 47239 | 41112 | 50420 | 59693 | 54509 | 3348 | 1163 | 1207 | 950 | 1100 | 1436 | 858 |
| Cusco | 46581 | 44076 | 43794 | 43524 | 42982 | 3237 | 903 | 836 | 696 | 751 | 805 | 917 |
| Lambayeque | 42832 | 41343 | 44773 | 37062 | 38558 | 2748 | 926 | 1117 | 1294 | 829 | 856 | 614 |
| Ucayali | 33455 | 31667 | 36280 | 43148 | 40217 | 2700 | 696 | 587 | 533 | 850 | 693 | 628 |
| Cajamarca | 34285 | 33122 | 34393 | 38014 | 35000 | 2565 | 705 | 679 | 693 | 587 | 625 | 628 |
| Huanuco | 30035 | 26682 | 38353 | 42574 | 38321 | 2365 | 482 | 476 | 750 | 725 | 633 | 537 |
| Junin | 36189 | 37911 | 40266 | 38081 | 36009 | 2348 | 733 | 575 | 661 | 598 | 574 | 593 |
| Amazonas | 37135 | 33286 | 27658 | 27779 | 26614 | 2125 | 721 | 730 | 502 | 412 | 436 | 528 |
| Ica | 23056 | 21872 | 24680 | 22414 | 24206 | 1861 | 561 | 578 | 608 | 481 | 614 | 526 |
| Tacna | 23041 | 22391 | 21285 | 20537 | 21370 | 1620 | 572 | 590 | 588 | 506 | 676 | 408 |
| Huancavelica | 22187 | 22328 | 24182 | 25307 | 26284 | 1530 | 364 | 403 | 317 | 505 | 413 | 363 |
| Pasco | 25699 | 24031 | 23868 | 24940 | 24232 | 1509 | 465 | 480 | 429 | 355 | 453 | 356 |
| Ayacucho | 25192 | 21157 | 20904 | 25067 | 27356 | 1505 | 483 | 404 | 327 | 384 | 441 | 338 |
| Moquegua | 17375 | 17294 | 18035 | 17283 | 16412 | 1318 | 371 | 407 | 401 | 358 | 425 | 334 |
| San Martin | 15825 | 15944 | 14155 | 18713 | 18561 | 1243 | 310 | 372 | 257 | 279 | 307 | 360 |
| Apurimac | 16116 | 25023 | 20280 | 21851 | 20446 | 1195 | 252 | 438 | 304 | 412 | 349 | 321 |
| Puno | 18345 | 17421 | 17787 | 19831 | 18966 | 1178 | 346 | 268 | 315 | 380 | 345 | 242 |
| Madre de Dios | 8538 | 7922 | 9000 | 8250 | 7867 | 603 | 125 | 141 | 130 | 184 | 153 | 184 |
| Tumbes | 5511 | 5435 | 5919 | 6755 | 6635 | 292 | 129 | 95 | 126 | 130 | 183 | 79 |
| Total general | 1070154 | 1037350 | 1116557 | 1196484 | 1175967 | 84204 | 22909 | 24282 | 23021 | 24850 | 24719 | 20258 |

Fuente: Citado por (MINSA,2018)

b. Cólera

El cólera es una enfermedad aguda diarreica acuosa como agua de arroz, con olor a pescado, su principal agente causal es el *Vibrium cholerae*, una bacteria Gram negativa, en forma de bacilo, aerobia o anaerobia facultativa, fermentador de glucosa, oxidasa positiva y portador de un flagelo que incrementa su movilidad, causante de infecciones en los humanos. sin ser precedida por dolor abdominal importante o tenesmo rectal, habitualmente sin fiebre, que puede rápidamente ser voluminosa y acompañarse de vómitos. En cuanto la diarrea continúa, se pueden presentar calambres generalizados y oliguria. Esta es la expresión clínica más grave y la que puede llevar a la muerte. La mayoría de las infecciones por *Vibrio cholerae* son asintomáticas, y la diarrea moderada debida a infección por esta bacteria puede ser indistinguible de otras causas de gastroenteritis. El cólera puede matar a una persona saludable entre 12 y 24 horas desde el comienzo de la diarrea y tiene la distinción de ser probablemente el patógeno que causa el mayor número de muertes en humanos, en el más corto período de tiempo; en casos no tratados, la enfermedad puede conllevar a la muerte a más del 50 % de los casos infectados (Sánchez & Pérez, 2014).

2.3.12. Etapas del Abastecimiento de Agua para Consumo Humano

2.3.12.1. Captación del agua

La captación del agua que realiza la Urbanización Planicie – Morales, se lo hace del canal madre el agua llega a una compuerta y cuenta con una rejilla donde se atrapan los sólidos sedimentables presentes en el agua superficial.

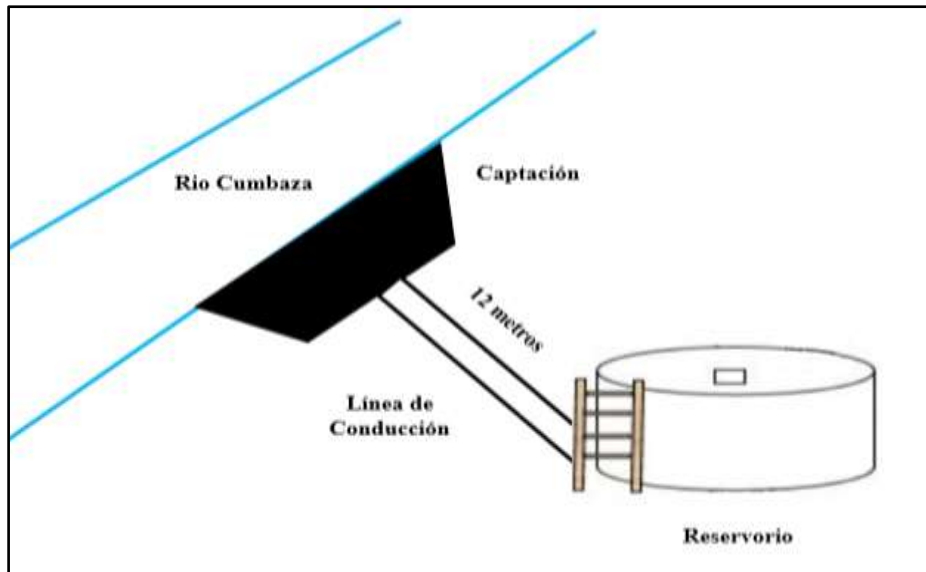


Figura 1. Captación del agua para el consumo humano

Fuente: Elaboración Propia, (2019).

2.3.12.2. Línea de aducción

La línea de aducción por donde se transporta el agua al reservorio está formada por tubería de PVC de 4" de diámetro con un recorrido de 12 a 15 m.

La Red de Distribución está conformada por tubería de PVC de 2" de diámetro.

2.3.12.3. Reservorio

La Urbanización Planicie, cuenta con un reservorio de almacenamiento cuya capacidad es de 1500 lts, su estructura está en buen estado de conservación. Se cuenta con una caseta de válvulas de regulación que no está diseñado ni construido bajo criterios técnicos recomendados. (Copa & Roquel, 2016).

2.3.12.4. Desinfección con cloro

El proceso de cloración se lleva a cabo en el reservorio de almacenamiento. Es un proceso químico que mata organismos patógenos, existen dos tipos de

desinfección por cloro: la primaria, donde se matan los organismos y la secundaria que mantiene un desinfectante residual para prevenir el crecimiento de más microorganismos en el sistema de distribución de agua. Desde hace años, el cloro en diferentes combinaciones como Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), líquido (NaClO) o como gas (Cl_2), se ha utilizado como desinfectante en diversos países. (Salamanca, 2014).

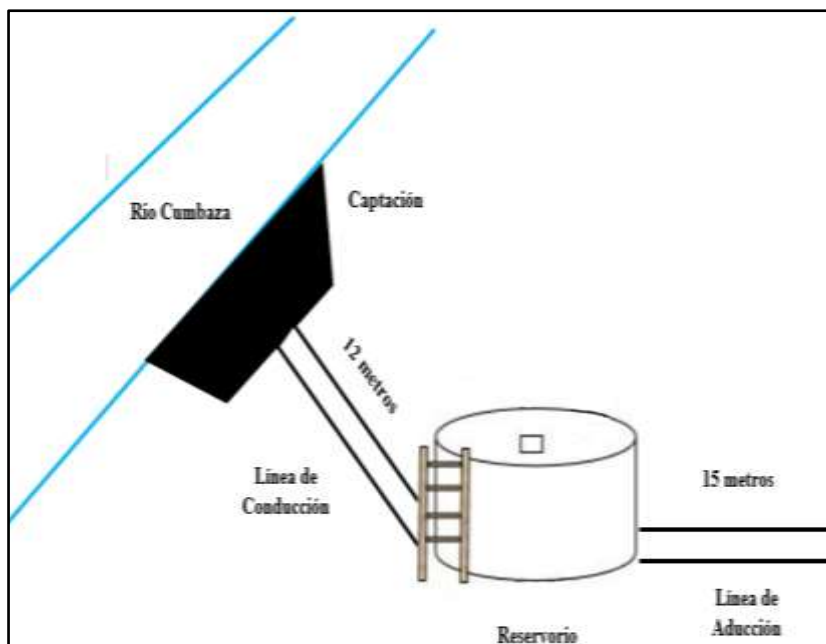


Figura 2. Desinfección del agua para el consumo humano

Fuente: Elaboración Propia, (2019).

