



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Eficiencia de los metabolitos secundarios para la remoción de coliformes totales presentes en el agua de pozo del AA. HH.

Márquez-Callao, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Alfaro Lopez, Gustavo (ORCID: 0000-0001-8838-9409)

Bello Zunico, Daniela Milagros (ORCID: 0000-0001-7398-0087)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

*El presente trabajo es dedicado a mis familiares, en especial a mis padres, quienes con sus palabras, enseñanzas y consejos me han dado la fortaleza necesaria para encaminarme en esta aventura y así poder culminar esta etapa de mi vida con sabiduría y satisfacción.*

**Alfaro Lopez, Gustavo**

*A Dios por brindarme fuerza y perseverancia en todos mis pasos; a mis padres, por su orientación y motivación en el camino de profesionalización; a mi familia en general por su constante apoyo y paciencia; a mis abuelos que han bendecido mi camino*

**Bello Zunico, Daniela Milagros**

## **Agradecimiento**

A todos mis profesores desde el inicio de la carrera de Ingeniería Ambiental, profesores de todas las cátedras, por su constante apoyo y guía hacia mi formación superior y mi trabajo de titulación.

### **Alfaro Lopez, Gustavo**

A mis padres por apoyarme durante todo el transcurso de mi formación como profesional, a los docentes que me brindaron sus conocimientos y me ayudaron a crecer.

### **Bello Zunico, Daniela Milagros**

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenidos</b> .....	iv
<b>Lista de Figuras</b> .....	v
<b>Lista de Tablas</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2.- Variables y Operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Método de análisis de datos .....	33
3.7. Aspectos éticos .....	33
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	56
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	60
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	61
<b>REFERENCIAS</b> .....	62
<b>ANEXOS</b> .....	69
<b>Anexo 1.-</b> Matriz de operacionalización de variables.....	69
<b>Anexo 2.-</b> Instrumentos de recolección de datos .....	71
<b>Anexo 03.-</b> Validación de instrumento de recolección de datos .....	73
<b>Anexo 04.-</b> Resultados de Análisis .....	76
<b>Anexo 05.-</b> Reporte de TURNITIN .....	83

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Proceso</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> <i>Punto de Muestreo</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> <i>Toma de muestra</i> .....	20
<b>Figura 4.</b> <i>Toma de muestra</i> .....	20
<b>Figura 5.</b> <i>Rotulación de muestra</i> .....	20
<b>Figura 6.</b> <i>Hojas de Eucalipto</i> .....	21
<b>Figura 7.</b> <i>Planta de Eucalipto</i> .....	21
<b>Figura 8.</b> <i>Hojas de Molle</i> .....	21
<b>Figura 9.</b> <i>Planta de Molle</i> .....	21
<b>Figura 10.</b> <i>Reactor de extracción de metabolitos</i> .....	22
<b>Figura 11.</b> <i>Perforación del balde</i> .....	23
<b>Figura 12.</b> <i>Armado de balde</i> .....	23
<b>Figura 13.</b> <i>Sistema de extracción de metabolitos</i> .....	23
<b>Figura 14.</b> <i>Caracterización inicial del Agua de pozo</i> .....	27
<b>Figura 15.</b> <i>Esterilización de materiales</i> .....	27
<b>Figura 16.</b> <i>Materiales Esterilizados</i> .....	27
<b>Figura 17.</b> <i>Sistema de Tratamiento por Fases</i> .....	29
<b>Figura 18.</b> <i>Baldes de unidad muestral codificados</i> .....	30
<b>Figura 19.</b> <i>Tanque Primario</i> .....	31
<b>Figura 20.</b> <i>Enrace de agua de pozo</i> .....	31
<b>Figura 21.</b> <i>Recolección de Metabolitos</i> .....	31
<b>Figura 22.</b> <i>Tanque de Oxidación</i> .....	31
<b>Figura 23.</b> <i>Tanque de Homogenización</i> .....	32
<b>Figura 24.</b> <i>Recepción de Agua de Pozo tratada por metabolitos secundarios</i> 32	
<b>Figura 25.</b> <i>Análisis Microbiológico en Placas Petri</i> .....	37
<b>Figura 26.</b> <i>Análisis microbiológico UFC/100ml al 10% y 15%</i> .....	43
<b>Figura 27.</b> <i>Análisis Microbiológico del agua con metabolito de Molle</i> .....	48
<b>Figura 28.</b> <i>Análisis microbiológico del agua de pozo con metabolitos de Ortiga</i> .....	53
<b>Figura 29.</b> <i>Tratamiento con Metabolitos Secundarios de Eucalyptus</i> .....	54
<b>Figura 30.</b> <i>Tratamiento con Metabolitos Secundarios de Schinus Molle</i> .....	54
<b>Figura 31.</b> <i>Tratamiento con Metabolitos Secundarios de Urtica Dioica</i> .....	55
<b>Figura 32.</b> <i>Eficiencia del Tratamiento en el Tiempo 6 (60 minutos)</i> .....	55

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Estándar de Calidad para Agua .....	14
<b>Tabla 2.</b> Variables de Investigación .....	15
<b>Tabla 3.</b> Técnica e Instrumentos de recolección de datos .....	17
<b>Tabla 4.</b> Ubicación del Punto de Muestreo .....	19
<b>Tabla 5.</b> Caracterización de las plantas <i>Schinus Molle</i> , <i>Eucalyptus</i> y <i>Urtica</i> <i>Dioica</i> .....	21
<b>Tabla 6.</b> Codificación de Muestras.....	30
<b>Tabla 7.</b> Tiempo de Fases del Tratamiento.....	30
<b>Tabla 8.</b> Parámetros Físico-Químicos Inicial de la Muestra.....	34
<b>Tabla 9.</b> Parámetros orgánicos inicial de la muestra .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 10.</b> Resultados del oxígeno disuelto Inicial .....	34
<b>Tabla 11.</b> Resultados de la demanda química de Oxígeno Inicial .....	35
<b>Tabla 12.</b> Oxígeno disuelto inicial (c/agua de dilución $DBO_5$ ).....	35
<b>Tabla 13.</b> Oxígeno disuelto final.....	36
<b>Tabla 14.</b> Obtención del $DBO_5$ inicial .....	36
<b>Tabla 15.</b> Resultados de coliformes totales (Método filtración por membrana NTP INACAL) (Tubos múltiples sembrado en placa Petri).....	37
<b>Tabla 16.</b> Sólidos suspendidos totales inicial del agua de Pozo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 17.</b> Sólidos totales inicial del agua de pozo .....	38
<b>Tabla 18.</b> Sólidos disueltos iniciales del agua de pozo .....	38
<b>Tabla 19.</b> Dureza total Inicial.....	39
<b>Tabla 20.</b> Parámetros físicos y químicos del Metabolito Eucalipto (Método Potenciométrico) .....	40
<b>Tabla 21.</b> Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Eucalipto .....	41
<b>Tabla 22.</b> Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Eucalipto .....	41
<b>Tabla 23.</b> Sólidos Suspendidos Totales de la muestra con Metabolito de Eucalipto.....	42
<b>Tabla 24.</b> Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Eucalipto..	42

<b>Tabla 25.</b> Análisis microbiológico al 15% (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	43
<b>Tabla 26.</b> Análisis microbiológico al 10% (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	43
<b>Tabla 27.</b> Parámetros físicos y químicos del Metabolito Molle (Método Potenciométrico) .....	44
<b>Tabla 28.</b> Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Molle .....	44
<b>Tabla 29.</b> Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Molle .....	45
<b>Tabla 30.</b> Sólidos Suspendidos Totales de la muestra con Metabolito de Molle .....	46
<b>Tabla 31.</b> Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Molle .....	46
<b>Tabla 32.</b> Análisis microbiológico al 15% con Molle (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	47
<b>Tabla 33.</b> Análisis microbiológico al 10% con Molle (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	47
<b>Tabla 34.</b> Análisis Microbiológico del agua de pozo con metabolito de Molle..	48
<b>Tabla 35.</b> Parámetros físicos y químicos del Metabolito Ortiga (Método Potenciométrico) .....	49
<b>Tabla 36.</b> Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Ortiga .....	50
<b>Tabla 37.</b> Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Ortiga .....	50
<b>Tabla 38.</b> Sólidos Suspendidos Totales de la muestra con Metabolito de Ortiga .....	51
<b>Tabla 39.</b> Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Ortiga.....	51
<b>Tabla 40.</b> Análisis microbiológico al 15% con Ortiga (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	52
<b>Tabla 41.</b> Análisis microbiológico al 10% con Ortiga (Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR).....	52

## Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la eficiencia de los metabolitos secundarios de *Eucalyptus*, *Schinus Molle* y *Urtica Dioica*, en la remoción de los coliformes totales del agua de pozo del AA. HH – Marquéz, ya que los resultados de una prueba preliminar señalaron que el agua presentaba una concentración de 28.2 UFC/100ml. Para obtener extractos de metabolitos de las ya mencionadas especies se empleó el método de extracción por arrastre con vapor, este método consiste en poner en contacto directo al vapor con la materia vegetal, lo que genera que se liberen los metabolitos secundarios que contienen las plantas y a su vez estos son arrastrados hacia el condensador, las hojas utilizadas pasaron por un proceso de lavado previo al proceso de extracción. Los resultados mostraron que los diferentes extractos son eficientes en la remoción de coliformes totales. La menor concentración de coliformes totales después de 60 minutos de aplicado el tratamiento (OT6(15%-60)), fue de 0 UFC/100ml, teniendo un porcentaje de eficiencia del 100%. Para extracto acuoso de *Eucalyptus* (ET6 (15%-60)) el menor valor de coliformes totales fue de 1 UFC/ 100ml, y la eficiencia alcanzó 96.45%. Para extractos acuosos de *Schinus Molle* (MT6(15%-60)) se obtuvo un valor final de 4 UFC/100ml y se logró un porcentaje de eficiencia de 85.82%. La eficiencia de los metabolitos secundarios se debe a que los extractos acuosos contienen compuestos fitoquímicos como flavonoides, triterpenoides, alcaloides y taninos que alteran las características fisicoquímicas de la superficie celular de las bacterias.

**Palabras clave:** Metabolitos Secundarios, Coliformes Totales y Remoción



## Abstract

The purpose of this research was to determine the efficiency of the secondary metabolites of *Eucalyptus*, *Schinus Molle* and *Urtica Dioica* in the removal of total coliforms from the well water of the AA. HH - Marquéz, since the results of a preliminary test showed that the water had a concentration of 28.2 UFC/100ml. To obtain metabolite extracts of the aforementioned species, the steam extraction method was used. This method consists of putting the steam in direct contact with the plant matter, which releases the secondary metabolites contained in the plants and in turn these are dragged towards the condenser. The results showed that the different extracts are efficient in the removal of total coliforms. The lowest concentration of total coliforms after 60 minutes of treatment (OT6(15%-60')) was 0 UFC/100ml, with an efficiency percentage of 100%. For aqueous extract of *Eucalyptus* (ET6 (15%-60')), the lowest value of total coliforms was 1 UFC/100ml, and the efficiency reached 96.45%. For aqueous extracts of *Schinus Molle* (MT6(15%-60')) a final value of 4 UFC/100ml was obtained and an efficiency percentage of 85.82% was achieved. The efficiency of the secondary metabolites is due to the fact that the aqueous extracts contain phytochemical compounds such as flavonoids, triterpenoids, alkaloids and tannins that alter the physicochemical characteristics of the cell surface of the bacteria.

**Keywords:** Secondary Metabolites, Total Coliforms and Removal.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un derecho fundamental del hombre y juega un rol importante en el desarrollo integral y sostenible de la sociedad, donde el 98% de agua subterránea representa el agua dulce las que se utilizan de diferentes maneras, dependiendo de sus características fisicoquímicas y biológicas. El agua subterránea que aflora en los pozos es agua potable por lo que un 50% de la población mundial la consume, el 43% del agua es utilizado en la agricultura (Burstein, 2018; Hernandez, 1973).

En América Latina, la distribución del agua subterránea varía enormemente según cada país y sus regiones como su calidad y accesibilidad, que deben enfrentar problemas diferentes. En el Perú los servicios públicos de agua son todavía un serio problema con enormes brechas en cuanto a la calidad y cantidad necesarias para la cobertura de servicios básicos (Pacasmayo, 2014). De acuerdo al INEI en el periodo de mayo 2019- abril 2020 el 1,6% de la población peruana tuvo que abastecerse de agua de pozo; estos datos generan una situación preocupante ya que diversos microorganismos que tienen un origen en la materia fecal de seres humanos y animales pueden contaminar el agua subterránea (Committee on Environmental Health, 2009). Esta situación es la que atraviesa el AA. HH Márquez ubicado en la provincia del Callao, en donde los análisis de parámetros microbiológicos y físico-químicos realizado al pozo que abastece de agua a la población evidenciaron la presencia de coliformes totales 146 UFC/100ml (Soto, 2017), motivando a la investigación la utilización de metabolitos secundarios de *Schinus molle*, *Eucalyptus* y *Urtica dioica*, para reducir los coliformes totales, y alcanzar un estilo de vida aceptable para la salud de los pobladores.

Bajo la problemática antes mencionada, nace la necesidad de investigar y plantear nuevas alternativas que ayuden a contrarrestar los impactos sociales originados por la contaminación biológica del agua.

La investigación cuenta con 5 etapas en el proceso de reducir la presencia de coliformes totales en el agua subterránea extraída en los pozos de Márquez-callao, en la Primera Etapa se encuentra la ubicación del pozo en estudio, y la toma de muestra bajo los protocolos vigentes, seguido de una Segunda Etapa que es la caracterización inicial del agua y final después del tratamiento, Tercera Etapa caracterización de las plantas que serán utilizados para la reducción de los

coliformes totales, además se verá el método de extracción por arrastre de vapor de agua formándose así el hidrolato con las características semejante al aceite esencial en su Cuarta Etapa se desarrolla el diseño del tratamiento del agua de pozo los que serán evaluados en sus parámetros principales, y finalmente en la Quinta Etapa se verán los resultados y eficiencia de las concentraciones utilizadas. Para obtener un agua de pozo para consumo humano de acuerdo a las normas vigentes.

Por ello, se planteó el siguiente problema general ¿De qué manera los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica, serán eficiente en la remoción de los coliformes totales del agua de pozo del AA HH Márquez-Callao? De dicho problema general se desglosó los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas del agua de pozo pre y post tratamiento?, ¿Cómo se obtendrán los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica para purificar el agua de pozo en el AA. HH. Márquez – Callao?, ¿Cuáles serán los tiempos de remoción de los coliformes totales en el agua de pozo utilizando los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica? y ¿Cuál será la eficiencia de las dosis de metabolitos secundarios, en la reducción de coliformes totales del agua de pozo del AA. HH. Márquez – Callao?