2.3.12.5. Red de distribución

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006)

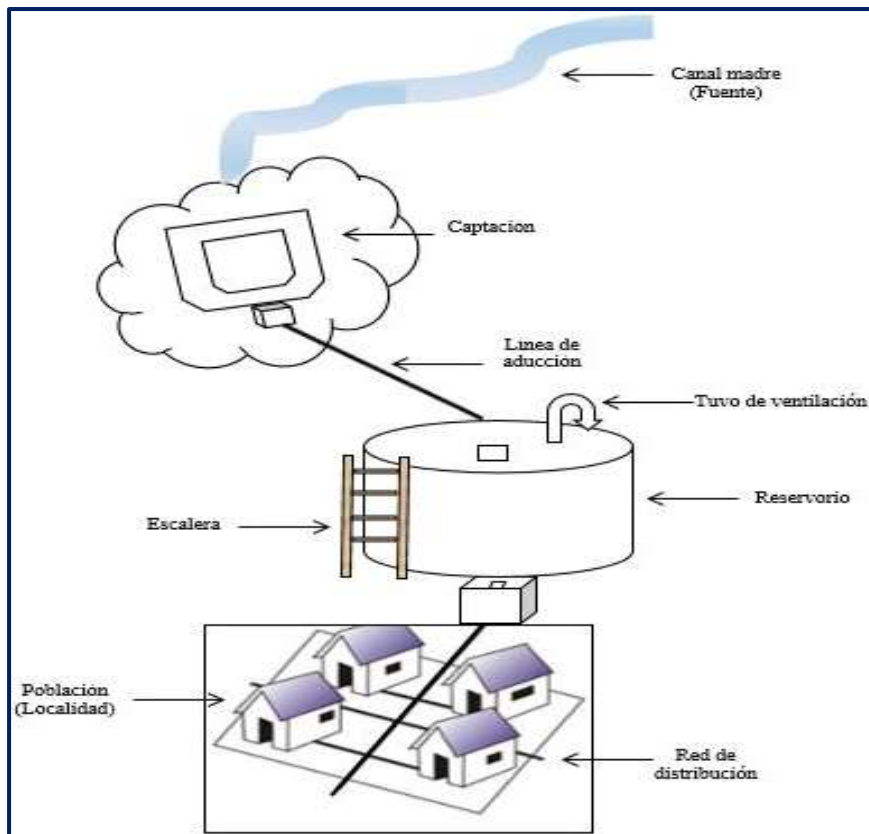


Figura 3. Etapas de la Red de distribución para el consumo humano

Fuente: Propia, (2019).

2.3.13. Análisis aplicable en el agua superficial

a. Método de Ortotolidina

El método de la Ortotolidina es aplicable para la cuantificación de las formas libre y combinadas del cloro disponible. El análisis se basa en la comparación colorimétrica entre una muestra problema y patrones estandarizados (Blanco, 2006).

b. Método Numero Más Probable (NMP)

La metodología consiste para obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de

población que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible (Soler, 2006).

Para el recuento por el NMP se realizan diluciones en base 1/10. Para ello se inocularon los medios de cultivo por triplicado con los siguientes volúmenes: 10, 1 y 0,1 mL. Se utilizó caldo Fluorocult, Lauryl Sulfate Broth (Merck R). Luego de la siembra se incubó durante 48 hs a 35 ± 2 °C y se realizó la primera lectura para Coliformes totales, identificados por turbiedad y producción de gas. Para confirmar la presencia de *E. coli* se realizó la evaluación de fluorescencia por liberación de fluorocromo tras la acción de la enzima β -glucuronidasa, y la producción de Indol en aquellos tubos fluorescentes. La interpretación de los resultados se realizó usando una tabla de tubos múltiples estandarizada para muestras de 100 ml, con una confianza del 95% (Cambruzzi, 2016).

2.4. Marco Legal

2.4.1. Constitución Política del Perú

En el Capítulo II, Los Recursos naturales renovables y no renovables, son bienes 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” (Constitución Política del Perú, 1993).

2.4.2. Ley Nº 29338 de los Recursos Hídricos

La vigente Ley regula la utilización y gestión de los recursos hídricos. En la cual esta comprendida 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 país y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta (ANA, 2009).

2.4.3. Ley N° 26842 General de Salud

Esta Ley establece y nos da a conocer que la salud es condición primordial del desarrollo humano y medio indispensable para alcanzar el bienestar personal y colectivo. Por ello, es responsabilidad del Estado regular, vigilar y promover; en el Art. 103 define que la protección del medio ambiente es responsabilidad del Estado y que todas las personas naturales y jurídicas, tienen el deber de mantenerlo dentro de los niveles para preservar la salud del ser humano, que establece la Autoridad de Salud competente; así mismo en el Art. 105 nos afirma que la Autoridad de Salud competente, tiene la misión de dictar las medidas necesarias para disminuir y contener los riesgos para la salud de los seres humanos derivados de elementos, factores y agentes ambientales (Ministerio de Salud, 1997).

2.4.4. 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 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).

2.4.5. Ley N° 28611 ley general del ambiente

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

Artículo 90.- Del recurso agua continental

Nos explica que el Estado favorece y controla la explotación sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico,

evitando la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su alrededor, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y favorece la inversión y participación del sector privado en la explotación sostenible del recurso.

Artículo 114.- Del agua para consumo humano

En esta parte señala que el acceso al agua potable apta 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 carencia, el Estado ampara el uso selectivo del agua para fines de abastecimiento de las necesidades humanas, 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 (MINAM, 2005).

2.4.6. Decreto Supremo N° 006-2017-MINAGRI

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:

Artículo 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.

Artículo 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 ubique el agua, sea

en sus cauces naturales o artificiales, regula, supervisa. Fiscaliza el acatamiento 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 (MINAM, 2017).

2.4.7. Resolución Directoral Nº 160-2015/DIGESA/SA

Esta resolución Jefatural, contiene el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano” (DIGESA, 2015).

2.4.8. 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).

2.4.9. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

El MVCS, está facultado para la gestión de la calidad de agua para consumo humano, como el de crear las condiciones necesarias para agenciarse a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en afinidad 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 de manera técnica y económicamente a los gobiernos locales en la prestación de los servicios básicos de saneamiento. (DIRESA & MVCS, 2014)

2.4.10. 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.

2.4.11. 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 (DIRESA & MVCS, 2014).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del lugar de estudio

El estudio de investigación se desarrolló en coordinación con las autoridades del JASS (Junta Administrativa de los Servicios de Saneamiento) ubicada administrativamente en el centro poblado La Planicie, pertenece al distrito de Morales .Geograficamente el abastecimiento de agua de los pobladores se encuentra en el distrito de Cacatachi, departamento de San Martín con su cordenasas geografica son: Este: 345533 y Norte: 9284965 en la zona 18 sur WGS 84, a una altitud de 280 m.s.n.m. (Municipalidad Distrital de Morales, 2014).

Limites del distrito de Morales

El Distrito de Morales, tiene sus límites con los siguientes Distritos:

- **Por el Norte:** Con el Distrito de San Antonio de Cumbaza
- **Por el Sur:** Con el Distrito de Juan Guerra
- **Por el Oeste:** Con el Distrito de Cacatachi
- **Por el Suroeste:** Con el Distrito de Cuñumbuque
- **Por el Oeste:** Con el Distrito de Tarapoto

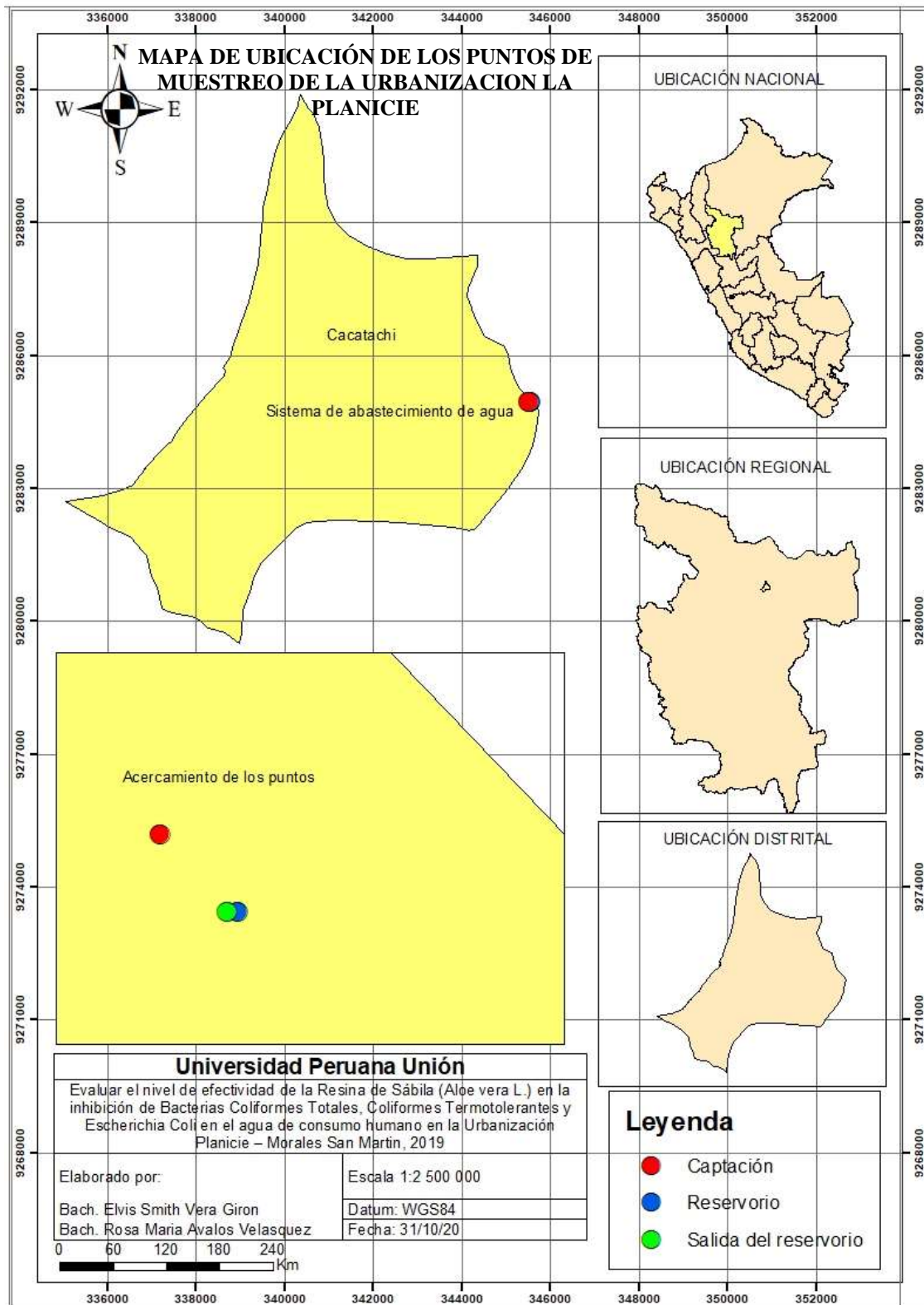


Figura 4. Ubicación geográfica del área estudio

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2. Población y Muestra

3.3. Definición de la población

La población del presente estudio esta conformado por el agua superficial del canal madre siendo captada y almacenada en 2 tanques obteniendo 2500 litros cada tanque, haciendo un total de 5000 litros de agua con un caudal máximo diario de $0.48 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$, beneficiando a 71 familia un promedio de 800 personas como dato obtenido de la Junta Administrativa de los Servicios de Saneamiento (JASS, 2017).