La presente investigación presentó una justificación teórica debido a que se elaboró con la finalidad de aportar nuevas alternativas relacionadas al tratamiento microbiológico del agua empleando agentes antibacterianos obtenidos de las plantas, los resultados de esta investigación podrán ser la base para la generación de propuestas que incorporen técnicas de fitorremediación a los tratamientos del agua, ya que en esta investigación se estaría demostrando que el uso de metabolitos secundarios en el tratamiento del agua, mejora su calidad microbiológica. Así mismos esta investigación presenta una justificación práctica debido a la necesidad de mejorar la calidad microbiológica del agua que consumen las personas, con el uso de metabolitos secundarios obtenidos de las plantas. Finalmente, esta investigación también presenta una justificación ambiental ya que se enfoca en una alternativa amigables con el medio ambiente, debido a que se deja de lado a las sustancias químicas y se potencializa el uso de plantas para el tratamiento microbiológico del agua para consumo humano. Además, la investigación genera aportes viables en la purificación del agua subterránea

extraída en el pozo del AA. HH. Márquez – Callao, para reducir los coliformes totales que son superiores a los límites máximos permisibles en UFC/100ml a 35 °C, el cual debe ser 0, de acuerdo al reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S. N.º 031 – 2010 -SA.

Esta investigación tuvo por objetivo general: Determinar la eficiencia de los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica, en la remoción de los coliformes totales del agua de pozo del AA HH Márquez-Callao. De dicho objetivo se desglosaron los siguientes objetivos específicos, Determinar las características fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas del agua de pozo pre y post tratamiento; Además de, determinar la obtención de metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica para purificar el agua de pozo en el AA. HH. Márquez – Callao; Asimismo, Evaluar los tiempos de remoción de los coliformes totales en el agua de pozo utilizando los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica. Y finalmente, identificar la eficiencia de las dosis de metabolitos secundarios, en la reducción de coliformes totales del agua de pozo del AA. HH. Márquez – Callao.

Así mismo, esta investigación planteó como hipótesis general que: Los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica influirán en la remoción de los coliformes totales del agua de pozo del AA. HH. Márquez – Callao. De esta hipótesis general se desglosaron las siguientes hipótesis específicas; El potencial de hidrogeno del agua de pozo incrementa con los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica. Las características físicas del agua de pozo serán mejores cuando se trate con los metabolitos secundarios de Schinus molle, Eucalyptus y Urtica dioica y finalmente que, la dosis optima de metabolitos secundarios reducirán en un 100 % la contaminación microbiológica del agua del pozo del AA.HH. Márquez- Callao.

## II. MARCO TEÓRICO

ARFAO, et al. (2016), manifiesta que la presencia de *Escherichia coli* en el agua suele indicar el deterioro de la calidad bacteriológica, por esta razón se emplean métodos físicos y químicos para la desinfección del agua, pero muchas veces estos microorganismos forman ecosistemas complejos (biofilms), los cuales son más resistentes a procesos de desinfección, por ello el uso de extractos de plantas para la desinfección del agua ha surgido como una nueva alternativa para el tratamiento del agua a nivel de hogar, por esta razón la presente investigación se evaluó el efecto de los extractos de *Eucalyptus* sobre la adhesión de las células de *Escherichia coli*. Las muestras de eucalipto (*Eucalyptus*) una vez desinfectadas pasaron por un proceso de secado por un periodo de 30 días a temperatura de laboratorio, posterior a ello se trituró y se mezcló con 100 ml de agua destilada y se realizaron otros procesos más para finalmente obtener el extracto, otro paso a seguir para el cumplimiento del objetivo es la obtención de las cepas de *E. coli*, para ello se tomaron muestras de un arroyo urbano y se cultivó en agar Endo y luego se identificó las bacterias empleando el método estándar. Después de 3 h el proceso de adhesión celular, fue de 8.72 (Ln (UFC / cm<sup>2</sup>)) y el porcentaje de células desprendidas alcanzó el valor del 11,2% cuando las células bacterianas se recogieron de la fase de crecimiento retardado, en este proceso de desprendimiento se pudo observar la presencia de metabolitos secundarios, finalmente se concluyó que los metabolitos secundarios obtenidos de las hojas de *Eucalyptus microcorys* parecen tener un impacto significativo en la barrera bacteriana, por ello puede ser utilizado como un proceso alternativo contra las biopelículas y también pueden ser agentes inhibidores de células bacterianas.

Bhuyan, et al. (2017) en el artículo científico el cual tuvo como objetivo principal investigar las propiedades fitoquímicas, antibacterianas y antifúngicas del extracto de hojas de *Eucalyptus*, en el cual se estudió el perfil fitoquímico, seguidamente los investigadores analizaron el contenido fenólico total, el contenido total de flavonoides, proantocianidinas, antioxidantes y saponinas de las hojas de *Eucalyptus* utilizando como solvente el agua, ya que se menciona que es el solvente más económico y ecológico. Finalmente, la investigación concluyó que los valores de TPC, TFC y proantocianidina encontrados fueron: 501,76 ± 14,47 mg de equivalentes de ácido gálico por g, 61,53 ± 0,83 mg de

equivalentes de rutina por gy  $10,76 \pm 0,89$  mg de equivalentes de catequina por g, respectivamente. Resultando ser que el extracto bruto acuoso de *E. microcorys* resultó ser una buena fuente de TPC, TFC, proantocianidinas y saponinas. Además de presencia de altas cantidades de fenólicos y saponinas en el extracto.

GIDEÓN y EJKEME (2016), exponen que, por muchos años, las plantas han sido utilizadas como agentes protectores de la salud humana, debido a que estos organismos vegetales presentan compuestos sintetizados (fenólico) que tienen un potencial antimicrobiano, por ello en esta investigación se busca proporcionar una información científica relacionada a la propiedad bactericida de los extractos de hoja de *Musa paradisiaca*. Para cumplir con el objetivo de esta investigación, se tuvo que recolectar hojas frescas de plátano para luego lavarlas, secarlas y triturarlas con la finalidad de obtener una solución (300 g de hoja seca y 2,5 L de etanol), la cual fue utilizada como agente inhibidor de los cultivos bacterianos preparados. Los extractos mostraron una actividad bactericida, ya que la reducción logarítmica del recuento bacteriano en un tiempo de 2h 30 min oscilo entre 8,613 y 6,699 log 10 para *S.aureus* , 9,576 a 7,875 log 10 para *V. cholerae* y 9,114 a 7,398 log 10 para *S. dysenteriae*. Finalmente se concluyó que los extractos etanólicos de *Musa paradisiaca* poseen una capacidad para reducir la población microbacteriana, además se recomienda que las dosis empleadas para tratamientos infecciosos sean relativamente bajas para evitar toxicidad.

THAMIZHARASAN (2017), precisa que en el mundo existen múltiples infecciones intestinales relacionadas directamente a la presencia de diversos microorganismos como los de la especie *S. Typhi*, debido a esta problemática, se han empleado plantas medicinales como alternativas de un tratamiento tradicional. Por ello en esta investigación se pretende evaluar la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos de las macroalgas marinas de *Padina* contra la *S. typhi albicans*, para ello se recolecto las macroalgas en la región costera de Thondi, India. Una vez recolectadas las muestras de macroalgas, se procedió a realizar el lavado, secado, triturado y el polvo obtenido se almaceno en un recipiente para ser usado en la preparación de los extractos (acuosos y solventes).Posterior a esta última actividad se realizó el cultivo bacteriano de *S,Thyphi* para finalmente realizar el ensayo

antibacteriano, la cual indico que los extractos de disolvente de metanol y extractos acuosos a concentración de 100 µl tuvieron una inhibición de casi un 89% y 62% respectivamente, en base ello se pudo concluir que las especie vegetal de Padina tuvo una actividad antimicrobiana gastrointestinal relativamente alta.

CONDORI y VELÁSQUEZ (2019), refieren que los organismos patógenos, son los causantes de múltiples enfermedades humanas en todo el mundo, por otro lado, sabe que, desde hace muchos años los metabolitos secundarios poseen un valor terapéutico y bactericida, por ello en esta investigación se evaluó las propiedades bactericidas de los metabolitos secundarios obtenidos de la *Urtica urens* L. contra la *E.coli*, para la obtención de los metabolitos se empleó 200 g *Urtica urens* L. y etanol a 96%, de igual modo se realizó ensayos antimicrobianos para determinar la eficiencia de los metabolitos secundarios a distintas concentraciones (25, 50, 75, 100%). La muestra bacteriana preparada contenía aproximada  $1.5 \times 10^9$  U.F.C./ml para *Escherichia coli*. En los resultados se observó que el área de inhibición del halo fue de 16.53 mm a concentración de 100% de extracto, además solo las concentraciones de 100% y 75% mostraron eficiencia. Finalmente se llegó a la conclusión que los extractos de *Urtica urens* L. poseen un efecto antibacteriano debido a que presenta metabolitos secundarios y que a las concentraciones de 100% y 75% tuvieron las eficiencias más eficiencias significativas de 75.65% y 52.78% respectivamente.

LAURA (2019), sostiene que en la región de puno, las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus*) proporcionan leña o madera y las hojas son incineradas debido a que son consideradas inservibles, por otro lado existe una problemática relacionada a la presencia de microorganismos (coliformes fecales) en los alimentos por lo cual es necesario generar alternativas de inactivación microbiana, en base a estas dos premisas se planteó un objetivo relacionado a la utilización de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus*) para la extracción de aceites esenciales y la evaluación de la capacidad antimicrobiana de los extractos de eucalipto (*Eucalyptus*) en distintas disoluciones (25,50 y 75%). Para esta investigación se hizo una recolección/ selección, pesado, extracción, separación y finalmente la aplicación de los extractos de eucalipto (*Eucalyptus*) sobre las cepas bacterianas para la determinación de la capacidad inhibitoria

mínima; Los resultados relacionados a los halos de inhibición de crecimiento de los Coliformes fecales fueron de 12.0983, 13.2900, 14.5875 mm a concentraciones de 25,50 y 75% respectivamente. Finalmente, el investigador concluye que el efecto inhibitorio es mayor si las concentraciones son más elevadas.

Mahajan, Kuiry y Pal (2020) En su investigación relacionada a la comprensión de las consecuencias del estrés ambiental para la acumulación de metabolitos secundarios en plantas medicinales y aromáticas, en la cual refiere que los metabolitos secundarios, los cuales se desarrollan a través de diferentes procesos fisiológicos y bioquímicos, son de suma importancia para hacer frente con diferentes tensiones. Además, los investigadores aluden que los metabolitos secundarios originados como resultado del estrés abiótico se encuentran comprometidos en el sistema de defensa de las plantas para su supervivencia, además de funcionar como agentes externos para preservar a la planta de los diferentes tipos de estrés que se puedan presentar. Asimismo, manifiestan que cuando hay presencia de estrés por causa de sequía, para que evitar que las plantas tengan pérdida de agua, estas cierran sus estomas; A causa de eso, la tasa de transpiración y la captación de CO<sub>2</sub> tendrá una reducción considerable, sin embargo, se observará la mejora en la oferta de reducción equivalentes (NADPH y H<sup>+</sup>) es por ello que crecerá la relación de NADPH a NADP<sup>+</sup>

HUAMANI (2017) en su investigación la cual tuvo como objetivo fue señalar cual es la eficacia de los metabolitos secundarios del *Smallanthus Sonchifolius* (yacon), *Schinus Molle* (molle) y la mezcla de ellos para la remoción de *E. Coli*, Coliformes Termotolerantes y Totales en el agua residual de Chuquitanta, en el cual para las dosis de 10 ml. de molle, yacón y la mezcla de cada planta tuvo una mayor concentración de metabolitos donde, utilizando 100gr de muestra seca de cada especie, tuvo como resultado en remoción de coliformes totales de 89,16% utilizando metabolitos secundarios de molle, 92% utilizando metabolitos de yacón y 93,16% utilizando metabolitos de la mezcla de ambas especies. Siendo como conclusión que la mezcla de ambas especies contiene una alta carga de metabolitos secundarios por lo tanto es el más eficiente para la remoción de microorganismos.



BHUYAN, et al. (2015) en su investigación de fitoquímicos y capacidad antioxidante de especies de eucalipto seleccionadas mediante extracción convencional, el cual tuvo como objetivo implementar la extracción convencional para producir el máximo total fenólico contenido (TPC), contenido total de flavonoides (TFC), proantocianidinas, antioxidantes y saponinas de *E. robusta* utilizando diferentes disolventes. El disolvente fue empleado para extraer fitoquímicos de las especies de *E. saligna*, *E. microcorys* y *E. globulus* para determinar cuál de estas especies de *Eucalyptus* contiene mayor contenido de compuestos bioactivos. Los resultados destacaron la eficiencia del agua por la extracción compuestos bioactivos naturales (extracción convencional) de especies de eucalipto de TPC ((150,60 ± 2,47) mg de equivalentes de ácido gálico por g), TFC ((38,83 ± 0,23) mg de equivalentes de rutina por g), proantocianidinas ((5,14 ± 0,77) mg de equivalentes de catequina por g) y an-antioxidantes ABTS ((525,67 ± 1,99) mg de equivalentes de trolox. Por lo cual se concluyó que el extracto acuoso de la especie de *E. robusta* tuvo los valores más altos de TPC, TFC y antioxidantes entre las demás especies

ILLANES (2020), expone que por mucho tiempo las plantas han sido utilizadas como agentes terapéuticos, sin embargo en los últimos años se ha buscado determinar o identificar compuestos contenidos en las distintas especies vegetales, para afrontar problemas relacionados a la contaminación bacteriana en el agua, por ello en esta investigación se plantea conocer los distintos principios activos de la especie *Rosmarinus officinalis* frente a especies patógenas de *Escherichia coli* y *Candida albicans*, para ello se tuvo que recolectar las muestras de romero, las cuales pasaron por un proceso de destilación por arresto a vapor de agua y preparar los medios de cultivos de *E. coli* y se establecieron 5 tratamientos a concentraciones de 12.5%, 25%, 50%, 75, y 100% y un tratamiento de control positivos de fluconazol (25 µg), una vez aplicado los tratamientos se determinó que a concentración de 100% y 25% la medida de los halos de inhibición fueron 30.77mm y 16.27mm frente a *E.coli*. Finalmente se llegó a la a conclusión que incluso a mínimas concentraciones el *Rosmarinus officinalis* efectivo.

YOUSIF, et al. (2020), manifiestan que la *T. officinale* o conocida comúnmente como diente de león, es una planta herbácea utilizada en el campo medicinal herbal, además diversos autores señalan que esta planta posee una eficacia antibacteriana. Por ello este estudio utilizó la microscopia y el cribado químico con reactivo para la evaluación antimicrobiana de los extractos de hoja. Se utilizaron bacterias (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus* spp, *Klebsiella pneumonia* y *Enterococcus faecalis*) para evaluar el efecto antimicrobiano de los extractos obtenidos del diente de león. Los resultados indicaron que los extractos etanólicos de las hojas de *Taraxacum officinale* a diferentes concentraciones (1000, 500, 250, 125, 63.5 µg / ml) demostraron tener potencia contra todas las bacterias analizadas, los extractos a concentración de 1000 µg / ml, tuvo una zona de inhibición de 20 mm para *E.coli* y a concentración de 63.5 µg / ml, la zona de inhibición fue nula y para *Enterococcus faecalis* la zona de inhibición fue de 27 mm y nula a concentraciones de 1000 µg / ml y 63.5 µg/ ml respectivamente. Finalmente se concluye que los extractos demostraron tener una efectividad contra las diversas bacterias analizadas.

ZOUAOUI, et al. (2020) en el artículo caracterización de compuestos orgánicos volátiles de seis aromáticos y especies de plantas medicinales que crecen silvestres en las tierras secas del norte de África el cual tuvo como objetivo principal caracterizar los compuestos orgánicos volátiles (COV) de seis especies de plantas silvestres (*Thymus algeriensis* L., *Artemisia campestris* L., *Juniperus phoenicea* L., *Teucrium polium* L., *Artemisia herba-alba* Asso. and *Rosmarinus officinalis* L.). Para lo cual se empleó un análisis de similitud cuantitativa y cualitativa con la finalidad de detectar las especies que tienen más COV, además de determinar cual es el COV dominante de cada especie para posteriormente usarlo en diferentes campos. Para ello los investigadores utilizaron el método de micro extracción en fase sólida de espacio de cabeza (HS-SPME) donde, la cantidad de compuestos volátiles bioactivos extraídos mediante el método de preparación de muestras (secado a la sombra) fue mucho más grande en comparación con otros secados artificiales como el secado en horno de aire caliente. Finalmente, se tuvo como resultados que las especies estudiadas presentaron una alta diversidad de COV, lo cual indicaba que las condiciones ecológicas de las tierras secas incitan plantas para producir

metabolitos secundarios los cuales son importantes para realizar diferentes tratamientos.

Las teorías relacionadas al proyecto de investigación a desarrollar tienen que ver con la definición de aguas subterráneas a las que Arroyo (2016) las define como aquellos recursos hídricos los cuales están en la fase de tránsito o almacenamiento debajo de la superficie terrestre. Así mismo, López, et al. (2009) mencionan que es la cual se encuentra ubicada bajo el nivel freático y además está colmando los poros y grietas del terreno. Además, se menciona que la composición natural de estas se puede ver alterada de manera natural o por actividades antrópicas. Por otro lado, estas aguas son capaces de dirigirse de manera artificial a pozos, ya que se moviliza muy pausadamente por los acuíferos (LÓPEZ, et al., 2009).

Con respecto a pozo de agua, GWP Perú (2011) menciona que un pozo es un orificio, hoyo o abertura la cual penetra la tierra, la cual se va a utilizar como un almacenamiento de agua subterránea u otros fluidos. Además, este se realiza de con una profundidad deseada y por lo regular es de forma cilíndrica (BARRAGAN, 2012).

En cuanto a la fitorremediación LAKSHMI, SAILAJA, & REDDY, (2017) sostiene que la fitorremediación de origen de la combinación de dos palabras "planta" y "remedio" es un método sostenible además de económico y factible para la eliminación de contaminantes. Al mismo tiempo, es ecológico ya que utiliza plantas para captar la contaminación del suelo o del agua, ya que estas gozan de una calidad endógena para tratar la contaminación del suelo, agua y aire. (HERNÁNDEZ, 2019).

Asimismo, la remediación se logra reteniendo, eliminando o degradando, por el proceso natural como ocurre en un ecosistema mediante la participación de ciclos constituyentes orgánicos o inorgánicos, por lo que conduce al desarrollo de una tecnología de remediación de bajo costo (LAKSHMI, SAILAJA, & REDDY, 2017).

De manera simultánea, la fitorremediación en aguas residuales es una técnica emergente de bajo costo para la eliminación de microorganismos patógenos, metales o en general los contaminantes presentes en el agua. Asimismo, las plantas acuáticas tienen una capacidad óptima para reducir el nivel de metales,

la DBO y sólidos totales presentes en las aguas residuales. También es una técnica estéticamente agradable ya que conserva el medio ambiente in situ (ALI et al., 2020). En síntesis, el costo de la fitorremediación es mucho menor que el de otras técnicas convencionales de remoción de contaminantes.

Respecto a las características que deben tener las plantas para que la fitorremediación sea una tecnología eco-sostenible, las plantas elegidas deben de contar con una tasa de crecimiento nativa y rápida, además de alto rendimiento de biomasa. Además de tener en cuenta los factores como el pH, la radiación solar, la disponibilidad de nutrientes y la salinidad ya que también influyen en el potencial de fitorremediación y el crecimiento de la planta (ALI et al., 2020).

Por otro lado, en cuanto a coliformes, TARQUI (2016) sostiene que los coliformes representan un gran grupo de bacterias que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se han definido como aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, gramnegativos, no formadoras de esporas, en forma de bastoncillo. Además, es considerado el indicador más fiable del agua potable en los países industrializados.

Además, los coliformes termotolerantes son un subconjunto del grupo de coliformes totales. Se les considera solo aquellos que tienen la capacidad de fermentar lactosa a temperatura de 44,5 °C (BEJARANO & ESCOBAR, 2015).

En cuanto a la bacteria *Escherichia Coli*, MARLEN (2014), sostiene que es un coliforme termotolerante móvil, no formador de esporas. Además, es el coliforme más abundante en la flora intestinal del ser humano y otros animales de sangre caliente y su presencia en el agua está fuertemente asociada con contaminación. Asimismo, la *Escherichia Coli* se considera un indicador más específico que los coliformes fecales (BEJARANO & ESCOBAR, 2015).

En relación a los **Metabolitos Secundarios**, a menudo se le denomina como un compuesto que no tienen un papel fundamental en el mantenimiento de las plantas, debido a que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, etc. Sin embargo, son importantes para que la planta interactúe con su entorno para la adaptación y defensa. Los metabolitos secundarios se agrupan en cuatro clases principales terpenos, compuestos fenólicos, glucósidos y alcaloides, presentan propiedades biológicas,

desempeñan funciones ecológicas y presentan diferentes usos y aplicaciones (Ramakrishna y Gokare, 2011 y Ávalos y Pérez-Urria, 2009). A las mezclas que producen diversas plantas (*Eucalipto*, *Ortiga* o *Molle*) se les denomina aceites esenciales, los cuales actúan como bactericidas.

El género ***Eucalyptus*** pertenece a la familia Myrtaceae y contiene aproximadamente 800 especies (Salvatore, et al., 2020), una de estas especies es *Eucalyptus globulus*, el cual es un arbusto de tallos múltiples en sitios expuestos, hasta un árbol forestal de tamaño mediano de hasta 20 m de altura, hasta un árbol forestal muy alto de hasta 70-80 m de altura con una gran copa abierta. La madera es fuerte y moderadamente duradera, y excelente para la fabricación de celulosa y papel; de hecho, los árboles cultivados en plantaciones se utilizan principalmente para madera para pasta. Es una especie de plantación importante en Australia y ha experimentado un éxito sobresaliente como exótica en muchos países, con más de 1 millón de hectáreas de plantaciones establecidas (Invasive Species Compendium, 2021).

Las hojas de las plántulas son opuestas, sésiles, la base sujeta al tallo (amplexicaul), ovadas, 6-12 x 2.5-7 cm, verde azulado, glaucas, fuertemente decoloradas; juvenil opuesto, sésil, amplexicaul, elíptico-ovado, 11-15 x 6-11 cm, verde azulado, glauco, descolorido. Los tallos tanto de las plántulas como de las hojas juveniles son de sección cuadrada, rebordeados y glaucos. Las hojas adultas son pecioladas, falcadas, lanceoladas o estrechas-lanceoladas, 12-25 x 1,7-3 cm, verdes, con un tono similar de verde en las superficies superior e inferior (Invasive Species Compendium, 2021).

La inflorescencia es simple, generalmente de una sola flor (ocasionalmente 3) y axilar. Los estambres suelen ser de color blanco o crema. El pedicelo a veces está ausente o es muy corto y robusto, de hasta 4 mm de largo. Los cogollos miden hasta 1-2,3 x 1,4-2,8 cm, en forma de copa (cornetes) con 4 costillas distintas (a veces más), extremadamente glaucos. La tapa de la yema o el opérculo es aplanada, muy verrugosa con una protuberancia central muy distinta. Las cápsulas acanaladas son sésiles, subglobulares a hemisféricas con 4 nervaduras distintas (a veces más), glaucas en el receptáculo agrandado (hipantio); disco ancho con lóbulos leves; válvulas 4 o 5, más o menos horizontales o ligeramente extraídas. Las cápsulas tienen un anillo de calicina cóncavo distinto (Invasive Species Compendium, 2021).

La mayoría de las especies de eucalipto (*Eucalyptus*) son endémicas de Australia y se plantan como una fuente importante de fibra y aceites esenciales. El aceite esencial derivado de *E. globulus* (aceite de eucalipto) ha dominado el mercado de los aceites ricos en cineol desde la década de 1850 (Invasive Species Compendium, 2021). Tienen funciones ecológicas, así como medicinales e industriales (Salvatore, et al., 2020).

Los estudios que se han realizado respecto a la actividad antimicrobiana presentada por los aceites esenciales, atribuyen esta capacidad a la presencia de terpenoides. Por lo cual se ha planteado que la presencia de terpenoides del tipo fenólico en los aceites esenciales, poseen grandes propiedades antimicrobianas (Castellanos, Hernández y Sandoval, 2019).

El extracto acuoso de la hoja de *Eucalyptus globulus*, contiene metabolitos secundarios como flavonoides y taninos; ambos presentes con una intensidad alta (Juárez, 2018).

La *Schinus Molle*, especie arbórea la cual se le conoce comúnmente con la denominación de Molle, esta especie pertenece al reino Plantae, de la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Sapindales, familia Anacardiaceae y de género *Schinus* (TROUILLAS, 2011).

En las hojas del *Schinus Molle* se puede identificar la presencia de flavonoides tales como; rutina y quercetina, además existe la presencia de pigmentos antocianídicos, ácido gálico, saponinos, taninos, asimismo las hojas contienen aceite esencial conocido como gomoresina oxidasa (0,5 %). Además de glucosa y fructuosa (Orozco, 2013).

La **Ortiga (*Urtica dioica*)**, se distribuye ampliamente en muchas partes del mundo, se considera invasiva debido a su valor molesto incluso dentro de su área de distribución nativa, particularmente en lugares de desechos, especialmente porque sus pelos punzantes pueden causar ronchas dolorosas en la piel humana y posiblemente animal. En algunas circunstancias puede ser muy difícil de erradicar debido a su gran masa de raíces que le permite extenderse vegetativamente una vez que se ha establecido. En algunos países invade y ocupa espacio en los pastizales, donde puede formar parches muy grandes, a menudo mono específicos, y también puede ser una molestia en

áreas urbanas, especialmente en hábitats ricos en nitrógeno (Invasive Species Compendium, 2021).

Todas las subespecies son erectas con sistemas extensos de rizomas o estolones de color amarillo brillante, tallos de hasta 2 m de altura, hojas en pares opuestos, ampliamente ovadas a lanceoladas con bases redondeadas o más o menos cordiformes, márgenes de las hojas dentadas, punta de la hoja aguda o acuminada. Las inflorescencias son axilares, en forma de espiga, de muchas flores, flores pequeñas, verdes y unisexuales. En subsp. Las flores dioicas, pistiladas (femeninas) y estaminadas (masculinas) se encuentran casi siempre en plantas diferentes, pero en la subsp. *gracilis* los dos tipos de flores están en racimos separados en la misma planta. Los frutos son aquenios, minúsculos y ligeros y fáciles de llevar por el viento. Para obtener una descripción detallada de *U. dioica* (Invasive Species Compendium, 2021). Además, los extractos de *Urtica urens L. (Ortiga negra)* contienen concentraciones de metabolitos secundarios tales como; cumarinas, compuestos fenólicos, taninos, flavonoides y aminoácidos (Condori y Velásquez, 2019).

Adicionalmente, para desarrollar el Proyecto de Investigación se tomará en cuenta los estándares de calidad para agua (ECA Agua) en los cuales se expone los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos y/o biológicos presentes en el agua que no representen algún peligro significativo para el ambiente y la salud de los cuerpos receptores (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Estándar de Calidad para Agua**

<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 MI A 35°C	0(*)
E. Coli	UFC/100 MI A 44,5°C	0(*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 MI A 44,5°C	0(*)
<i>Bacterias Heterotróficas</i>	UFC/100 MI A 35°C	500
<i>Hueves y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos</i>	N° org/L	0
Virus	UFC/ml	0

Fuente: MINEM, 2017

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

Los objetivos de la investigación permitió resultados concretos para reducir la contaminación de coliformes totales. Por lo tanto, la investigación es aplicada ya que evalúa con éxito solucionar la problemática planteada.

##### 3.1.2. Diseño y nivel de investigación

En relación al diseño de este proyecto de investigación, fue pre experimental de diseño pre test y post test con un solo grupo (Cook y Campbell, 1986) ya que se realizaron análisis previos al uso de los extractos metanólicos. Este se dividió en 5 etapas, donde se utilizó técnicas y métodos estandarizados en su desarrollo, influyendo en sus instrumentos de recolección de datos y su análisis por ser experimental, también manipula la variable dependiente para obtener los objetivos planteados en la problemática y dar respuesta a las hipótesis.

#### 3.2.- Variables y Operacionalización

##### 3.2.1. Variables

La investigación cuenta con dos variables de acuerdo a su causa, efecto y aporte, las cuales se clasifican en la tabla 2.

**Tabla 2.** Variables de Investigación

<b>Variables de Investigación</b>	<b>Tipo</b>
Coliformes totales del agua de pozo	<b>Variable Dependiente</b>
Metabolitos secundarios de <i>Schinus molle</i> , <i>Eucalyptus</i> y <i>Urtica dioica</i>	<b>Variable Independiente</b>



### **3.2.2. Operacionalización de Variables**

Ver Anexo N° 5 “Matriz de Operacionalización de Variables”

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1.- Población**

La población se conformó por los pozos de agua subterránea que se encuentran en la Provincia Constitucional del Callao, tanto pozos de Sedapal como de empresas privadas que se dedican a este rubro.