3.3.1. Muestra de Estudio

En el presente trabajo de estudio se recolectó las muestras de agua en el canal madre en la Urbanización la Planicie. Obteniendo las 4 muestras de agua superficial (2 muestras y 2 contramuestras) haciendo un volumen total de 4 litros en 4 frascos de vidrios esterilizados, todo esto será siguiendo los procedimientos del Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano.

Por lo cual las 4 muestras obtenidas tales como las 2 muestras (M1 Y M2) y las 2 contramuestra (M3 y M4), se refiere a :

M1: 1 litro de agua para el antes del tratamiento el cual se realizó el analisis respectivo en el laboratorio de Ambiental de la FIA-UPeU-FT,

M2: 1 litro de agua para el antes del tratamiento que se envió a un laboratorio acreditado por INACAL en la ciudad de Lima,

M3: 1 litro de agua después del tratamiento, el cual se analizó en el laboratorio de Ambiental de la FIA-UPeU-FT,

M4: 1 litro de agua para después del tratamiento el cual se envió a un laboratorio acreditado por INACAL en la ciudad de Lima (DIGESA, 2015).

3.4. Método de Investigación

3.4.1. Diseño de investigación

El presente estudio es de tipo experimental, por que se valorá el efecto de una o varias variables donde el investigador manipula las condiciones de la investigación.

Se utilizó un diseño experimental unifactorial (Resina de *Aloe vera* L.) con tres niveles de concentración (25%, 35%, 45%), (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

3.4.2. Enfoque de Investigación

Para esta investigación se aplicó el enfoque cuantitativo que consiste la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.4.3. Alcance de Investigación

El alcance de nuestra investigación es de tipo correlacional, tiene como objetivo saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a

partir del valor que poseen en las variables relacionadas (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.5. Formulación de la Hipótesis

H0 : La utilización de la resina de Sábila (*Aloe vera* L.) permite la desinfección del agua para inhibir los microorganismos patógenos presentes en el agua de captación.

H1: La utilización de la resina de Sábila (*Aloe vera* L.) no permite la desinfección del agua para inhibir los microorganismos patógenos presentes en el agua de captación.

3.6. Sistema de variables

a. Variable Dependiente

Escherichia coli, Coliformes termotolerantes, Coliformes totales.

b. Variable Independiente

Dosis de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) .

3.7. Operacionalización de Variables

Tabla 10. Operacionalidad de variable

| Variable Independiente | Definición Teórica | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala |
|---|--|--|--|---|---------|
| Resina de Sábila (<i>Aloe vera</i> L.) | La resina (<i>Aloe vera</i> L.) es una planta ancestral que posee propiedades fundamentales que han sido estudiada y se utiliza como inhibidor bacteriano, coagulante para el agua. | La sábila es un inhibidor de microorganismo patógenos tales como <i>Escherichia coli</i> , Coliformes termotolerantes, Coliformes totales; estos microorganismo patógenos están presente en el agua. | Dosis de 0.5 mL de Hipoclorito de Calcio (Ca (ClO) ₂) Dosis de la Resina (<i>Aloe vera</i> L.) | Concentración de Hipoclorito de Calcio (Ca (ClO) ₂): ➤ 1ppm de cloro residual. Concentración del <i>Aloe vera</i> L. en: ➤ 25 % ➤ 35 % ➤ 45% | Nominal |

Fuente: Elaboración propia, (2019).

| Variable Dependiente | Definición Teórica | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala |
|----------------------------|--|---|--|---|---------|
| <i>Escherichia coli</i> | Bacteria con diversas variantes vive en el intestino delgado de los seres humanos y de los animales, es necesario para el proceso digestivo. | <i>Escherichia coli</i> es un bacilo corto Gram negativo. Sin embargo, hay algunas cepas de <i>E. coli</i> patógenas que provocan enfermedades diarreicas en humanos y animales. | | Presencia de <i>E. Coli</i> (UFC/100 mL a 44,5°C) | |
| Coliformes termotolerantes | Bacterias capaces de fermentar a la lactosa con producción de gases. La principal especie dentro de este grupo es la <i>Escherichia coli</i> . | Los Coliformes termotolerantes se encuentran en forma natural en el agua y suelo, generando problemas en el intestino de los seres humanos. | Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos | Presencia de Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL a 44,5°C) | Nominal |
| Coliformes totales | Microrganismos que se pueden encontrar de forma natural en el medio ambiente. | Los Coliformes totales se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar y fermentan la lactosa de manera aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β-galactosidasa. | | Presencia de Coliformes totales (UFC/100 mL a 35°C). | |

Fuente: Elaboración propia, (2019)

3.8. Metodología

En la presente investigación se utilizó el “Método para la determinación de bacterias Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *E. coli*, por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)” debido a que esta técnica es la que mejor factibiliza el proceso de conteo de Coliformes totales y fecales mediante su tabla de control de NMP ya utilizadas por DIGESA Y CENAM en el Perú. Emplearemos diferentes concentraciones de Sábila (*Aloe vera* L.) y tomándose como solución Patrón al Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1ppm de cloro residual. Los pasos a seguir son:

3.7.1. Toma de muestras

Se tomó las muestras de agua en la zona de captación del canal madre, que cuyas aguas atraviesan el sector de la Urbanización la Planicie - Morales. Se tomó 4 muestras de agua M1: 1 litro de agua para el antes del tratamiento el cual se realizó el análisis respectivo en el laboratorio de Ambiental de la FIA-UPeU-FT, M2: 1 litro de agua para el antes del tratamiento que se envió a un laboratorio acreditado por INACAL en la ciudad de Lima, M3: 1 litro de agua después del tratamiento, el cual se analizó en el laboratorio de Ambiental de la FIA-UPeU-FT, M4: 1 litro de agua para después del tratamiento el cual se envió a un laboratorio acreditado por INACAL en la ciudad de Lima. Haciendo un total de 4 litros de agua las cuales fue procesadas siguiendo los procedimientos del “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano” (DIGESA, 2015) .

Las muestras se logró tomar en sus respectivos frascos y fue enviadas a un laboratorio acreditado por INACAL. Cabe mencionar que se tomó in situ las variables de conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura y Turbiedad. Las muestras se tomó en frascos de vidrio estéril, considerándose los Equipos de Protección Personal (EPP) tales como guantes, buconasal, mandil y botas, para evitar contaminarse o contaminar la muestra. Tomadas las muestras se mantendrán en refrigeración a una temperatura de 4 a 8°C, en un cooler hermético hasta ser llevados y procesados en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión Filial Tarapoto. El procedimiento para la recolección de muestra de agua se realizó teniendo en consideración como lo describe el “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano” Resolución Directoral° 160-2015/DIGESA/SA (DIGESA, 2015).

3.7.2. Análisis de laboratorio

Las muestras fueron analizadas y procesadas en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión- Filial Tarapoto, Así como a la par serán las muestras procesadas en un Laboratorio acreditado por INACAL en la ciudad de Lima para analizar los parámetros de Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *E. coli*; como parte de los análisis requeridos.

3.7.3. Identificación de Coliformes totales

Para identificar a los organismos del grupo de los Coliformes totales, se aplicó la técnica de los tubos múltiples Numero Más Probable – NMP aplicadas por DIGESA Y CENAM. Ver anexo 9.

- Se preparo 15 tubos de ensayos (3 filas cada fila con 5 tubos) con tapa rosca conteniendo 10 ml de Caldo Lauril Sulfato más campana de Durham.
- Se vertió 10 ml de la muestra a los 5 tubos de la primera fila de 5 tubos de Lauril sulfato.
- Se vertió 1 ml de la muestra a los 5 tubos de la segunda fila de 5 tubos de Lauril Sulfato.
- Se vertió 0.1 ml de la muestra a los 5 tubos de la tercera fila de 5 tubos de Lauril Sulfato.
- Se incubo por 24 horas a 37° C en la Estufa.
- Se Hizo la lectura: Se considero 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 fueron sembrados a través de la técnica de azada 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 comparados con la tabla de tubos múltiples de número más probable.

3.7.4. Identificación de Coliformes termotolerantes

- Se separo los tubos positivos confirmados para Coliformes totales a través del Caldo Brilla.
- Los tubos positivos de Caldo Brilla fueron sembrados por asadas en tubos con 10 ml de Caldo *E. coli* más Campana de Durham.

- Dichos tubos sembrados se incubaron a 44.5°C por 24 horas en Baño de María.
- Los tubos positivos (turbidez y gas) se les añadió 3 gotas del Reactivo de Kovacs y se esperó 2 minutos para visualizar 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* y Termotolerantes (Camacho, Giles, Ortegón, Palao, Serrano, & Velásquez, 2009).

3.7.5. 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* y 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.

3.7.6. Concentración de solución inhibitoria

Obtenido la solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) y Sábila (*Aloe vera* L.) en concentraciones diferentes tales como:

a. Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)

1 ppm (12mg + 1 litro de agua destilada estéril)

b. Sábila (*Aloe vera* L.)

Las concentraciones se elaboraron de acuerdo a la relación volumen soluto/ volumen solución (Rodríguez, 2011). Por lo cual la solución madre se encuentra en los tres concentraciones:

- 25% (25 ml de resina de sábila + 75 ml de agua destilada estéril)
- 35% (35 ml de resina de sábila + 65 ml de agua destilada estéril)
- 45% (45 ml de resina de sábila + 55 ml de agua destilada estéril)

3.7.7. Procedimientos de la técnica de Inhibición con la Resina

a. Para Coliformes totales

- Se tomaron 4 matraces de vidrio con 150 ml de caldo Mueller Hinton cada uno y se realizo la siembra con asa en anillo de las Coliformes totales identificadas como positivas del Caldo Brilla y se incubo por 24 h a 37° C.
- Se observo la presencia de turbidez (presencia de microorganismos) y se comparo la concentración bacteriana con los tubos del Nefelómetro de MCFARLAND.
- La muestra N° 01 (Muestra Patrón), se tomo 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes totales, a las cuales se le añadirá 10 ml de solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1ppm de cloro residual.

- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego se procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 02, (Resina al 25%) se tomó 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes totales, a las cuales se le añadió 10 ml de solución de Resina de Sábila al 25%.
- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 03, (Resina al 35%) se tomó 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes totales, a las cuales se le añadió 10 ml de solución de Resina de Sábila al 35%.
- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 04, (Resina al 45%) se tomó 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes totales, a las cuales se le añadió 10 ml de solución de Resina de Sábila al 45%.

- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- De cada una de las concentraciones (muestra patrón, concentraciones de sábilas a 25%, 35% y 45%) se realizaron 2 repeticiones

b. Para Coliformes termotolerantes

- Se tomó 4 matraces de vidrio con 150 ml de caldo Mueller Hinton cada uno y se realizó la siembra con asa en anillo de las Coliformes termotolerantes identificadas como positivas en Caldo *E. coli* y se incubaron por 24 h a 44.5° C. en baño de María.
- Se observó la presencia de turbidez (presencia de microorganismos) y se comparó la concentración bacteriana con los tubos del Nefelómetro de MCFARLAND.
- La muestra N° 01 (Muestra Patrón), se tomó 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes termotolerantes, a las cuales se le añadió 10 ml de solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1ppm de cloro residual.
- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.

- Se incubo a 44.5°C por 24 horas en baño de Maria. Luego se procedio a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 02, (Resina al 25%) se tomo 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes totales, a las cuales se le añadio 10 ml de solución de Resina de Sábila al 25%.
- Se dejo en reposo por 20 minutos y luego procedio a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubo a 44.5°C por 24 horas. Luego se procedio a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 03, (Resina al 35%) se tomo 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes termotolerantes, a las cuales se le añadio 10 ml de solución de Resina de Sábila al 35%.
- Se dejo en reposo por 20 minutos y luego procedio a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubo a 44.5°C por 24 horas en baño de maría. Luego se procedio a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- La muestra N° 04, (Resina al 45%) se tomo 1 matraz con Caldo Mueller Hinton contenidos las Coliformes termotolerantes, a las cuales se le añadio 10 ml de solución de Resina de Sábila al 45%.

- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 15 tubos contenidos con Caldo brilla más campana de Durham, mediante la técnica del NMP.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de tubos positivos (gas + turbidez) y comparar con la tabla de NMP.
- De cada una de las concentraciones (muestra patrón, concentraciones de sábanas a 25%, 35% y 45%) se realizaron 2 repeticiones.

c. Para *E. Coli*

- Se tomó 4 tubos de ensayos con 10 ml de caldo Mueller Hinton cada uno y se le realizó la siembra con asa en anillo de las *E. coli* identificadas como positivas en Caldo *E. coli* y se incubó por 24 h 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 N° 01 (Muestra Patrón), se tomó 1 tubo de ensayo con Caldo Mueller Hinton contenidos las *E. coli*, a las cuales se le añadió 0.5 ml de solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1ppm de cloro residual.
- Se dejó en reposo por 20 minutos y luego procedió a sembrar en 2 placas Petri contenidas con agar Mueller Hinton. Las cuales se le añadió 0.5 ml de la muestra Patrón a cada placa y se procedió a dispersar mediante el asa de Digrafsky.
- Se incubó a 37°C por 24 horas. Luego se procedió a realizar la lectura de conteo de colonias.

- La muestra N° 02, (Resina al 25%) se tomo 1 tubo de ensayo con Caldo Mueller Hinton contenidos las *E. Coli*, a las cuales se le añadió 0.5 ml de solución de Resina de Sábila al 25%.
- Se dejo en reposo por 20 minutos y luego proceder a sembrar en 2 placas Petri contenidas con agar Mueller Hinton. Las cuales se le añadio 0.5 ml de la muestra N°02 (25%) placa y se procedio a dispersar mediante el asa de Digrafsky.
- Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego se procedio a realizar la lectura de conteo de colonias.
- La muestra N° 03, (Resina al 35%) se tomo 1 tubo de ensayo con Caldo Mueller Hinton contenidos las *E. coli*, a las cuales se le añadio 0.5 ml de solución de Resina de Sábila al 35%.
- Se dejo en reposo por 20 minutos y luego procedio a sembrar en 2 placas Petri contenidas con agar Mueller Hinton. Las cuales se le añadio 0.5 ml de la muestra N°03 (35%) placa y se procedio a dispersar mediante el asa de Digrafsky.
- Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego se procedio a realizar la lectura de conteo de colonias.
- La muestra N° 04, (Resina al 45%) se tomo 1 tubo de ensayo con Caldo Mueller Hinton contenidos las *E. coli*, a las cuales se le añadio 0.5 ml de solución de Resina de Sábila al 45%.
- Se dejo en reposo por 20 minutos y luego procedio a sembrar en 2 placas Petri contenidas con agar Mueller Hinton. Las cuales se le añadio 0.5 ml de

la muestra N°02 (45%) placa y se procedio a dispersar mediante el asa de Digralsky.

- Se incubo a 37°C por 24 horas. Luego se procedio a realizar la lectura de conteo de colonias.
- De cada una de las concentraciones (muestra patrón, concentraciones de sábilas a 25%, 35% y 45%) se realizaron 2 repeticiones.
- Una vez obtenidos los resultados del laboratorio fueron procesados y comparados con Decreto Supremo N° 031-2010-SA. “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.
- Basado en trabajos anteriores se procederá hacer análisis estadísticos en diseños multivariados e incluir una estadística descriptiva de los principales parámetros.

3.7.8. Métodos e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Camacho et al., (2009) menciona que los métodos e instrumentos que se utilizó en el análisis de Numero Más Probables (NMP), para poder identificar la presencia del microorganismo que se encuentra en la muestra de agua. La muestra será analizó en laboratorio acreditado en la Ciudad de Lima, obteniendo resultados confiables.

Tabla 11. *Formato de campo para recopilar información*

| Técnicas | Instrumentos | Informantes |
|--|---|------------------------|
| Observación directa | GPS Garmin | A los Pobladores |
| Ficha de Registro | Lapto | Encargado del proyecto |
| Determinación y Análisis de los parámetros | Número Más Probables (mediante la asa de Digralsky, placa pétrica, tubos de ensayo, caldos,etc) | Encargado del proyecto |

Fuente: Elaboración propia, (2019)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis del agua para consumo humano sin tratamiento

En la Tabla 12, se muestra el valor de los parámetros de calidad del agua de consumo, obtenida en la urbanización La Planicie, antes de su tratamiento. Se observó que los parámetros físicoquímicos, cumplen con los Límites Máximos Permisibles indicados por el DS N° 031-2010 SA. DIGESA, mientras que los parámetros microbiológicos como Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *E. coli* no cumplen esta normativa. Por esta razón se prosiguió a evaluar la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.) como potencial para la remoción de la carga microbiológica.

Tabla 12. *Parámetros del agua para consumo sin tratamiento*

| Parámetros | Unidad de medida | Agua sin tratamiento | Normativa LMP |
|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| Coliformes totales | UFC/100 mL a 35°C | 13000 | 0 |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100 mL a 44,5°C | 1700 | 0 |
| <i>E. coli</i> | UFC/100 mL a 44,5°C | 1300 | 0 |
| Color verdadero | UCV escala Pt/Co | 4 | 15 |
| Conductividad (25°C) | µmho/cm | 94.1 | 1500 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 7.59 | - |
| pH | Valor de pH | 7.59 | 6.5 a 8.5 |
| Temperatura | °C | 25.1 | - |
| Turbiedad | UNT | 2 | 5 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Análisis de la Resina de Sábila (*Aloe vera* L.)

4.1.2.1. Dosis optima de la resina de sábila al 25 % , 35 % y 45 % en Coliformes

En la Tabla 13, se muestra la eficiencia de la resina de sábila en la remoción de contaminantes microbiológicos del agua de consumo, tratada con tres dosis de resina de sábila (25%, 35% y 45%). Se observa que la mejor dosis de resina de sábila es la de 45%, ya que remueve el 99.96% de los Coliformes totales, seguida de la dosis de 35% y 25%. Por lo que a mayor concentración de resina mayor eficiencia. Siendo el tratamiento con Hipoclorito de Calcio (1ppm) de mayor eficiencia en un 100% sobre Coliformes totales.

Tabla 13. *Dosis de resina de sábila sobre Coliformes totales*

| Parámetro | Unidad de medida | Dosis de resina de sábila | | | |
|------------|-------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | | Cloro | 25% | 35% | 45% |
| Inicial | UFC/100 mL a 35°C | 13000 | 13000 | 13000 | 13000 |
| Final | UFC/100 mL a 35°C | 0 | 40.33 | 19.67 | 13 |
| Eficiencia | (%) | 100 | 99.67 | 99.85 | 99.96 |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la mejor dosis de resina de sábila en cuanto a la remoción de Coliformes totales, se realizó la prueba de Tukey (Anexo 1.). Los resultados que se muestran en la Figura 5, se observa que la dosis de 45% de resina de sábila logra reducir la concentración de Coliformes totales hasta una cantidad de 13 UFC/100 mL.

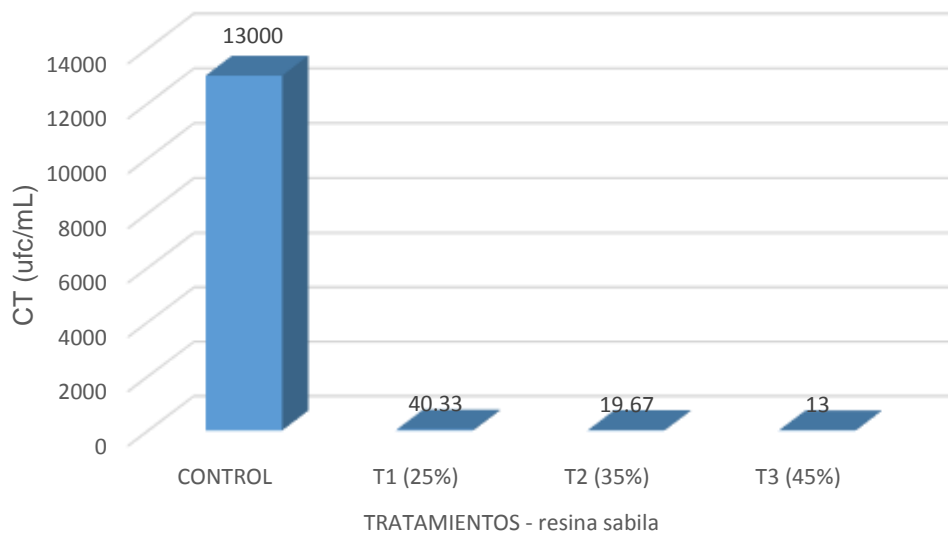


Figura 5. Prueba de comparación múltiple para Coliformes totales

Fuente: Elaboración propia

❖ Análisis de varianza para Coliformes totales

En la Tabla 14, se muestra el análisis de varianza de la concentración de Coliformes totales del agua de consumo, tratada con tres dosis de resina de sábila (25%, 35% y 45%). Se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por tanto, se realizará la prueba de Tukey, para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 14. ANOVA para Coliformes totales

| F.V. | SC | G.L. | SCM | F | p-valor |
|----------------------------|---------|------|--------|--------|---------|
| Entre tratamientos | 1218.67 | 2 | 609.33 | 322.59 | 0.000 |
| Dentro de los tratamientos | 11.33 | 6 | 1.89 | | |
| Total | 1230.00 | 8 | | | |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Dosis óptima de la resina de sábila al 25 % , 35 % y 45 % en Coliformes termotolerantes

En la Tabla 15, se observa que la mejor dosis de resina de sábila es la de 45%, ya que remueve el 98.94% de los Coliformes termotolerantes, seguida de la dosis de 35% y 25%. Por lo que a mayor concentración de resina mayor eficiencia. Siendo el tratamiento con Hipoclorito de Calcio (1ppm) de mayor eficiencia en un 100% sobre Coliformes termotolerantes.