#### **3.3.2.- Muestra**

La muestra es el subconjunto de la población escogida de la cual se recolectará los datos, esta debe ser la más ejemplar para así poder lograr resultados óptimos (Barrera, 2000). En la presente investigación La muestra fue el pozo subterráneo de agua del AA. HH. Márquez de la Provincia Constitucional del Callao, el cual fue seleccionado de manera aleatoria.

#### **3.3.3.- Muestreo**

En la presente investigación se realizó un muestreo no probabilístico mediante el criterio de los investigadores. Por consiguiente, el muestreo fue de 80 litros de agua extraída del pozo subterráneo ya que fue representativo para el proceso de reducción de coliformes totales del pozo de agua del AA. HH. Márquez-Callao.

#### **3.2.4.- Unidad de Análisis**

En esta investigación la unidad de análisis utilizado fue de 2 litros por cada tratamiento en diferentes tiempos.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1.- Técnicas utilizadas en la investigación**

Barrera (2000), en la investigación científica para una correcta recolección de información (datos), es necesaria la utilización de técnicas las cuales encaminan y orientan al investigador en los procesos y acciones necesarias que debe realizar para dar una respuesta a las interrogantes surgidas en su investigación.

El desarrollo de la investigación fue experimental, por lo tanto, se usó técnicas de información primaria y secundarias ya que nos permitió formular el problema de la investigación, donde se utilizó métodos estandarizados para obtener los resultados que van a dar respuesta a los objetivos planteados, usando fundamentalmente la observación en todo el proceso del tratamiento.

### 3.4.2.- Instrumentos de recolección de datos

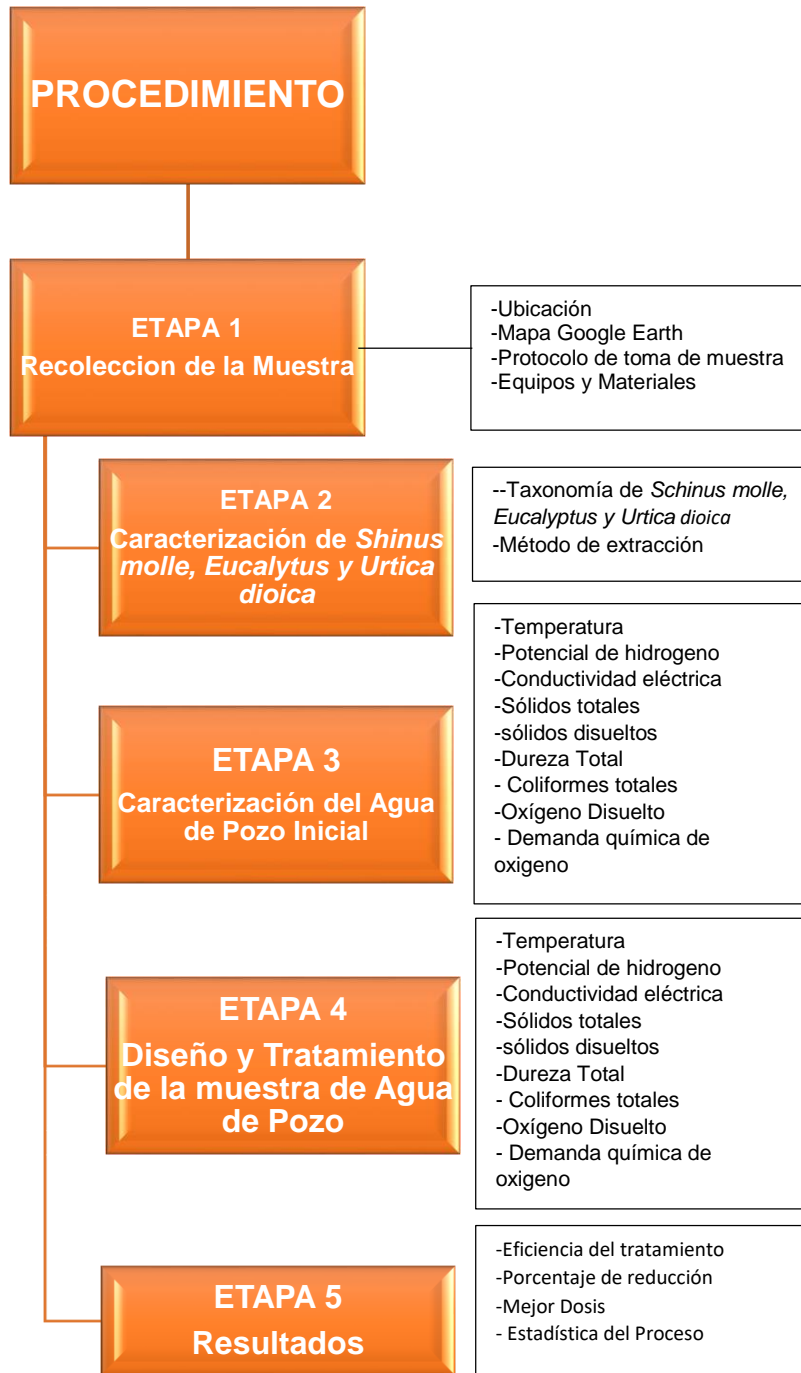
Los instrumentos de recolección de datos tuvieron como objetivo dar respuesta a las hipótesis planteadas, las cuales estuvieron relacionadas a las etapas del procedimiento de investigación planteada, como se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3.** *Técnica e Instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha Técnica N°1 Hoja de Ubicación de la muestra.
Observación	Ficha Técnica N°2 Hoja de caracterización del agua de pozo antes y después del proceso.
Observación	Ficha Técnica N°3 Hoja de caracterización de las plantas <i>Schinus molle</i> , <i>Eucalyptus</i> y <i>Urtica dioica</i> .
Observación	Ficha Técnica N°5 Hoja de eficiencia del tratamiento y reducción de coliformes totales, y resultados estadísticos.

### 3.5. Procedimientos

El desarrollo de investigación fue realizado en 5 etapas que en cada uno de ellos se detalla la forma teórica y aplicativa del proceso para obtener los resultados cuantitativos los que serán detallados en la siguiente *Figura 1*.



**Figura 1. Proceso**

### 3.5.1 Etapa 1 (Recolección de la Muestra)

1. La localización del punto de recolección de la muestra de agua se determinó en base a los criterios establecido en la (RD 160-2015/DIGESA), esta normativa señala que existen 3 criterios. Se consideró el criterio “Puntos Fijos- A la salida de la infraestructura de almacenamiento (reservorio)”, debido a que en el punto de muestreo identificado no existía un accesorio de salida (grifo o válvula) para la toma de muestra, por lo cual se tuvo que ubicar una vivienda cercana que se abastece del reservorio. Ubicado el punto de muestreo se procedió a tomar las coordenadas universales del lugar de donde se obtendría la muestra de agua de pozo las cuales se observan en la *Tabla 4*.

**Tabla 4.** Ubicación del Punto de Muestreo

Ubicación del Punto de Muestreo	
Localidad	AA. HH Márquez
Distrito	Ventanilla
Provincia	Callao
Departamento	Callao
Coordenadas UTM (WGS84)	X= 267580.24, Y= 8678705.85, Z=18



**Figura 2.** Punto de Muestreo

2. Para la toma de muestra de agua de pozo, se empleó como guía el “Protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” (RD 160-2015/DIGESA). La muestra obtenida se trasladó al Laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L (**Ver Anexo 1**)



**Figura 3.** Toma de muestra



**Figura 4.** Toma de muestra



**Figura 5.** Rotulación de muestra

### 3.5.2 Etapa 2 (Caracterización de *Schinus molle*, *Eucalyptus* y *Urtica dioica*)

La caracterización de las especies vegetales en base al tamaño, edad, tipo de flor y taxonomía se observan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Caracterización de las plantas *Schinus Molle*, *Eucalyptus* y *Urtica Dioica*

Planta	Tamaño	Edad	Tipo de flor	Taxonomía
Molle	4,5 m	5 años	Flor abierta	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Eucalipto	7 m	3-5 años	Flor con simetría radial	<i>Eucalyptus globulus</i>
Ortiga	45 cm	5 meses	Inflorescencia-Espiga	<i>Urtica dioica</i>

#### ➤ Recolección de las plantas

1.- Las hojas recolectadas de eucalipto (*Eucalyptus*), molle y ortiga fueron llevadas al laboratorio, para ser seleccionadas, lavadas, cortadas y almacenadas en baldes y refrigeradas hasta el día de su uso, tal como se observa en la figura 7, 6, 8, 9.



**Figura 7.** Hojas de Eucalipto



**Figura 6.** Planta de Eucalipto



**Figura 8.** Hojas de Molle



**Figura 9.** Planta de Molle

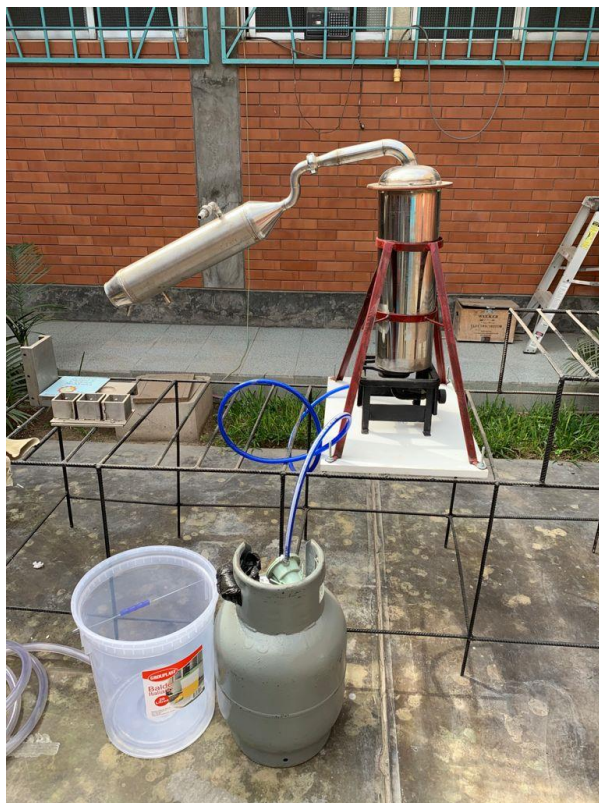


➤ **Armado del Sistema Extractor de Metabolitos**

**Materiales**

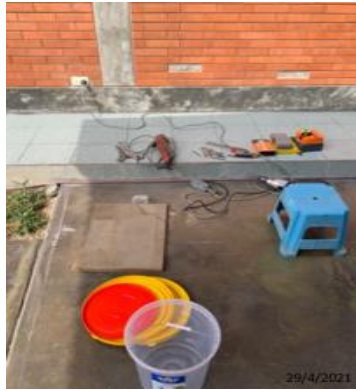
- Reactor por arrastre de vapor
- Bomba de Inmersión
- Maguara de silicona (7 metros)
- Balde de 20 L (2 u)
- Balde de 10 L (1 u)

1.- Para la instalación del equipo extractor, se procede a colocar una cocina de una hornilla debajo del reactor, el cual es sostenido por un soporte de 4 patas, los cuales están atornillados a un tablero. El tablero actúa como base del sistema extractor. Este tablero se monta sobre una estructura metálica en forma de escalera de 4 niveles. El tablero se cola en el primer nivel el cual está a 60 cm del suelo (Figura 10)



**Figura 10.** Reactor de extracción de metabolitos

2.-Para instalar el sistema de enfriamiento se procedió a realizar una perforación en el balde de 20 L con la ayuda de un taladro, para poder instalar una válvula de salida, después de ello se colocó el balde de 20 L con válvula de salida en el piso 4 de la estructura metálica, así mismo se colocó un balde de 10 L en el piso N°1 de la estructura metálica y se coloca un recipiente plástico de 40 litros en el suelo (Figura 12,13).



**Figura 12.** Perforación del balde

**Figura 11.** Armado de balde

3.- Después de instalar los baldes en la escalera metálica, se conectó una manguera de silicona de 3 m en la válvula de salida del balde de 20 litros y en la entrada de agua del refrigerante, de igual modo se conectó otra manguera de 3 m en la conexión de descarga de la bomba de inmersión y la salida de la manguera se colocó en la parte superior del balde de 20 litros con válvula de salida, finalmente se conecta otra manguera de 1 m en la salida del refrigerante y la salida de la manguera se coloca en la parte superior del balde de 40 litros (Figura 13).



**Figura 13.** Sistema de extracción de metabolitos



### 3.5.3 Etapa 3 (Caracterización Inicial del Agua de Pozo)

Para realizar la caracterización inicial del agua, se procedió a medir los parámetros físicos, químicos y biológicos pertinentes los cuales nos indicaron como se encuentra el agua de pozo del AA.HH. Marqués- Callao (ver apartado 4.1).

#### ➤ **Temperatura**

Se realizó en el equipo multiparámetro el cual contaba con la calibración por una empresa acreditada por INCAL, para realizar las mediciones se tomó como primer paso calibrar los electrodos con buffer HANNA, el parámetro de temperatura es muy importante por la forma que se relaciona con el oxígeno disuelto, pH.

#### ➤ **OXIGENO DISUELTO (OD) (Método Winkler) (mgO<sub>2</sub>/L)**

El oxígeno disuelto es el que nos sirve como un indicador de la calidad del agua, para realizarlo en el laboratorio se utilizó un frasco Winkler, donde se toma la muestra con la boca hacia abajo con la finalidad de no alterar la muestra si esta tomara algunas burbujas, luego se agrega los reactivos que atrapan al oxígeno con la finalidad de poder titularlo con tiosulfato de sodio donde se estandariza para poder realizar sus cálculos de obtención del oxígeno, y junto a este se toma un indicador que es el almidón que cuando termina la titulación este pasa de un color azul noche a incoloro.

Formula 1: (Oxígeno Disuelto) (Método Winkler)

$$O. D. (mgO_2 /L) = \frac{Vol. gast \times N \times 8000 \times Vol. w}{Vol. m \times (Vol. w - 2)}$$

**Dónde:**

**O.D.:** Oxígeno Disuelto

**Vol. gast:** Volumen gastado de Tiosulfato de Sodio 0.025N

**N:** Normalidad del Tiosulfato de Sodio 0.025N

**Vol. w:** Volumen de frasco Winkler

**Vol. m:** Volumen de muestra

➤ **DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)( mgO<sub>2</sub> /L)**

En este método se observa la cantidad de **oxígeno** requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Esta se desarrolla por el método del dicromato de potasio, el cual es colocado en un reactor que llega a 100 °C para su digestión donde atrapa el oxígeno en su totalidad.