Tabla 15. *Dosis óptima de la resina de sábila sobre los Coliformes termotolerantes*

| Parámetro | Unidad de medida | Dosis de resina de sábila | | | |
|------------|---------------------|---------------------------|--------|-------|-------|
| | | Cloro | 25% | 35% | 45% |
| Inicial | UFC/100 mL a 44,5°C | 1700 | 1700 | 1700 | 1700 |
| Final | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 | 266.67 | 104 | 18 |
| Eficiencia | (%) | 100 | 84.31 | 93.88 | 98.94 |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la mejor dosis de resina de sábila en cuanto a la remoción de Coliformes termotolerantes, se realizó la prueba de Tukey (Anexo 1.). Los resultados que se muestran en la Figura 6, se observa que la dosis de 45% de resina de sábila logra reducir la concentración de Coliformes termotolerantes hasta una cantidad de 18 UFC/100 mL.

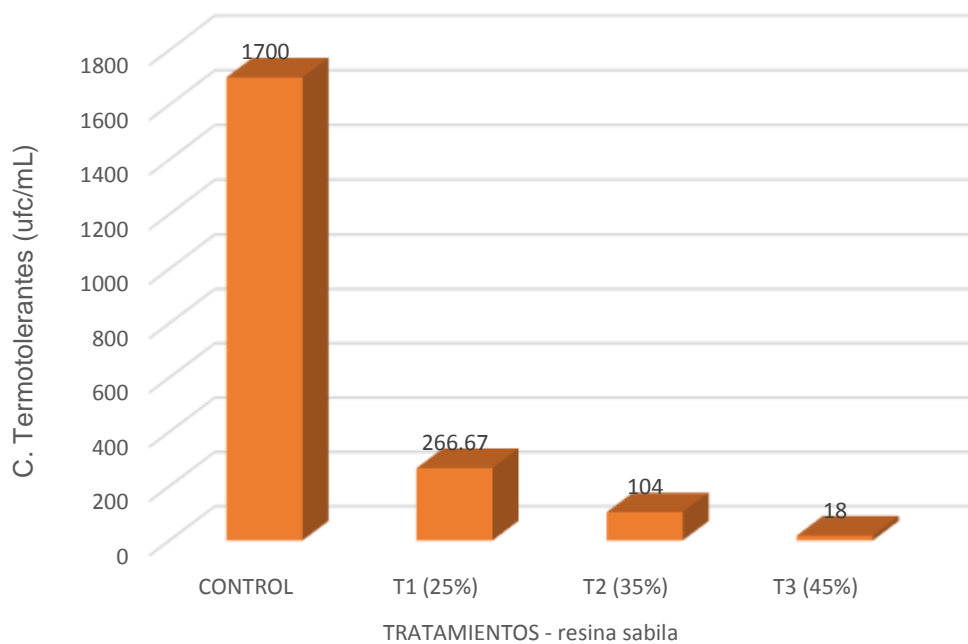


Figura 6. Prueba de comparación múltiple para Coliformes termotolerantes

Fuente: Elaboración propia

❖ Análisis de varianza para Coliformes termotolerantes

En la Tabla 16, se muestra el análisis de varianza de la concentración de Coliformes termotolerantes del agua de consumo, tratada con tres dosis de resina de sábila (25%, 35% y 45%). Se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por tanto, se realizará la prueba de Tukey, para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 16. ANOVA para Coliformes termotolerantes

| F.V. | SC | G.L. | SCM | F | p-valor |
|----------------------------|----------|------|----------|--------|---------|
| Entre tratamientos | 95691.56 | 2.00 | 47845.78 | 464.02 | 0.000 |
| Dentro de los tratamientos | 618.67 | 6.00 | 103.11 | | |
| Total | 96310.22 | 8.00 | | | |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Dosis óptima de la resina de sábila al 25 % , 35 % y 45 % en *Escherichia coli*

En la Tabla 17, se observa que la mejor dosis de resina de sábila es la de 45%, ya que remueve el 99.64% de las *Escherichia coli*, seguida de la dosis de 35% y 25%. Por lo que a mayor concentración de resina mayor eficiencia. Siendo el tratamiento con Hipoclorito de Calcio (1ppm) de mayor eficiencia en un 100% sobre *Escherichia coli*.

Tabla 17. Dosis óptima de la resina de sábila sobre *Escherichia coli*.

| Parámetro | Unidad de medida | Dosis de resina de sábila | | | |
|------------|---------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | | Cloro | 25% | 35% | 45% |
| Inicial | UFC/100 mL a 44,5°C | 1300 | 1300 | 1300 | 1300 |
| Final | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 | 13.33 | 10 | 4.67 |
| Eficiencia | (%) | 100 | 98.97 | 99.23 | 99.64 |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la mejor dosis de resina de sábila en cuanto a la remoción de *E. coli*, se realizó la prueba de Tukey (Anexo 1.). Los resultados que se muestran en la Figura 7, se observan que la dosis de 45% de resina de sábila logra reducir la concentración de *E. coli* hasta una cantidad de 4.67 UFC/100 mL. Asimismo, no existen diferencias significativas entre las dosis de resina de sábila 25% y 35%.

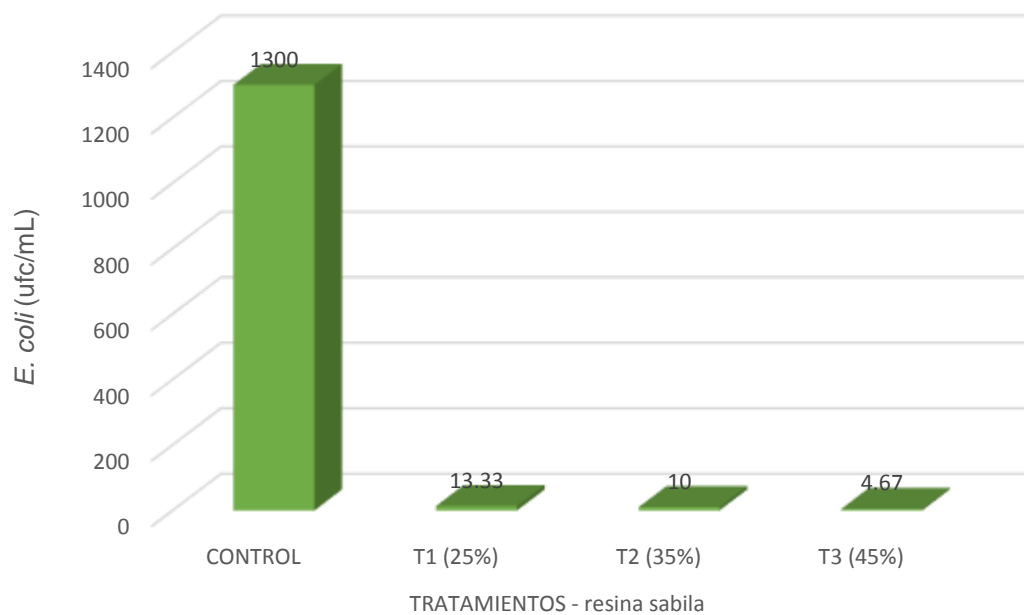


Figura 7. Prueba de comparación múltiple para *Escherichia coli*

Fuente: Elaboración propia

❖ Análisis de varianza para *Escherichia coli*

En la Tabla 18, se muestra el análisis de varianza de la concentración de *E. coli* del agua de consumo, tratada con tres dosis de resina de sábila (25%, 35% y 45%). Se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por tanto, se realizará la prueba de Tukey, para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 18. ANOVA para *Escherichia coli*

| F.V. | SC | G.L. | SCM | F | p-valor |
|----------------------------|--------|------|-------|-------|---------|
| Entre tratamientos | 114.67 | 2 | 57.33 | 25.80 | 0.001 |
| Dentro de los tratamientos | 13.33 | 6 | 2.22 | | |
| Total | 128.00 | 8 | | | |

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Comparación de los tratamientos con el DS N° 031-2010-SA.

En la Tabla 19, se muestra la concentración de contaminantes microbiológicos del agua de consumo por tratamiento, utilizando tres dosis de resina de sábila al (25%, 35% y 45%). Se observa que, a mayor dosis de resina de sábila, disminuye la concentración de contaminantes microbiológicos. Con dosis mayores a 45% se espera que reduzcan la cantidad de coliformes a valores aceptables por el DS N° 031-2010-SA.

Tabla 19. Comparación de los tratamientos de los parámetros microbiológicos del agua con el DS. N° 031-2010-SA.

| Parámetro | Unidad de medida | Dosis de resina de sábila | | | LMP |
|----------------------------|---------------------|---------------------------|-------|------|-----|
| | | 25% | 35% | 45% | |
| Coliformes totales | UFC/100 mL a 35°C | 40.33 | 19.67 | 13 | 0 |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100 mL a 44,5°C | 266.67 | 104 | 18 | 0 |
| <i>E. coli</i> | UFC/100 mL a 44,5°C | 13.33 | 10 | 4.67 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Comparación de la acción del filtro modelo artesanal

En la Tabla 20, se muestra la comparación del filtrado con los parámetros fisicoquímicos del agua tratada, la cual fue filtrada, a través de unos filtros artesanales de arena y carbón activado. Para ello se utilizó la muestra de agua tratada a 45% de resina para *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos del proceso de filtrado en cuanto a los parámetros fisicoquímico se encuentran dentro de lo aceptable exigido por el DS N° 031-2010-SA.