Formula 2: (Demanda Química del Oxígeno) (Método del Dicromato)

$$D. Q. O. (mgO_2 /L) = \frac{(\text{Vol. gast. Blanco} - \text{Vol. gast. Muestra}) \times N \times 8000}{\text{Vol. m.}}$$

**Donde:**

**Vol. gast. Blanco:** Volumen gastado en el blanco

**Vol. gast. Muestra:** Volumen gastado en la muestra

**N:** Normalidad del sulfato ferroso amoniacal 0.25N

**Vol. m.:** Volumen de la muestra

➤ **Demanda bioquímica del Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (MÉTODO: APHA/Standard Methods for the Examination of Wastewater. 23<sup>nd</sup> edition. 5220D) / Método Winkler - Incubación y Titulación**

Formula 3: (Demanda Bioquímica del Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)) (Método Winkler)

$$DBO_5 mgO_2/l = \frac{OD_{inicial} - OD_{final}}{\% \text{ Dilución}}$$

**Dónde:**

**OD<sub>inicial</sub>:** Oxígeno Disuelto Inicial

**OD<sub>final</sub>:** Oxígeno Disuelto Final

➤ **Análisis Microbiológico (Coliformes Totales)**

- Formula 4 (Recuento con cuenta Colonias)

$$\text{No. Colonias} = (CA + CM + CB/3) * 65$$

- Fórmula 5 (Obtención de Resultados)

$$\text{UFC/ml ó UFC/g} = \frac{\text{No. de colonias por placa} * \text{el factor de dilución}}{\text{ml de la muestra sembrada}}$$

Nota: factor de dilución inversa de la dilución

➤ **Sólidos Totales (ST mg/l)**

Para realizar este parámetro físico, se debe agitar la muestra y tomar un volumen de 100 mililitros llevarlo a evaporación por 3 horas luego llevarlo a una estufa a 105 °C por 60 minutos se enfría y se pesa en la balanza analítica, obteniéndose su resultado.

- Fórmula 6 :

$$ST = \frac{(A - B) * 1000}{V_L}$$

➤ **Sólidos Disueltos (SD mg/l)**

A diferencia de los sólidos totales esta muestra es tomada después de realizar la filtración de la muestra con filtro Whatman 40 para colocarlo a evaporar, además de pesar y enfriar, para que así obtengamos los resultados esperados.

- Fórmula 7:

$$SD = \frac{(A - B) * 1000}{V_L}$$

➤ **Dureza Total (CaCO3 mg/L)**

La dureza es importante porque tiene una relación con la temperatura, conductividad eléctrica, un agua dura tiene presencia de magnesio y calcio, de acuerdo al análisis realizado esta agua de pozo tiene dureza.

- Fórmula 8:

$$\text{Dureza Total CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{(A - B) * C * 1000}{D}$$

**Dónde:**

**A:** son los mL de EDTA gastados en la titulación en la muestra

**B:** son los mL de EDTA gastados en la titulación en el blanco (si fue utilizado)

**C:** son los mg de CaCO<sub>3</sub> equivalentes a 1 mL de EDTA

**D:** son los mL de muestra

**NOTA:** Expresar la dureza total como mg/L CaCO<sub>3</sub> con la precisión correspondiente.



**Figura 14.** Caracterización inicial del Agua de pozo



**Figura 15.** Esterilización de materiales



**Figura 16.** Materiales Esterilizados

### 3.5.4 Etapa 4 (Diseño y Tratamiento de la muestra de Agua de Pozo)

#### ➤ Armado del Sistema de Tratamiento

##### **Materiales**

- Bomba de Inmersión
- 7 metros de maguara de silicona
- 1 Balde de 25 L
- 4 Baldes de 20 L

1. Se rotuló los 4 baldes de 20L con las fases correspondientes (Tanque Primario, Tanque de Oxidación, Tanque de Homogenización y Tanque de sedimentación). Cada tanque conto con un conducto de salida, tal come se puede observar en la figura N° 17.

2. Se contó con una estructura metálica de escalera de 3 metros de largo, 1 metros de alto, 1 metros de ancho de 4 niveles, el primer nivel se encuentra a 1 metro del suelo, el segundo nivel a 1.30 m, el tercer nivel a 2 metros, el tercero a 2.30 metros y el cuarto nivel a 3 metros.

3. El tanque primario se instaló en la estructura metálica a 3 metros del suelo, en este tanque se cargó la muestra contaminada con coliformes.

4. El tanque de oxidación instalado en el tercer nivel de la estructura metálica y estuvo conectado a un sistema de aireación por intermedio de una compresora.

5. El tanque de homogenización instalado en el segundo nivel de la estructura metálica y contó con un homogeneizador



**Figura 17.** Sistema de Tratamiento por Fases

➤ **Proceso: Sistema de Tratamiento**

**Materiales**

- 21 Balde para unidad muestral de 2 L
- Probeta de 1000 mL
- Jarra de 500 mL
- Temporizador
- Rotulador
- Metabolitos secundarios de:
  - *Eucalyptus*
  - *Ortiga*
  - *Schinus Molle*

1. Se rotuló los baldes de unidad muestral, cada uno teniendo en cuenta códigos establecidos para el correspondiente tratamiento con cada tiempo y dosis respectiva, los cuales se aprecian en la Tabla 6 y Figura 18.

**Tabla 6.** Codificación de Muestras

Código de muestras con Metabolitos de <i>Eucalyptus</i>	Código de muestras con Metabolitos de <i>Ortiga</i>	Código de muestras con Metabolitos de <i>Schinus Molle</i>
ET1 (10'-1200)	OT1 (10'-1200)	MT1 (10'-1200)
ET2 (20'-1200)	OT2 (20'-1200)	MT2 (20'-1200)
ET3 (30'-1200)	OT3 (30'-1200)	MT3 (30'-1200)
ET4 (40'-1200)	OT4 (40'-1200)	MT4 (40'-1200)
ET5 (50'-1200)	OT5 (50'-1200)	MT5 (50'-1200)
ET6 (60'-1200)	OT6 (60'-1200)	MT6 (60'-1200)



**Figura 18.** Baldes de unidad muestral codificados

2. Se determinó los tiempos que se aplicaron a cada fase del tratamiento (Tabla 7).

**Tabla 7.** Tiempo de Fases del Tratamiento

Código	FASES DEL TRATAMIENTO			MINUTOS TOTALES (min)
	TANQUE DE OXIDACIÓN	TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	
MT1 (10'-1200)	4	4	2	10
MT2 (20'-1200)	9	9	2	20
MT3 (30'-1200)	14	14	2	30
MT4 (40'-1200)	19	19	2	40
MT5 (50'-1200)	24	24	2	50
MT6 (60'-1200)	29	29	2	60



3. Seguidamente, se tomó una muestra inicial de 20L de agua de pozo, la cual fue añadida al Tanque primario (Figura 19 y 20).



**Figura 19.** Tanque Primario



**Figura 20.** Enrase de agua de pozo

4. Se añadió la dosis de 3750ml de metabolitos secundarios de Eucalyptus (Figura 21) al tanque de Oxidación (Figura 22). Posteriormente se abrió la llave, dejando pasar la muestra de agua de pozo del tanque primario al tanque de oxidación, donde se quedaría 4 minutos aireándose según lo determinado en la Tabla N. 6



**Figura 22.** Tanque de Oxidación



**Figura 21.** Recolección de Metabolitos

5. Seguidamente, al pasar los 4 minutos en la fase de oxidación se abrió la llave para dejar pasar la muestra al tanque de homogenización, dejándolo 4 minutos en dicha fase en la cual una paleta giratoria se encarga de homogenizar la muestra (Figura 23).





**Figura 23.** Tanque de Homogenización

6. Después, al término de los 4 minutos de homogenización, se abre la llave para dejar pasar la muestra al último tanque de sedimentación, en el cual la muestra se quedará 2 minutos para seguidamente tomar de ella 2 L y seguidamente analizar sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en el laboratorio (Figura 24).



**Figura 24.** Recepción de Agua de Pozo tratada por metabolitos secundarios

**NOTA:** Este proceso se volvió realizar mediante los diferentes tiempos determinados en la Tabla N. 6

### **3.6. Método de análisis de datos**

El desarrollo de la investigación los resultados obtenidos van a ser procesados utilizando la estadística inferencial y se empleará el uso de los softwares: Excel, SPSS y MINITAB para el análisis estadístico.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación cumplirá con el código de ética de la Universidad César Vallejo, en el cual se menciona que la Universidad fomenta buenas prácticas científicas, de la misma manera procura impulsar la integridad científica consiguiendo que dichas investigaciones cumplan los estándares de rigor científico, y sobre todo la honestidad.

Además, con respecto a las muestras tomadas del agua de pozo, estas son utilizadas para la implementación de una investigación, y no para otros medios. Es por ello que se tendrá en cuenta el uso de información de fuentes confiables las cuales permitan garantizar el desarrollo de un trabajo de investigación.

Por consiguiente, para desarrollo de la presente investigación nos comprometimos a tomar el recurso agua de manera eficiente, respetando la naturaleza, para posteriormente realizar la aplicación de los extractos de metabolitos secundarios a fin de determinar la eficiencia de inactivación de coliformes.

Finalmente, se utilizó el software Turnitin, el cual permite detectar mediante un reporte las similitudes, las cuales deben contar con un máximo de 25%.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Resultados de la Caracterización Inicial de Muestra de Agua de Pozo

Se determinó el nivel de los parámetros fisicoquímicos que presentó la muestra de agua de pozo antes de ser sometida a los tratamientos con metabolitos secundarios. En la *Tabla 8*. Se muestra que el pH se encontraba muy cerca de la neutralidad, además, se encontraba dentro del rango de los límites máximos permisibles. Con respecto a la conductividad eléctrica, se observó que también cumple con el rango de LMP establecidos. Sin embargo, la turbidez, es el parámetro que no cumple con los LMP.

**Tabla 8.** *Parámetros Físico-Químicos Inicial de la Muestra*

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (pH) Acido/base	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox mv	Turbidez NTU
CI - MP	22.2	8.32	595	-307	41.4

CI – MP: Caracterización Inicial de Agua de Pozo (Método Potenciómetro)

En la *Tabla 9*. Se presentan los resultados de la determinación del oxígeno disuelto inicial para la cual se utilizó el método de la titulación de Winkler, el cual permite la determinación a través de una secuencia de reacciones de oxidación-reducción.

**Tabla 9.** *Resultados del oxígeno disuelto Inicial*

Código	Vol. del Winkler (ml)	Volumen de la muestra (ml)	Vol. gastado del Tiosulfato de sodio (ml)	Normalidad del tiosulfato de sodio	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)
ODI	300	100	3.3	0.022	5.9

ODI: Oxígeno Disuelto Inicial

En la *Tabla 10*. Se exhiben los resultados de la determinación indirecta de materia orgánica de la muestra inicial de agua de pozo (DQO), para el cual se utilizó el método de titulación, empleando oxidante el dicromato de potasio y como agente reductor el sulfato de amonio ferroso (SFA).

**Tabla 10.** Resultados de la demanda química de Oxígeno Inicial

Código	Volumen gastado en la muestra (ml)	Vol. gastado en el blanco (ml)	Normalidad del SFA	Volumen de la muestra (ml)	Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /l)
DQO-I	2.9	3	0.25	3	66.7

**DQO-I:** Demanda Química del Oxígeno Inicial

Con respecto a la caracterización inicial de carga orgánica total en 5 día, en el cual se utilizó el Tio. Sulfato, los resultados de oxígeno disuelto inicial en mgO<sub>2</sub>/L se pueden apreciar en la *Tabla 11*.

**Tabla 11.** Oxígeno disuelto inicial (c/agua de dilución DBO<sub>5</sub>)

Código	Vol. gast.en la muestra (ml)	Vol. de la muestra (ml)	Normalidad del Tio. Sulfato	Vol. frasco Winkler (ml)	Oxígeno Disuelto inicial mgO <sub>2</sub> /L
CI-COT	4.3	100	0.02232	300	7.7

**CI-COT:** Caracterización inicial de carga orgánica total en 5 días

En relación a la caracterización final de carga orgánica en 5 días para la determinación del oxígeno disuelto final, se logró apreciar la reducción de carga orgánica la cual se muestra en la *Tabla 12*.

**Tabla 12. Oxígeno disuelto final**

Código	Vol. gast.en la muestra ml	Vol. de la muestra MI	Normalidad del tio. Sulfa	Vol. frasco wincler ml	Oxígeno Disuelto Final mgO <sub>2</sub> /L
CF - COT	0.9	100	0.025	300	1.81

**CF-COT:** Caracterización Final de carga orgánica total en 5 días

Para la obtención del DBO5 se incubó la muestra de agua de pozo por 5 días a 20°C en la oscuridad, donde se pudo determinar la disminución de la concentración de oxígeno disuelto (OD) por el método Winkler. Asimismo, durante el periodo de incubación, se produjo el resultado de la medida de la DBO el cual se muestra en la *Tabla 13*.

**Tabla 13. Obtención del DBO5 inicial**

Código	Oxígeno disuelto inicial	Oxígeno disuelto final	% dilución	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L
CI-DBO	7.7	1.81	30	19.63

CI-DBO: Caracterización Inicial de la Demanda Bioquímica del agua de pozo

En la *Tabla 14*. Se muestra un resumen de los resultados de los parámetros orgánicos iniciales de la muestra de agua de pozo.

**Tabla 14. Parámetros orgánicos inicial de la muestra**

Muestra	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)
CI – MP	5.9	66.7	19.63

CI – MP: Caracterización Inicial de Agua de Pozo (Método Winkler) (Método del Dicromato) (Método de Dilución seriada)

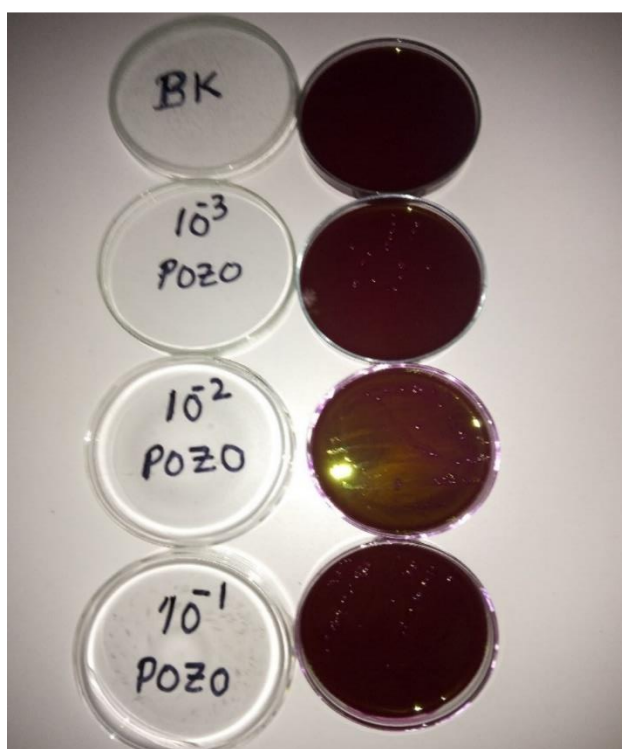
Para la determinación de coliformes totales, para la cual se utilizó el Método filtración por membrana NTP – INACAL, que consiste en el crecimiento, identificación y recuento de colonias de los microorganismos que fueron retenidos en la superficie del filtro. En la *Tabla 15* y *Figura 25* se visualizan los resultados obtenidos. Se logró identificar que los valores de coliformes totales (UFC/100mL) de la muestra de agua de pozo sobrepasaban los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 15.** Resultados de coliformes totales

Código	Carga alta Cantidad	Carga media cantidad	Carga baja cantidad	Coliformes Totales UFC/100 mL
CT -10 <sup>-1</sup>	8	3	2	28.2
CT-10 <sup>-2</sup>	11	8	1	277.3
CT-10 <sup>-3</sup>	17	9	5	6716

CT-I: Coliformes totales inicial

De acuerdo al método de filtración por membrana, los valores representativos van de 0-300 y se puede observar en la *Figura 25* que las muestras de los códigos CT -10<sup>-1</sup> y CT-10<sup>-2</sup> se encuentran en el rango de prueba aceptable.



**Figura 25.** Análisis Microbiológico en Placas Petri

Para la determinación de parámetros físicos de la muestra de agua de pozo, tales como los sólidos totales disueltos se utilizó el método gravimétrico el cual consistió en la retención de las partículas sólidas en el filtro. Los resultados obtenidos de los sólidos totales disueltos se pueden apreciar en la *Tabla 16*. De la misma manera, se puede afirmar que no exceden los LMP establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 16.** *Sólidos totales inicial del agua de pozo*

Código	Peso del vaso seco gr	Peso del vaso + muestra seca	Volumen de la muestra ml	ST mg/L
CI-AP	103.8128	100	103.8627	499

CI-AP: Caracterización Inicial del Agua de Pozo

En la *Tabla 17* se puede observar el valor obtenido de los sólidos disueltos iniciales, el cual también fue determinado por el método gravimétrico.

**Tabla 17.** *Sólidos disueltos iniciales del agua de pozo*

Código	Peso del vaso seco gr	Peso del vaso + muestra seca	Volumen de la muestra ml	SD mg/L
CI-AP	104.0565	104.1038	100	473

CI-AP: Caracterización Inicial del Agua de Pozo

En la *Tabla 18* se muestran el resumen de los valores obtenidos experimentalmente para cada uno de los parámetros físicos de la muestra inicial de agua de pozo por el método gravimétrico antes del tratamiento.

**Tabla 18. Parámetros Físicos iniciales (método Gravimétrico)**

Código	Sólidos Totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Volumen de la muestra ml	SST mg/L
CI-AP	499	473	100	26

Para la determinación de la dureza total inicial, donde se empleó EDTA en la muestra de agua de pozo además de una solución amortiguadora de amonio, se logró determinar que el valor obtenido el cual se observa en la *Tabla 19*, se encontraba dentro de los valores establecidos de los LMP establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 19. Dureza total Inicial**

Código	Vol. gast. En la muestra MI	Volumen gastado en el blanco ml	Vol. de la muestra ml	Dureza total CaCO <sub>3</sub> (mg/L)
DT-I	6.6	0	25	264

DT-I: Dureza total Inicial del agua de pozo



## 4.2. Resultados del Tratamiento con Metabolitos secundarios de *Eucalyptus*, *Schinus Molle* y *Utica Dioica*

### 4.2.1. Resultados del Tratamiento de la muestra de Agua de pozo con metabolitos secundarios de Eucalipto (*Eucalyptus*)

El tratamiento fue realizado después de haber determinado las dosis de los metabolitos secundarios en la reducción de coliformes totales donde se observó que la dosis del 15% fue más óptima que la de 10% ya que reducía en mayor cantidad la presencia de coliformes. Es por ello que se procedió a realizar el tratamiento con la dosis de 15% utilizando 6 tiempos en cada uno de ellos para determinar cuál de todos los tiempos sería el más eficiente en reducir la carga biológica gran negativa. En la *tabla 20* se pueden observar los parámetros fisicoquímicos obtenidos experimentalmente, teniendo a los parámetros de pH y conductividad eléctrica dentro de los valores aceptados por los LMP establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 20.** Parámetros físicos-químicos con Metabolitos de Eucalipto al 15%

Muestra Eucalipto al 15% en diversos tiempos (minutos)	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad electrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
ET1 (15%-10)	20.2	6.5	875	-123
ET2 (15%- 20)	20.4	7.50	706	-145
ET3 (15%- 30)	20.3	7.72	695	-150
ET4 (15%- 40)	20.2	7.86	688	-162
ET5 (15%- 50')	20.3	8.5	686	-160
ET6 (15%- 60)	20.1	8.4	667	-158

Nota: ET1 (%- Minutos): Tratamiento con metabolitos secundarios de eucalipto con un porcentaje de dosis en un tiempo determinado.

En la *Tabla 21* se puede observar los valores obtenidos de sólidos totales disueltos en la muestra de agua de pozo tratada utilizando los metabolitos secundarios de eucalipto.

**Tabla 21.** *Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Eucalipto*

Muestra Eucalipto al 15% en diversos tiempos (minutos)	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Disueltos mg/L
ET1 (15%-10)	102.9337	100	102.9923	586
ET2 (15%- 20)	104.0583	100	104.1167	584
ET3 (15%- 30)	100.9756	100	101.0296	540
ET4 (15%- 40)	98.9184	100	98.9707	523
ET5 (15%- 50')	98.3896	100	98.4412	516
ET6 (15%- 60)	99.2909	100	99.3422	513

En la *Tabla 22* se presenta los resultados de los sólidos totales de la muestra tratada con metabolitos secundarios de eucalipto al 15% en el cual se puede observar un aumento de sólidos totales con respecto a la *Tabla 16* en la cual se muestra un valor inicial de sólidos totales de 499 mg/L en la muestra de agua de pozo sin tratar.

**Tabla 22.** *Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Eucalipto*

Muestra Eucalipto	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Totales mg/L
ET1 (15%-10)	98.9754	100	99.0435	681
ET2 (15%- 20)	97.4267	100	97.4884	617
ET3 (15%- 30)	98.2167	100	98.2743	576
ET4 (15%- 40)	96.8739	100	96.9298	559
ET5 (15%- 50')	100.4833	100	100.5371	538
ET6 (15%- 60)	96.3393	100	96.3918	525

Con respecto a los sólidos suspendidos totales los cuales se presentan en la *Tabla 23*, después del tratamiento con metabolitos secundarios de

eucalipto al 15% se logró observar que en el tiempo de 60 minutos (ET6 (15%- 60) se obtuvo un menor valor de SST con respecto a los iniciales los cuales se presentan en la *Tabla 18*

**Tabla 23.** *Parámetros físicos de la muestra con Metabolito de Eucalipto*

Muestra Eucalipto	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
ET1 (15%-10)	681	586	95	39.1
ET2 (15%- 20)	617	584	33	34.0
ET3 (15%- 30)	576	540	35	37.2
ET4 (15%- 40)	559	523	36	37.8
ET5 (15%- 50')	538	516	22	28.0
ET6 (15%- 60)	525	513	12	20.2

En relación a los parámetros biológicos después del tratamiento con metabolitos secundarios de Eucalipto los cuales se aprecian en la *Tabla 24* se observa un aumento en los parámetros comparados con la muestra inicial de la muestra de agua de pozo (*Tabla 14*).

**Tabla 24.** *Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Eucalipto*

Muestra Eucalipto	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxígeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
ET1 (15%-10)	5.9988	133.34	31.34	268
ET2 (15%- 20)	6.7813	126.67	31.26	264
ET3 (15%- 30)	6.8682	120.00	32.00	260
ET4 (15%- 40)	6.9551	113.34	32.26	256
ET5 (15%- 50')	7.3029	106.67	32.80	252
ET6 (15%- 60)	7.4768	100.00	33.06	248

En consideración al análisis microbiológico, se realizó la experimentación con dosis de 10% de metabolitos secundarios (*Tabla 25*) y dosis de 15% (*Tabla 26*) en las cuales se puede afirmar por los resultados obtenidos,

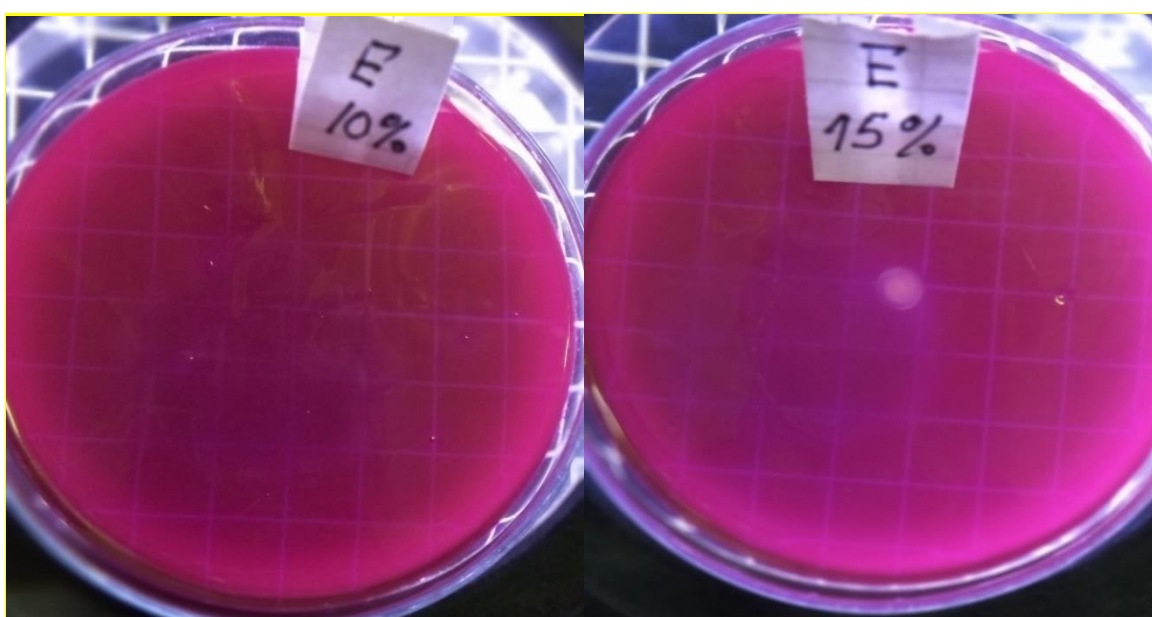
que la dosis de 15% de metabolitos secundarios elimina mayor cantidad de coliformes totales de la muestra de agua de pozo.

**Tabla 25.** Análisis microbiológico al 10%  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Muestra Eucalipto	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
ET1 (10%-10)	10	28.2
ET2 (10%- 20)	10	28.2
ET3 (10%- 30)	8	28.2
ET4 (10%- 40)	6	28.2
ET5 (10%- 50')	2	28.2
ET6 (10%- 60)	2	28.2

**Tabla 26.** Análisis microbiológico al 15%  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Muestra Eucalipto	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
ET1 (15%-10)	3	28.2
ET2 (15%- 20)	3	28.2
ET3 (15%- 30)	2	28.2
ET4 (15%- 40)	2	28.2
ET5 (15%- 50')	1	28.2
ET6 (15%- 60)	1	28.2



**Figura 26.** Análisis microbiológico UFC/100ml al 10% y 15%

En la *Figura 26*, se observa la presencia de coliformes al 10% de dosis de metabolitos secundarios de eucalipto en un tiempo de 60 minutos (ET6 (10%- 60')) un valor de en total 2 UFC/100 ml. Sin embargo, con la dosis de 15% se muestra la reducción a 1UFC/100 ml siendo más óptima si es comparada con el valor de la dosis de 10% de metabolitos y la inicial de 28.2 UFC/100 ml.

#### 4.2.2. Resultados del Tratamiento de la muestra de agua de pozo con metabolitos secundarios de Molle (Schinus Molle)

El tratamiento realizado con la dosis de 15% de metabolitos secundarios de molle (Schinus Molle) utilizando 6 tiempos para precisar en que tiempo del tratamiento existe una mayor remoción de coliformes totales en la muestra de agua de pozo. En la *tabla 27* se pueden observar los parámetros fisicoquímicos obtenidos experimentalmente con dichos metabolitos, observando que todos los valores obtenidos en la experimentación se encuentran en el rango aceptado de LMP establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 27.** Parámetros físicos-químicos del Metabolito Molle (Método Potenciométrico)

Muestra Molle	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
MT1 (15%-10)	20.0	7.32	626	-113
MT2 (15%- 20)	20.1	7.88	619	-121
MT3 (15%- 30)	20.3	8.29	611	-231
MT4 (15%- 40)	20.3	8.42	616	-245
MT5 (15%- 50')	20.3	7.43	606	-110
MT6 (15%- 60)	20.0	8.42	620	-245

En la *Tabla 28* se puede apreciar los valores obtenidos de sólidos totales disueltos en la muestra de agua de pozo tratada utilizando los metabolitos secundarios de molle mostrándose una pequeña diferencia con respecto a la los SD de la muestra de agua de pozo con metabolitos secundarios de Eucalipto.

**Tabla 28.** Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Molle

Muestra Molle	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Disueltos mg/L
MT1 (15%-10)	103.8153	100	103.8668	515
MT2 (15%- 20)	103.0769	100	103.1251	482
MT3 (15%- 30)	101.8749	100	101.9207	458
MT4 (15%- 40)	100.5286	100	100.5732	446
MT5 (15%- 50')	94.5832	100	94.6260	428
MT6 (15%- 60)	117.4474	100	117.4818	344

En la *Tabla 29* se presenta los resultados de los sólidos totales (mg/L) de la muestra tratada con metabolitos secundarios de molle al 15% en el cual se puede observar una ligera variación de sólidos totales con respecto a la *Tabla 22*.