Tabla 20. Comparación del filtrado con los parámetros fisicoquímicos con el DS. N° 031-2010-SA.

| Parámetros | Unidad de medida | Resultado | Normativa LMP |
|------------------|------------------|-----------|---------------|
| Oxígeno disuelto | mg/L | 3.48 | --- |
| Color verdadero | UCV escala Pt/Co | 2 | 15 |
| Conductividad | µmho/cm | 5.9 | 1500 |
| pH | Valor de Ph | 6.68 | 6.5-8.5 |
| Turbiedad | UTN | 1 | 5 |

Fuente: Elaboración propia

4.2. Discusión

La presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli*, sobrepasa lo estipulado por el LMP del DS N° 031-2010-SA. Asimismo, se observa que los parámetros pH, conductividad, color y turbiedad, están dentro de la normativa para calidad de agua potable. Tomándose en cuenta estos valores se podría decir que la población es propensa a presentar enfermedades gastrointestinales, producto del consumo de agua de mala calidad tal como lo menciona Mendoza, (2018).

Así también tenemos que el agua antes de su tratamiento tenía una concentración de Coliformes totales de 13000 UFC/100 mL. Después del tratamiento con resina de Sábila, se redujo la mayor cantidad de carga microbiológica. Esto de acuerdo a nivel de concentración de resina por tratamiento, es así que el tratamiento (T3) con 45% redujo hasta 13UFC/100 mL, siendo más eficiente que (T2) 35% y este más que el (T1) 25%. Las concentraciones de los tratamientos utilizados no lograron reducir la cantidad de carga de Coliformes totales y así poder cumplir con los parámetros del DS N° 031-2010-SA.

En cuanto a la presencia de Coliformes termotolerantes en el agua antes de su tratamiento tenía una concentración de 1700 UFC/100 mL. Después del tratamiento con la resina de Sábila, se redujo la mayor cantidad de carga microbiológica. Esto de acuerdo a nivel de concentración de resina por tratamiento, es así que el tratamiento (T3) 45% redujo a 18 UFC/100 mL disminuyó más que el (T2) 35% y este más que el (T1) 25%. De la misma manera las concentraciones de los tratamientos utilizados no lograron reducir la cantidad de carga de Coliformes termotolerantes y poder cumplir con los parámetros microbiológicos del DS N° 031-2010-SA.

En tanto la presencia de *Escherichia coli* en el agua antes de su tratamiento tenía una concentración de 1300 UFC/100 mL. Después de aplicar el tratamiento con resina de sábila, se redujo la mayor cantidad de *E. coli*. Esto de acuerdo a nivel de concentración de resina por tratamiento, es así que el tratamiento (T3) 45% redujo a 4.67 UFC/100 mL redujo más que el (T2) 35% y este más que el (T1) 25%. De la misma manera las concentraciones de los tratamientos utilizados no lograron reducir la cantidad de carga de *E. coli* y poder cumplir con los parámetros microbiológicos del DS N° 031-2010-SA.

Las diferentes concentraciones de resina de sábila, lograron una eficiencia significativa sobre la disminución de los parámetros microbiológicos, siendo así el tratamiento (T3) 45% el que presenta mayor concentración de resina y el que tuvo mayor eficiencia, logrando reducir en un 99.96% la carga de Coliformes totales, un 96.04% la presencia de Coliformes termotolerantes y en un 99.64% la presencia de *Escherichia coli*. Sin embargo, en todos los parámetros microbiológicos no logro reducir a cero la presencia de carga bacteriana, por lo

que no pudo cumplirse con el parámetro microbiológico del DS N° 031-2010-SA. Cosa muy diferente con el tratamiento testigo que fue la solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1 ppm, el cual logró tener una eficiencia del 100% logrando eliminar a todos los microorganismos contaminantes. Cabe resaltar que a mayor dosis o concentración de la resina de sábila junto a mayor tiempo de exposición se podría lograr eliminar en su totalidad la presencia de carga microbiológica.

Como se sabe la utilización de la resina de sábila puede acarrear que los parámetros de color, turbiedad, pH y conductividad se puedan ver afectadas. Esto podría significar un impedimento para el consumo del agua tratada con resina de sábila. Es por ello que se diseñó un filtro artesanal por barreras, conteniendo arena y carbón activado, por separado en diferentes etapas del proceso de filtración, es así que se obtuvo valores aceptables en cuanto a los parámetros de color: 2 UCV, turbiedad: 1 NTU, pH: 6.68 pH y conductividad: 5.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dichos parámetros fisicoquímicos están dentro dentro de los requerido por DS N° 031-2010-SA. Los resultados obtenidos al proceso de filtración con sistema artesanal de filtración fueron semejantes y aceptables a los obtenidos por, Fatama y Rojas (2019), cuyos resultados (Color: 5UCV, Olor: Aceptable, Sabor: Aceptable. Turbidez: 0.5 NTU) se encuentran dentro de la normativa del, DS N° 031-2010-SA. después de haber utilizado sangre de grado para su proceso de desinfección de agua para consumo humano.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Asimismo, podemos verificar que el agua que consumen los pobladores de la Urbanización La Planicie presentan valores aceptables en cuanto a los parámetros fisicoquímicos de color: 4 UC , turbiedad: 2 NTU, pH: 7.59 y conductibilidad: 94.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dichos parámetros fisicoquímicos están dentro de los requerido por el DS N° 031-2010-SA.

Se obtuvo que el tratamiento con mayor concentración de resina de sábila, logra remover en mayor proporción la concentración de carga microbiana. Es así que el Tratamiento (T3) cuya concentración de resina es del 45%, logro mayor efecto bactericida sobre las Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. Cabe mencionar que el tratamiento (T2) cuya concentración es de 35% de resina, logro reducir mayor cantidad de carga bacteriana que el tratamiento (T1) de concentración al 25% de resina.

La resina de sábila presenta una mayor eficiencia sobre la remoción de los parámetros microbiológicos, a una concentración de 45%, el cual logra disminuir en un 99.96% la carga de Coliformes totales, un 96.04% la presencia de Coliformes termotolerantes y en un 99.64% la presencia de *Escherichia coli*. Pese a su eficiencia no logro remover en su totalidad la carga bacteriana, cosa que si lo hizo la solución de Hipoclorito de Calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) a 1 ppm quien logro remover en un 100% la carga bacteriana presente en el agua, pudiéndose cumplir con el parámetro microbiológico del DS N° 031-2010-SA. Bajo esta premisa de concentraciones, se podría decir que está directamente relacionada,

a mayor concentración mayor será la actividad antibacteriana de la resina de sábila, pudiéndose de esta manera poder obtener una agua apta para el consumo humano.

Los pobladores de la urbanización la Planicie - Distrito de Morales consumen agua que proveniente del canal madre (Zona de Captación), la cual presenta elevados niveles de Coliformes totales (13000 UFC/100mL), Coliformes termotolerantes (1700 UFC/100mL) y *Escherichia coli* (1300 UFC/100mL), cuyos valores sobrepasan el Límite Máximo Permisible de parámetros microbiológicos del DS N° 031-2010-SA. para agua de consumo humano.

Se acepta la hipótesis alterna en conformidad con los resultados obtenidos no se logro reducir a cero por lo cual no se cumple el DS N° 031-2010-SA.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar experimentos con dosis mayores de la resina de la sábila (*Aloe vera* L.) con la finalidad de disminuir la presencia de Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en aguas que pueden ser utilizadas para el uso humano.

Se recomienda utilizar un mayor tiempo de exposición de las concentraciones de resina de sábila sobre el agua contenida con Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en las aguas de captación destinadas a consumo humano.

Se recomienda utilizar la resina de sábila (*Aloe vera* L.), como una sustancia natural de uso bactericida para el agua cuyo destino es consumo humano, ya que presentan actividad bactericida. Su presencia en el organismo humano no reviste riesgo, ni daño sobre la salud, a comparación de otras sustancias inorgánicas que suelen ser utilizadas como desinfectantes de agua o potabilizadores que a la larga generan enfermedades graves como cáncer y generación de patologías diversas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANA. (2009). *Ley de los Recursos Hídricos*. 1–145. Retrieved from <http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/228/ana0000044.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Bievre, de B., Acosta, L., & Pérez, K. (2014). *Informe del DHR en la Microcuenca del Río Cumbaza*. 1–136. Retrieved from <https://doi.org/doi.10.1111/j.1744-7348.1947.tb06342.x>
- Blanco, W. (2006). *Metodo de ortotolidina.pdf* (pp. 1–19). pp. 1–19. Venezuela. Retrieved from <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/268590.pdf>
- Bonilla, M., & Jiménez, L. (2016). Potencial industrial del *Aloe vera* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 50(1), 139–150. Retrieved from [yx0pti7_0ltql8wn7wlyl78yosicp38rysmi](http://dx.doi.org/10.1016/j.rcf.2016.01.001)
- Cabezas, C. (2018). Enfermedades infecciones relacionadas con el agua en el Perú. In C. Daniel (Ed.), *Agua , saneamiento y salud*. Retrieved from <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761.309>
- Camacho, A., Giles, M., Ortégón, A., Palao, M., Serrano, B., & Velásquez, O. (2009). *Método para la determinación de bacterias Coliformes, Coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)*. Retrieved from http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/tecnicbasicas-colif-tot-fecales-ecolir-nmp_6529.pdf?fbclid=iwar1qmz4xtnkucohxkg_ryuojd0l4no88yagr_1uen9af_qaukyk1cwjfu

- Cambruzzi, N. (2016). *Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias del Ambiente indicadores de en el estuario del río negro Natali Cambruzzi*. Director : Dr . Sergio Damian Abate Co - directora : Dra . Mariza A . Abrameto UNRN Sede Atlántica. 1–64. Retrieved from <https://microbioblogueando.files.wordpress.com/2017/05/cambruzzi-tesis-rio-negro-2016.pdf>
- Campos, N. (2006). *Efectos de Extractos Vegetales para controlar Cercospora Longissima aislado de Lechuga(Lactuca Sativa L.) en el Laboratorio e Invernadero*. 1–80. Retrieved from http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/unsm/499/t-fagro_ing0314.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Cava, T., & Ramos, F. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del Distrito Pacora-Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
- Cerón, V. (2016). *Estudio para la determinacion y dosificacion óptima de coagulantes en el proceso de clarificacion de aguas crudas en la potabilizacion de aguas de la empresa Epoobando E. SP (Universidad de Nariño)*. Retrieved from http://sired.udenar.edu.co/3769/1/tg_vcp.pdf
- Chulluncuy, N. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*, 29(1), 153–170. Retrieved from <https://doi.org/10.1025>
- Chung, B. (2008). *Control de los contaminantes químicos en el Perú control of chemical pollutants in Perú*. 25(4), 413–418. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a12v25n4.pdf>