**Tabla 29.** Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Molle

Muestra Molle	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Totales mg/L
MT1 (15%-10)	102.8336	100	102.8901	565
MT2 (15%- 20)	101.0230	100	101.0748	518
MT3 (15%- 30)	100.8663	100	100.9156	493
MT4 (15%- 40)	110.2979	100	110.3470	491
MT5 (15%- 50')	107.3608	100	107.4092	484
MT6 (15%- 60)	101.0230	100	101.0711	481

En relación a los sólidos suspendidos totales los cuales se presentan en la *Tabla 30*, después del tratamiento con metabolitos secundarios de molle al 15% se logró observar que en el tiempo de 20 minutos (MT2 (15%- 20) se encuentra el valor con menos cantidad de SST con un valor de 36 mg/L, en cambio en el tratamiento con metabolitos secundarios de

eucalipto el menos valor se puede observar en el tiempo de 60 minutos (ET6 (15%- 60) teniendo un valor de 12 mg/L

**Tabla 30. Sólidos Suspendidos Totales de la muestra con Metabolito de Molle**

Muestra Molle	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
MT1 (15%-10)	565	515	50	34.3
MT2 (15%- 20)	518	482	36	33.2
MT3 (15%- 30)	493	458	35	32.3
MT4 (15%- 40)	491	446	45	40.8
MT5 (15%- 50')	484	428	56	48.8
MT6 (15%- 60)	481	344	37	55.3

Con respecto a los parámetros biológicos después del tratamiento con metabolitos secundarios de Molle los cuales se pueden observar en la *Tabla 31*, se puede identificar un aumento en los parámetros biológicos comparados con la muestra inicial de agua de pozo (*Tabla 14*).

**Tabla 31. Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Molle**

Muestra Molle	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxígeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
MT1 (15%-10)	6.0858	129.01	27.80	272
MT2 (15%- 20)	7.1290	122.56	24.40	268
MT3 (15%- 30)	7.2159	116.112	25.00	266
MT4 (15%- 40)	7.3029	109.66	25.53	264
MT5 (15%- 50')	7.3898	103.21	26.00	262
MT6 (15%- 60)	7.4768	96.76	26.20	260

Con relación al análisis microbiológico, se realizó la experimentación con dosis de 10% de metabolitos secundarios (*Tabla 32*) y dosis de 15% (*Tabla 33*) en las cuales se puede aseverar por los resultados alcanzados, que la dosis de 15% de metabolitos secundarios de Molle remueve mayor cantidad de coliformes totales de la muestra de agua de pozo.

**Tabla 32.** Análisis microbiológico al 10% con Molle  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

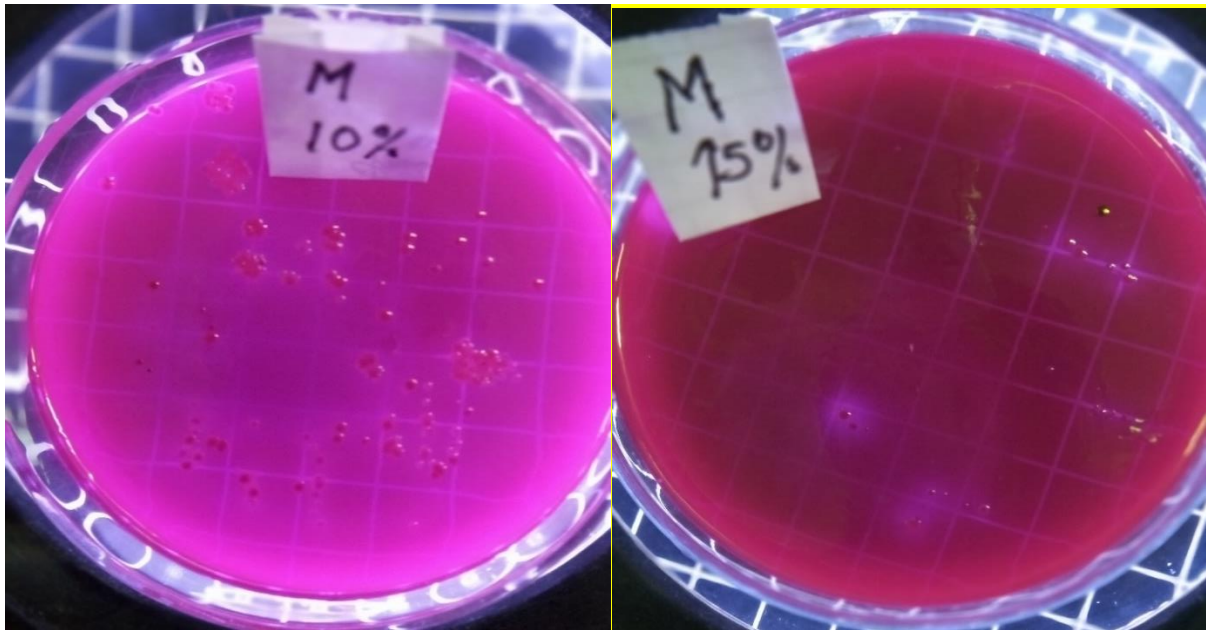
Muestra Molle	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
MT1 (10%-10)	11	28.2
MT2 (10%- 20)	9	28.2
MT3 (10%- 30)	7	28.2
MT4 (10%- 40)	7	28.2
MT5 (10%- 50')	7	28.2
MT6 (10%- 60)	6	28.2

**Tabla 33.** Análisis microbiológico al 15% con Molle  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Muestra Molle	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
MT1 (15%-10')	8	28.2
MT2 (15%- 20')	7	28.2
MT3 (15%- 30')	5	28.2
MT4 (15%- 40')	5	28.2
MT5 (15%- 50')	5	28.2
MT6 (15%- 60')	4	28.2

En la *Figura 27* se puede observar el sembrado en placa Petri del tratamiento de agua de pozo con metabolitos secundarios de Molle, en la cual se observa que en la dosis de 15% hay una disminución de número de colonias.





**Figura 27.** Análisis Microbiológico del agua con metabolito de Molle

En la *Tabla 34* se presenta un resumen del número de colonias determinadas en cada uno de los tratamientos utilizando metabolitos secundarios de Molle, donde se puede determinar que en el tratamiento de agua de pozo con 15% de concentración lora disminuir la presencia de coliformes totales, pero no remueve el 100% de ellos, por lo cual no cumple la normativa vigente.

**Tabla 34.** Análisis Microbiológico del agua de pozo con metabolito de Molle

Muestra	10%	15%
Alto	7	5
Medio	3	2
Bajo	2	1
Nº de colonias	260	2.6
UFC/100 ml	26	0.26

#### 4.2.3. Resultados del Tratamiento de la muestra de agua de pozo con Metabolitos Secundarios de Ortiga (*Urtica Dioica*)

En la *Tabla 35* se pueden observar los parámetros fisicoquímicos obtenidos experimentalmente con metabolitos secundarios de Ortiga (*Urtica Dioica*), el tratamiento se realizó con la concentración de 15% de metabolitos secundarios utilizando 6 diferentes tiempos para determinar en cuál de ellos existe una mayor remoción de coliformes totales y mejores parámetros que cumplan los LMP establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

**Tabla 35.** *Parámetros físicos y químicos del Metabolito Ortiga (Método Potenciométrico)*

Muestra Ortiga	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad electrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
OT1 (15%-10)	20.0	8.45	624	-210
OT2 (15%- 20)	20.0	8.43	622	-218
OT3 (15%- 30)	20.0	8.39	619	-203
OT4 (15%- 40)	20.1	8.48	621	-256
OT5 (15%- 50')	20.1	8.50	623	-257
OT6 (15%- 60)	20.1	8.56	617	-259

En la *Tabla 36* se observan los valores obtenidos de sólidos totales disueltos en la muestra de agua de pozo utilizando los metabolitos secundarios de ortiga.

En lo que respecta a los sólidos totales de la muestra, en la *Tabla 21* se exponen los valores resultantes del tratamiento del agua de pozo tratada utilizando los metabolitos secundarios de ortiga.

**Tabla 36.** *Sólidos Totales de la muestra con Metabolito de Ortiga*

Muestra Ortiga	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Totales mg/L
OT1 (15%-10)	103.3614	100	103.4149	535
OT2 (15%- 20)	101.4778	100	101.5289	511
OT3 (15%- 30)	101.7952	100	101.8448	496
OT4 (15%- 40)	101.2149	100	101.2149	450
OT5 (15%- 50')	99.6102	100	99.6515	413
OT6 (15%- 60)	107.7413	100	107.7796	383

Referente a los sólidos disueltos, en la *Tabla 37* se puede observar los valores obtenidos en la muestra de agua de pozo tratada utilizando los metabolitos secundarios de ortiga.

**Tabla 37.** *Sólidos Disueltos de la muestra con Metabolito de Ortiga*

Muestra Ortiga	Peso del vaso seco g	Volumen de muestra ml	Peso del vaso + muestra seca g	Sólidos Disueltos mg/L
OT1 (15%-10)	101.7483	100	101.8009	526
OT2 (15%- 20)	105.9447	100	105.9954	507
OT3 (15%- 30)	99.8886	100	99.9374	488
OT4 (15%- 40)	100.7971	100	100.8411	440
OT5 (15%- 50')	97.5610	100	97.6014	404
OT6 (15%- 60)	102.8494	100	102.8870	376

En la *Tabla 38* se aprecia un resumen de los valores obtenidos de ST, SD, Y SST realizados por el método gravimétrico en la muestra de agua de pozo tratada utilizando los metabolitos secundarios de ortiga.

**Tabla 38.** *Sólidos Suspendidos Totales de la muestra con Metabolito de Ortiga*

Muestra Ortiga	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
OT1 (15%-10)	535	526	9	30.00
OT2 (15%- 20)	511	507	4	20.00
OT3 (15%- 30)	496	488	8	28.00
OT4 (15%- 40)	450	440	10	31.00
OT5 (15%- 50')	413	404	9	30.00
OT6 (15%- 60)	383	376	7	26.00

Con respecto a los parámetros biológicos obtenidos después del tratamiento de agua de pozo utilizando los metabolitos secundarios de ortiga los cuales se observan en la *Tabla 39*, se aprecia que todos los valores están en el rango aceptables de los LMP establecidos.

**Tabla 39.** *Parámetros Biológicos de la muestra con Metabolito de Ortiga*

Muestra Ortiga	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxígeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
OT1 (15%-10)	5.9119	131.14	17.34	266
OT2 (15%- 20)	6.1727	98.36	13.86	265.6
OT3 (15%- 30)	6.3466	65.57	15.00	264.8
OT4 (15%- 40)	6.6074	32.78	7.00	263.6
OT5 (15%- 50')	6.9551	26.23	7.60	262.8
OT6 (15%- 60)	7.1290	19.672	8.13	261.6

En la *Tabla 40* y *Tabla 41* se presentan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la muestra de agua de pozo con concentraciones de 10 y 15% de metabolitos secundarios de Ortiga. Así mismo se determinó que en la dosis de 15% en el tiempo de 60 minutos, se elimina remueve al 100% la cantidad de coliformes totales de la muestra de agua de pozo.

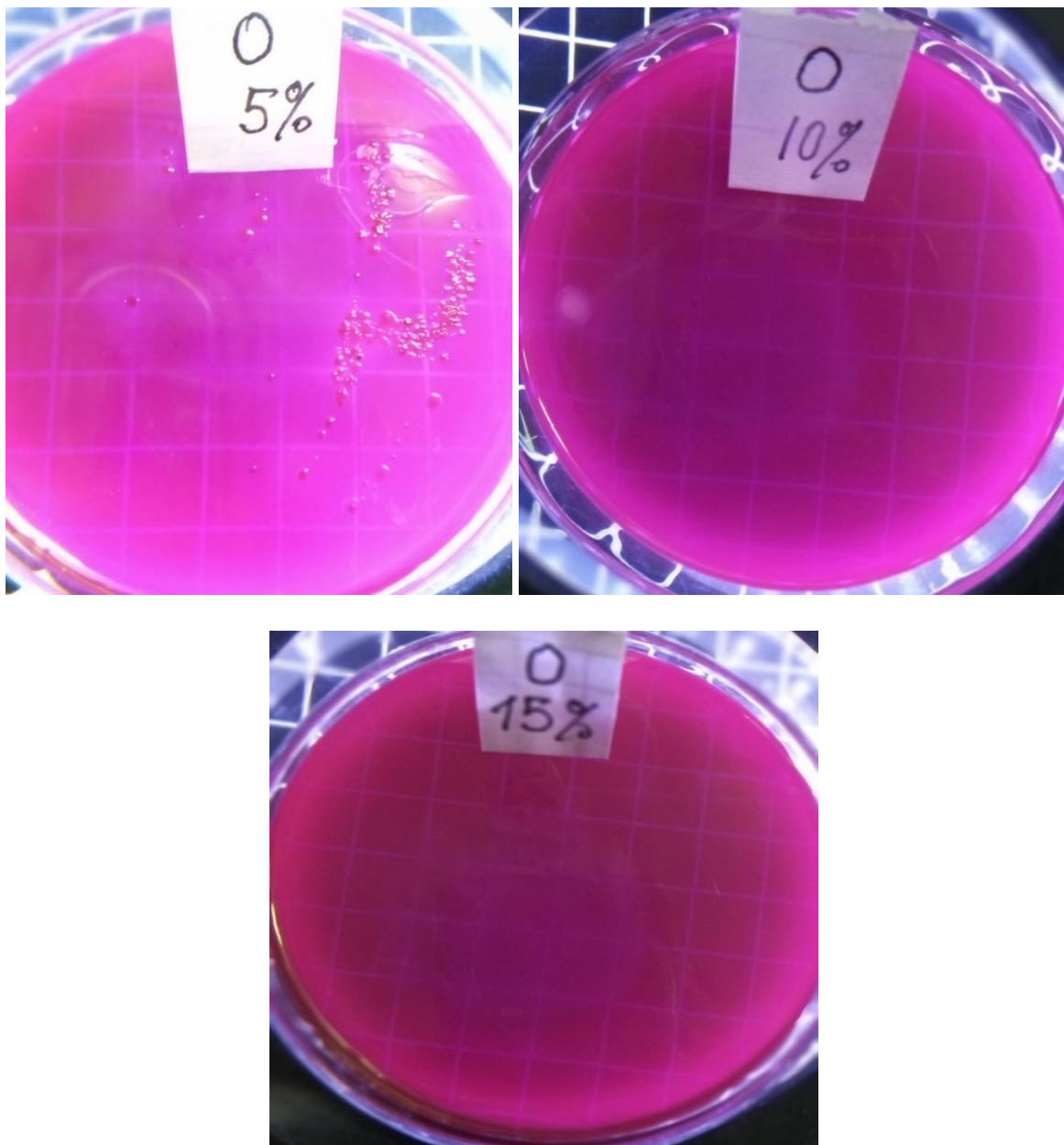
**Tabla 40.** *Análisis microbiológico al 10% con Ortiga*  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Muestra Ortiga	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
OT1 (10%-10')	6	28.2
OT2 (10%- 20')	6	28.2
OT3 (10%- 30')	6	28.2
OT4 (10%- 40')	5	28.2
OT5 (10%- 50')	3	28.2
OT6 (10%- 60')	3	28.2