- Constitución Política del Perú. (1993). *Constitución Política del Perú*. 1–62. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/normas/constitucion-politica-peru>
- Copa, S., & Roquel, K. (2016). “*Caracterización hidroquímica e hidrodinámica del manantial de la quebrada de huayunca y su potabilización en el distrito de uñon provincia de castilla.*” 1–212. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/unsa/3057/iqroqukr.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Díaz, R. (2014). *Ocurrencia de trihalometanos en los puntos críticos del sistema de distribución de agua potable del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México*. (Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.). Retrieved from https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/639/1/pca_m_tesis_2014_rodrigo_diaz_cruz.pdf
- DIGESA. (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. 1–46. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
- DIGESA. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano*. 1–23. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf

- Emilce, M. (2012). *Actividad bacteriostática y bactericida de antibióticos betalactámicos y glucopeptidos frente a cepas de Staphylococcus aureus de importancia clínica. Caracterización genotípica de aislamientos tolerantes.* Tesis FBCB, 53(9), 1–380. Retrieved from <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/477786>
- Escudero, B., & Pereyra, S. (2016). *Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta - Loreto. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.*
- Espinoza, A. (2017). *Contaminación de bacterias patógenas en teléfonos celulares del personal de salud del Hospital Daniel Alcides Carrión - Huancayo. Universidad Peruana los Andes.* Retrieved from http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/upla/153/aurelio_espinoza_tesis_tito_2017.pdf?sequence=1&isallowed=y
- García, M., Vera, A., Benetti, C., & Blanco, L. (2016). Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoologica Mexicana*, 32(1), 12–31. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/575/57544858003.pdf>
- García, S. (2006). *Sábila(Aloe vera L.).* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Retrieved from http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4764/t15849garc?a_mendoza,silvia_giromi_monografia.pdf?sequence=1

- González, M. (2008). *Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Río cruces, desde Loncoche hasta San José de la Mariquina (Universidad Austral de Chile)*. Retrieved from <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvg643e/doc/fvg643e.pdf>
- Gray, D. (2014). *Orígenes del agua*. 1–23. Retrieved from [file:///d:/carmen/ciclo/decimo/investigacion2/tesiss/informe/conceptodeagua superficial.pdf](file:///d:/carmen/ciclo/decimo/investigacion2/tesiss/informe/conceptodeagua%20superficial.pdf)
- Guevara, A. (2008). Derecho y Conflictos de agua en el Perú. *Autoridad de Cuencas y Gestión de Recursos Hídricos. Una Aproximación*, 1–212. Lima, Perú: Walir. Retrieved from <http://departamento.pucp.edu.pe/derecho/wp-content/uploads/2014/05/DerechosyConflictosdeAguaenelPeruv2.pdf>
- Hernández, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora , en la Comunidad de 4 Millas de Matina , Limón*. Retrieved from https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13212/2016_hernández_lic_contaminación_agua.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). Retrieved from <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaediccion.compressed.pdf>
- Huapaya, J., Flórez, M., & Larrea, H. (2003). Control microbiológico y evaluación de la actividad antibacteriana en vitro de croton lechleri Sangre de grado. *Horizonte Médico*, 3(6), 1–2. Retrieved from http://www.medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2003/art2_vol3_n1-2.pdf

- JAAS. (2017). *Abastecimiento de agua del Sector Planicie del año 2017*. Perú.
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 44(3). Retrieved from file:///d:/carmen/tesis/pdf/larrea,rojas,romeu,rojasyperez.pdf
- Lazo, C. L. R. (2012). *Remoción del manganeso para mejorar la calidad de las aguas de consumo humano en la laguna azulcocha*, 1–105. Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1084/1/lazo_cl.pdf
- Lugo, I. (2012). Investigación Valdizana. *Revista Científica de La Universidad Nacional Hermilio Valdizán*, 6(2), 1–86. Retrieved from revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/issue/download/13/13
- Medel, A., & Ortiz, J. (2006). *Estudio de factibilidad para el cultivo de sábila (Aloe vera L.) en san luis potosi* (Universidad Autónoma de San Luis Potosi). Retrieved from [http://cicsa.uaslp.mx/bvirtual/tesis/tesis/estudio_de_la_factibilidad_para_el_cultivo_de_sábila_\(Aloe_vera_L.\)_en_san_luis_potosi/estudio_de_factibilidad_para_la_sabila.pdf](http://cicsa.uaslp.mx/bvirtual/tesis/tesis/estudio_de_la_factibilidad_para_el_cultivo_de_sábila_(Aloe_vera_L.)_en_san_luis_potosi/estudio_de_factibilidad_para_la_sabila.pdf)
- Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca , Región Ayacucho*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Retrieved from http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/mendoza_fuentes_miguel_agua_superficial.pdf?sequence=1&isallowed=y

- Miller, B. (2014). *Revisión de la Aloe vera L. (Barbadosensis Miller) en la dermatología actual revision of Aloe vera L. (Barbadosensis Miller)*. 218–223. Retrieved from <http://www.ufrgs.br/textecc/traducao/dermatologia/files/prototipo4/corpus/pdf/27>
- MINAGRI, & ANA. (2010). *Evaluación de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Huancané y Suches: estudio hidrológico de las cuencas Huancané y Suches*. 1–415. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12543/1736>
- MINAM. (2005). *Ley General del Ambiente*. 1–46. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG. 4*. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/ds-006-2017-ag.pdf>
- Ministerio de Salud. (1997). *Ley General de Salud*. 1–27. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256661-26842>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento nacional de edificaciones*. 1–439. Retrieved from <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- MINSA. (2018). *Número de episodios de diarreas agudas Perú 2013 a 2018*. Retrieved from <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2018/se04/edas.pdf>

- Moreno, F. (2012). *Diseño de un material educativo para la enseñanza de los flujos de materia, energía e información en los sistemas acuáticos a partir de los cultivos de microalgas*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008>
- Municipalidad Distrital de Morales. (2014). *Plan de desarrollo concertado del Distrito de Morales 2014-2021*. Retrieved from https://www.peru.gob.pe/docs/planes/10376/plan_10376_2014_pdc
- Nauca, Y. (2015). *Nivel de conocimiento sobre enfermedad diarreica aguda y su relación con prácticas preventivas*. Universidad de San Martín de Porres. Retrieved from http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1851/1/nauca_yj.pdf
- Olaso, J. (2015). *Paradojas de la inhibición*. 1–11. Retrieved from <http://www.emanantial.com.ar/archivos/fragmentos/olasofragmento.pdf>
- OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. (4th ed., Vol. 4). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- Pabón, L., & Hernández, P. (2012). *Importancia química de jatropha curcas y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales*. 17(2), 194–209. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v17n2/pla08212.pdf>
- Paredes, A. (2014). *Implementación del protocolo para la determinación de Coliformes totales y E. coli en agar chromocultp ara la asociación municipal de acueductos comunitarios Amac*. Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11>

059/4927/628161p227.pdf?sequence=1&isallowed=y

- Pareek, S., Nagaraj, A., Sharma, P., Atri, M., Walia, S., Naidu, S., & Yousuf, A. (2016). *Disinfection of dental unit water line using Aloe vera L: In vitro study*. 2013(4), 1–6. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2013/618962>
- Peña, E. (2010). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Mexico: semarnat & conagua. Retrieved from http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/sgap_ds-1-15-libro23.pdf
- Peréz, E. (2017). *Determinación del efecto inhibitor del Aloe vera L. (Aloe barbadensis miller) al 100% y la clorhexidina al 0,12% sobre cepas de aggregatibacter actinomycetemcomitans atcc 29522. estudio in vitro*. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/14991/1/t-uce-0015-897-2018.pdf>
- Pérez, E. (2017). *Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la Calidad del agua del Rio Chancay*. Universidad César Vallejo. Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/ucv/11187/estela_pm.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Pezo, M. (2018). “*Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para regadío del Río Cumbaza.*” 1–138.
- Quintuña, J., & Samaniego, M. (2016). *Evaluación Fisicoquímica y Microbiológica del Agua Potable De La Planta Potabilizadora Del Cantón Chordeleg*. Universidad de Cuenca.

- Ramírez, G. (2003). *Fitoterapia, Revisiones monográficas. Medico Naturista*, 21(1), 26–31. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4956>
- Razuri, K. (2017). *Disminución del contenido de la DBO 5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres*. 1–106. Retrieved from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3588/Razuri_MKE.pdf?sequence=1
- Reyes, C. (2012). *Estudio de la contaminación de las aguas del río chillón. Universidad Nacional de Ingeniería*. Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1082/1/reyes_cc.pdf
- Reyes, D., & Fernández, R. (2014). *Actividad antimicrobiana in vitro del extracto foliar de zabila (Aloe vera L.) en microorganismos de interés clínico. Salus*, 18(3). Retrieved from <http://www.scielo.org.ve/pdf/s/v18n3/art06.pdf>
- Rodríguez, I., Santana, O., Recio, O., & Fuentes, M. (2006). *Beneficios del Aloe vera L.(sábila) en las afecciones de la piel*. 22(3), 1–5. Retrieved from [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/beneficios_del_aloe_vera_l._\(sabila\)_en_las_afecciones_de_la_piel.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/beneficios_del_aloe_vera_l._(sabila)_en_las_afecciones_de_la_piel.pdf)
- Salamanca, E. (2014). *Tratamiento de aguas para el consumo humano. Módulo Arquitectura CUC*, 1–20. Retrieved from <https://doi.org/10.17981/moducuc.17.1.2016.02>

- Sanchez, P., Jiménez, M., Abello, R., Gómez, L., & Pérez, H. (2015). *Sábila soberanía alimentaria y ambiental*. 1–97. Retrieved from http://www.infoagrocolombia.com/archivo/libro_sabila_soberania_alimentaria_y_ambiental.pdf
- Sánchez, R., & Pérez, I. (2014). Cólera: historia de un gran flagelo de la humanidad. *Humanidades Médicas*, 14(2), 547–569. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v14n2/hmc18214.pdf>
- Soler, J. (2006). *Validación secundaria del método de número más probable y recuento en placa profunda para Coliformes totales y fecales en muestras de alimentos basada en*. 1–153. Retrieved from <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis273.pdf>
- Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha*. Universidad Científica del Perú. Retrieved from <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/ucp/274/sotil-1-trabajoanálisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sotill, L., & Flores, H. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016*. Universidad Nacional de La Amazonía Peruana, (94). Retrieved from <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>

- Spentzouris, N. (2015). *Comparative study on disinfection efficacy of thymus vulgaris and aloe vera l. extracts with commercial disinfectants, on bacteria isolated in nosocomial environmental. Universidad Sueca de Ciencias Agricolas*. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/a6ef/16709314552165b3ec1e4ce32a21f8bc6f2b.pdf?_ga=2.81175127.1504303614.1562778240-1988574170.1562778240
- Talledo, J. (2016, January 15). Más de cien ríos están contaminados con coliformes o metales. *El Comercio*. Retrieved from http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2016/01/elcomercio_2016-01-15_p14.pdf
- Torres, J. (2014). *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*. 118. Retrieved from http://cyber tesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cyber tesis/3605/torres_cj.pdf?sequence=1
- Vadillo, G. (2009). *Estudio comparativo de la respuesta tisular al relleno alveolar a base de Aloe vera L. y Croton lechleri , en alvéolos post exodoncia en incisivos de Cavia porcellus. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Retrieved from <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/griselyullianavadillo palacios.pdf>
- Villatoro, E. (2015). *Uso tradicional de la Sábila como planta medicinal en la comunidad del Cantón Vicotz , municipio de Nebaj , departamento de Quiché*, 1–10. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/cap6.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de tukey

Tabla 1. Prueba Tukey para Coliformes totales

| Factor | N | Media | Agrupación |
|--------|---|-------|------------|
| T1 | 3 | 40.33 | A |
| T2 | 3 | 19.67 | B |
| T3 | 3 | 13.00 | C |

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 2. Prueba Tukey para Coliformes termotolerantes

| Factor | N | Media | Agrupación |
|--------|---|--------|------------|
| T1 | 3 | 266.67 | A |
| T2 | 3 | 104.00 | B |
| T3 | 3 | 18.00 | C |

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 3. Prueba Tukey para *E. coli*

| Factor | N | Media | Agrupación |
|--------|---|-------|------------|
| T1 | 3 | 13.33 | A |
| T2 | 3 | 10.00 | A |
| T3 | 3 | 4.67 | B |

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferente.

Anexo 2. Informe de laboratorio Acreditado – Agua antes del tratamiento

INFORME DE ENSAYO N° 020720

Solicitante : Rosa María del Carmen Avalos Velázquez
Domicilio legal: Psj. Mariscal Cáceres N° 117 – Morales – Tarapoto,
Código de laboratorio 32080720
Matriz de agua Agua superficial
Identificación de la muestra Salida planta
Localización de la muestra
Fecha de ingreso de la Muestra 08/07/2020
Fecha de inicio de análisis 08/07/2020
Fecha de fin de análisis 13/07/2020
Fecha de Muestreo 08/07/2020
Hora de Muestreo 06:32 a.m.
Responsable de la toma de muestra Elvis Vera Giron

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

| PARAMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|----------------|---------------------------------|------------|
| | | 32080720 |
| Cloro residual | mg/L | 0.3 |
| Turbiedad | NTU | 0.249 |
| pH | Valor de pH | 6.06 |
| Temperatura | °C | 23.9 |
| Conductividad | µS/cm | 63.34 |
| Color | Color verdadero Escala Pt/Co | 3 |

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

| PARAMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|----------------------------|------------|-----------------------|
| | | 32080720 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | 3.5 x 10 ⁴ |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | 2 x 10 |
| Escherichia Coli | NMP/100 ml | 1.8 x 10 |


FRANKLÍN BRAVO VIDAURRE
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. N° 232540

Fecha de emisión 15/07/20

1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 020720

Métodos y Referencias

| Ensayo | LMP | | Norma Referencia | Titulo | MDL |
|-----------------------------|--------------------|------------------|---|--|-----|
| | D.S N°031- 2010-SA | | | | |
| *Cloro residual | > 0.5 | mg/L | SM 4500-Cl G. 23 rd Ed.2017 | Colorimetric Method | --- |
| *Turbiedad | 5 | UNT | SM 2130 B. 23 rd Ed.2017 | Nephelometric Method | 0.2 |
| *Conductividad | 1500 | µS/cm | SM 2510 B. 23 rd Ed.2017 | Laboratory Method | --- |
| *pH | 6.5 – 8.5 | Valor de pH | SM 4500-H ⁺ B. 23 rd Ed.2017 | Electrometric Method | --- |
| *Color | 15 | UCV escala Pt/Co | SM 2120 B. 23 rd Ed.2017 | Comparación Visual | --- |
| *Coliformes Totales | 0 | NMP/100mL | SM 9221 B. 23 rd Ed.2017 | Estándar Total Coliform Fermentation Technique | --- |
| *Coliformes Termotolerantes | 0 | NMP/100mL | SM 9221 E. 23 rd Ed.2017 | Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure | --- |
| *Escherichia coli | 0 | NMP/100mL | SM 9221 F. 23 rd Ed.2017 | Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate | --- |
| *Temperatura | --- | °C | SM 2560 B. 23 rd Ed.2017 | Electrical Sensing Zone Method | --- |

SIGLAS: "SM": Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 23 RD EDITION, 2017.

"LMS": Límite Máximo Permisible" Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud. Lima –Perú.

"MDL" Nivel de detección del método de ensayo.

- * Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA

Observaciones:

- o Los resultados son válidos solo para la muestra ensayada
- o Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con nombres de producto o como certificado de calidad de la entidad que lo produce.



FRANKLIN BRAVO VIDAURRE
INGENIERO QUIMICO
CIP. N° 232840

Fecha de emisión 15/07/20

Anexo 3. Informe de resultados de laboratorio acreditado - Después del tratamiento



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



Registro N° LE-120

INFORME DE ENSAYO 91353.03

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 190813.02 D.A.
 N° de Protocolo : 91353.03
 Cliente : ROSA MARÍA DEL CARMEN AVALOS VELASQUEZ
 Dirección legal del cliente : Paj. Mariscal Cáceres N° 117 - Morales - Tarapoto
 Muestra(s) declarada(s) : Calidad de agua
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el cliente
 Nombre del proyecto: Evaluar el nivel de efectividad de la resina de gabiá
 Punto de muestreo: Captación canal madre río Cumbaza
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 02 muestras
 Forma de Presentación : 01 frasco estéril de plástico y 03 frascos de plástico de primer uso por muestra
 Identificación de la Muestra : 12-19003.01; 12-19003.02
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-12-19
 Fecha de Inicio del Análisis : 2019-12-19
 Fecha de Emisión de Informe : 2019-12-23

| Código de Laboratorio | | 12-19003.01 | 12-19003.02 | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| Código de Punto de Muestreo | | 001 | 002 | |
| Descripción del Punto de Muestreo | | Captación | Salida del filtro | |
| Fecha Inicial / Hora de Muestreo | | 18-12-2019 16:05 Hrs | 18-12-2019 16:05 Hrs | |
| Fecha Final / Hora de Muestreo | | 18-12-2019 16:30 Hrs | 18-12-2019 16:00 Hrs | |
| Tipo de Muestra | | AS | AS | |
| Coordenadas del Punto de Muestreo | | - | - | |
| Parámetros microbiológicos | | | | |
| Parámetro de Ensayo | Unidades | Resultados | Resultados | |
| Coliformes Totales | NMP/100ml | 13000 | >23 | |
| Coliformes Fecales** | NMP/100ml | 1700 | 16 | |
| Escherichia coli | NMP/100ml | 1300 | 9.2 | |
| Parámetros fisicoquímicos | | | | |
| Parámetro de Ensayo | Unidades | Límite de Detección de Método | Resultados | Resultados |
| Color Verdadero* | Color verdadero Escala PtCo | 1 | 4 | 0.2 |
| Conductividad* | µS/cm | 1.7 | 94.1 | 5.9 |
| Oxígeno Disuelto* | mg/L | 0.01 | 7.59 | 3.48 |
| pH* | Valor de pH | - | 7.59 | 6.68 |
| Temperatura* | °C | 0.01 | 25.1 | 25.2 |
| Turbidez * | ntu | 0.5 | 2 | 1 |



Observaciones:
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (***) Equivale a Coliformes termotolerantes.

Este informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. No se permite extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados, como una certificación de conformidad con normas de productos o como verificación del sistema de gestión de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público. Su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y le obliga por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Demanda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.
 Rev. 02
 Fecha de impresión: 2019-06-19

INFORME DE ENSAYO 91353.03

FR-044

Metodologías

| Parámetro | Método de Referencia |
|--------------------|--|
| 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) |
| 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 FECALIS | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Edition: Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group; Fecal Coliform Procedure; Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| COLOR | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed |
| CONDUCTIVIDAD | APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed 20122510 B |
| OXIGENO DISUELTO | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed |
| pH | APHA, AWWA, WEF, 23rd Ed 20177280 B |
| TEMPERATURA | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed |
| TURBIDEZ | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 E, 23rd Ed, 2017 Turbidity, Nephelometry Method |

Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación de INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



[Signature]
Mtro. Grover A. Ruyay Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

VER DOCUMENTO

El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. No publicar ni comunicar los resultados del informe a ninguna otra entidad o persona que no haya sido expresamente autorizada para ello. Este informe es un documento oficial de carácter público, su adulteración o uso indebido acarrea las sanciones de ley. Este informe es propiedad de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. y no debe ser utilizado para fines ajenos a los que fueron concebidos. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina toda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se hace responsable el informe de ensayo, estando en su totalidad, en la acreditación emitida por INACAL - DA.

Fecha de emisión: 20/08/2018

Anexo 4. *Toma de muestras de agua*

Anexo 4.1. *Toma de Muestra en la captación del agua - Canal Madre*



Anexo 4.2. *Preservación de las muestras de agua*



Anexo 5. *Obtención de la resina de sàbila (Aloe vera L.)*

Anexo 5.1. *Extracción de resina de Sábila (Aloe vera L.)*



Anexo 6. Preparación de medios de cultivos



Anexo 7. Siembra y confrontación con la resina de sàbila (Aloe vera L.)



Anexo 8. Prueba del sistema de filtración



Anexo 9. Diagrama de aislamiento de microorganismos