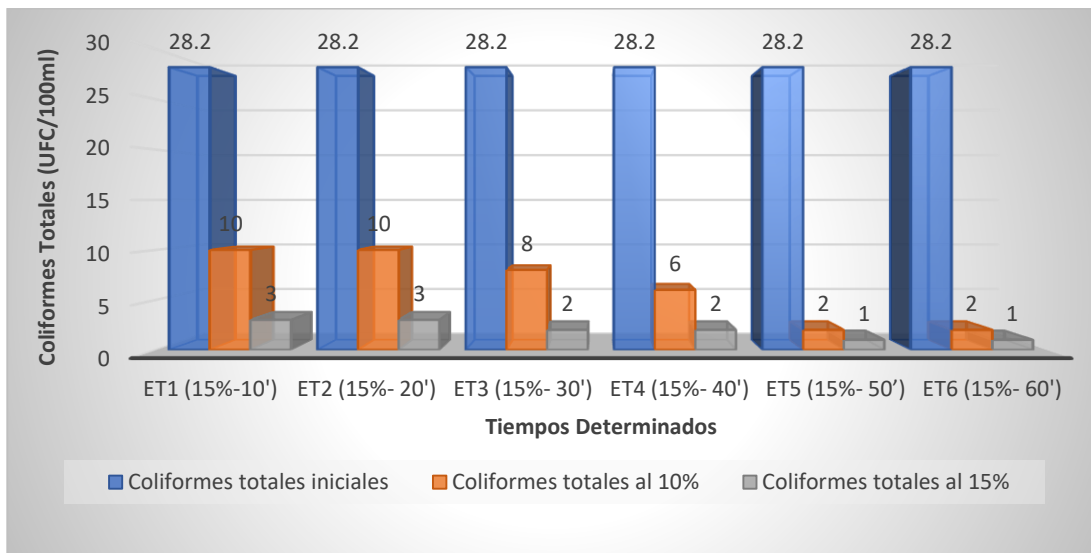
**Tabla 41.** *Análisis microbiológico al 15% con Ortiga*  
(Método de Filtración por membrana en AGAR AGAR)

Muestra Ortiga	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
OT1 (15%-10)	2	28.2
OT2 (15%- 20)	2	28.2
OT3 (15%- 30)	0	28.2
OT4 (15%- 40)	0	28.2
OT5 (15%- 50')	0	28.2
OT6 (15%- 60)	0	28.2

**Figura 28.** Análisis microbiológico del agua de pozo con metabolitos de Ortiga

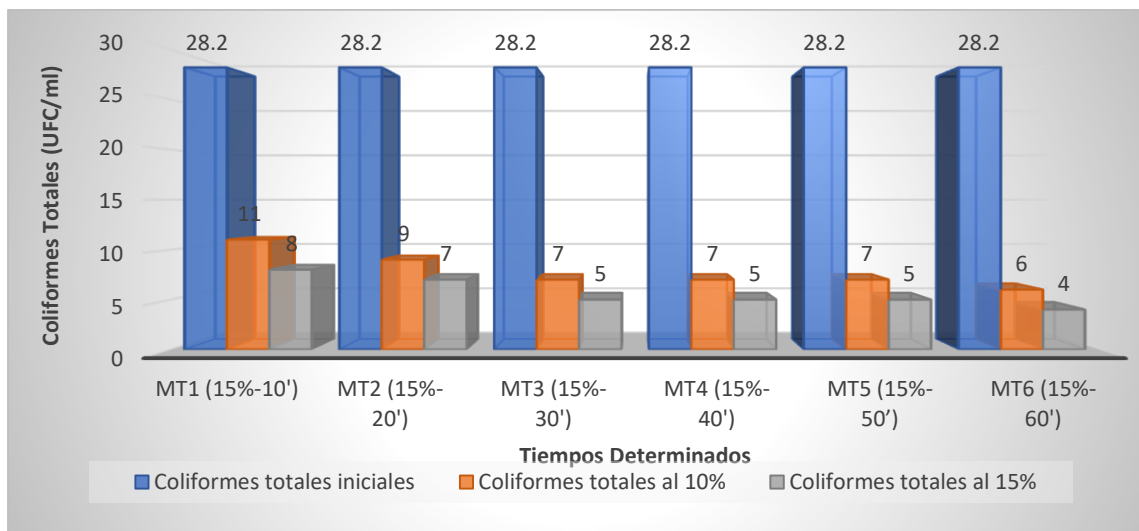


En la *Figura 28* se observa el sembrado en placa Petri de las muestras tratadas con metabolitos secundarios de ortiga al 5%, 10% y 15% respectivamente. Notablemente siendo la dosis de 15% de concentración de metabolitos la mas eficiente, ya que removió el 100% de colonias, resultando tener un valor tener 0 ufc/ml de coliformes totales.



**Figura 29.** Tratamiento con Metabolitos Secundarios de *Eucalyptus*

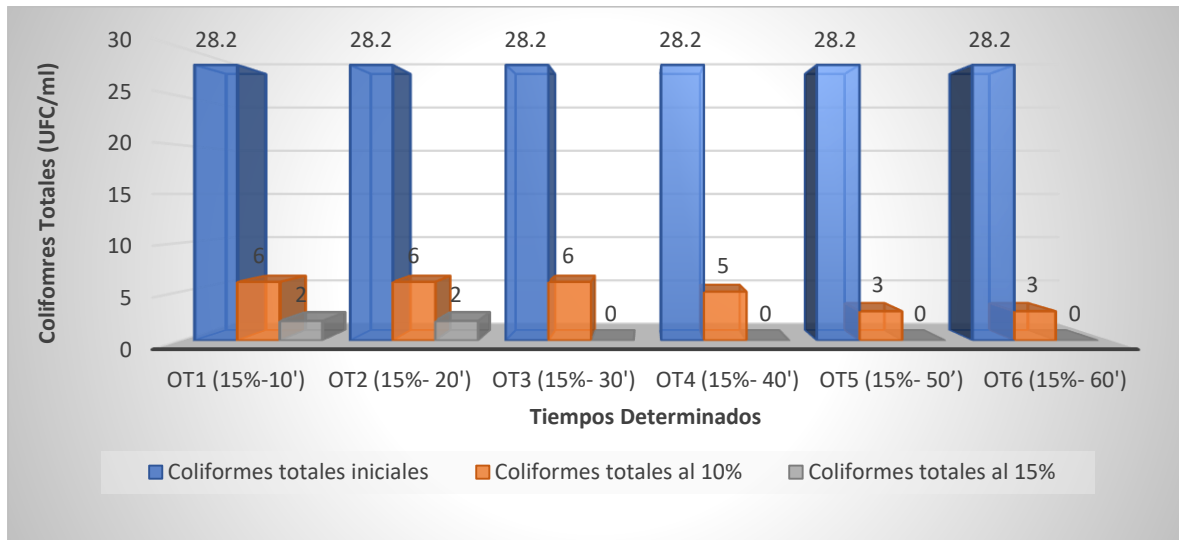
En la Figura 29, se observa que existe una remoción de coliformes totales utilizando el tratamiento con metabolitos secundarios de *Eucalyptus*. Asimismo, notamos que la dosis con mayor eficiencia es con el 15% de concentración de dichos metabolitos ya que el valor de coliformes totales (UFC/100 ml) es menor que el inicial.



**Figura 30.** Tratamiento con Metabolitos Secundarios de *Schinus Molle*

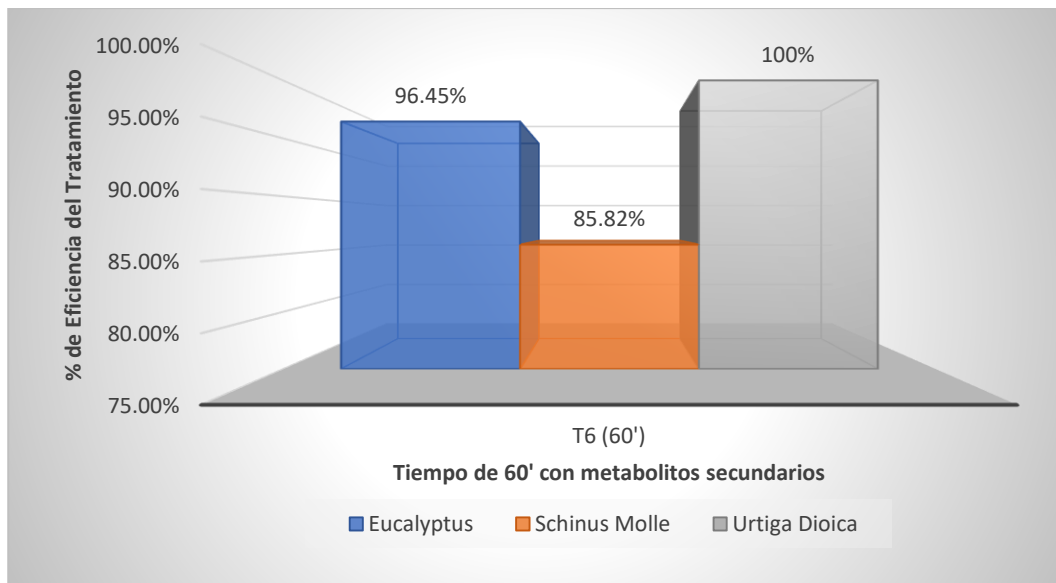
En la Figura 30, se aprecia que hay una remoción de coliformes totales utilizando el tratamiento con metabolitos secundarios de *Schinus Molle*. Lográndose una remoción más eficiente utilizando una de concentración de 15% de dichos metabolitos, ya que los valores de coliformes totales (UFC/ml) se encuentra en menor cantidad con respecto al valor inicial de 28.2 UFC/ml.





**Figura 31.** Tratamiento con Metabolitos Secundarios de *Urtica Dioica*

En la *Figura 31* se observa que existe una remoción de coliformes totales utilizando el tratamiento con metabolitos secundarios de *Urtica Dioica*. De los tratamientos aplicados, la dosis de 15% de concentración de metabolitos secundarios de *Urtica Dioica* logró una remoción de los coliformes totales en un 100%.



**Figura 32.** Eficiencia del Tratamiento en el Tiempo 6 (60 minutos)

Mediante la fórmula de eficiencia, se pudo determinar que los metabolitos secundarios de *Urtica Dioica* resultan ser más eficientes en el tiempo de 60 minutos como se puede observar en la *Figura 32*, ya que se tuvo remoción de coliformes totales (UFC/100 ml) al 100%.



## V. DISCUSIÓN

La presencia de coliformes en el agua potable representa un peligro para la salud de quienes la consumen, debido a que los coliformes guardan una relación estrecha con bacterias causantes de enfermedades diarreicas que, dependiendo de la concentración, pueden desencadenar la muerte (Ahmed, *et al.*, 2015), por lo que es necesario buscar una alternativa de solución frente a este problema. Investigando alternativas ecológicas, se logró identificar que los metabolitos secundarios obtenidos de especies vegetales como el Romero (*Rosmarinus officinali*), Diente de león (*T. officinale*), Musa Paradisiaca y Macroalgas de Padina, presentan una actividad antimicrobiana efectiva contra diversas bacterias incluso en mínimas concentraciones (Illanes, 2020, Youssif, *et al.*, 2020, Gideon y Ejikeme, 2016 y Thamizharasan, 2017). Estas investigaciones científica en relación a la eficiencia de los metabolitos secundarios para remover coliformes totales obtenidos de diferentes especies vegetales, se han dado a nivel de laboratorio, por lo que la investigación fue realizada a fin de comprobar la eficiencia de los metabolitos secundarios de otras especies vegetales como el Eucalyptus, Urtica Dioica y Schinus Molle, pero en agua de pozo con presencia de coliformes; Además de emplearse un prototipo de sistema de tratamiento de agua, construido a un nivel de planta piloto y un sistema extractor de metabolitos secundarios por arrastre de vapor con capacidad de 2 litros de solvente.

Para obtener el extracto acuoso de Eucalipto (*Eucalyptus*), Molle (*Schinus molle*) y ortiga (*Urtica Dioica*), se emplearon hojas frescas las cuales no pasan por ningún proceso de trituración, maceración o secado utilizando algún tipo de horno, debido a que, los compuestos volátiles bioactivos obtenidos mediante método de secado a la sombra es mucho más grande en comparación con otros secados artificiales como el secado en horno de aire caliente de microondas a diferentes temperaturas (Zouaoui, 2020) y la técnica que se emplea es la de extracción por arrastre de vapor, ya que los resultados enfatizaron la eficiencia del agua en la extracción de contenido fenólico máximo, contenido total de flavonoides, proantocianidas y antioxidantes (Bhuyan *et al.*, 2016), esto demuestra la eficiencia de la extracción convencional en la extracción de compuestos bioactivos además de que el agua es el solvente más barato y más ecológico disponible (Bhuyan *et al.*, 2017).

La muestra de agua de pozo, inicialmente presento una concentración de coliformes totales de 277.3 UFC/100mL, valores que superan los niveles estipulados en la normativa (0 UFC/100mL, Decreto Supremo N°031-2010-SA / MINSA).

Los parámetros microbiológicos de la muestra de agua pozo luego de aplicar el tratamiento de concentraciones de 10% y 15% de extracto acuoso *Eucalyptus*, para el tratamiento ET1 (10%-10), presento una concentración final de coliformes totales de 10 UFC/100 ml, esto quiere decir que el extracto acuoso tubo un porcentaje de remoción de 64.54% en un tiempo de 10 minutos, para el tratamiento de ET1 (15%-10), se observó que la concentración total de coliformes se redujo a 3 UCF/100ml, esto indica una eficiencia de 89.36% ,para tiempos de 60 minutos se lograron eficiencias de 92.91% y 96.45% para los tratamientos (ET6 (10%-60) Y (ET6 (15%-60)). Los resultados no cumplen con los LMP establecidos 0 UFC/100MI (Decreto Supremo N°031-2010-SA / MINSA), por cual el extracto acuoso de *Eucalyptus globulu*, no presenta una eficiencia del 100%, sin embargo, su capacidad bactericida es indiscutible. Esto se debe a la presencia de fotoquímicos como saponinas, flavonoides y fenoles Buyan DJ, et al. (2017), quien evaluó las propiedades antibacterianas de extractos acuosos de hojas de *Eucalyptus microcorys*, utilizando método de difusión disco en placa, el disco revelo zonas de inhibición de  $19 \pm 1,2$  mm contra la cepa de *Escherichia coli*, utilizando 500 ug/ mL de extracto, así mismos Arfao (2016), utilizó extracto acuoso de *microcorys* de eucalipto (*Eucalyptus*), dicho autor evaluó el desprendimiento celular de las bacterias y obtuvo resultados de 50% de desprendimiento celular. Así mismo LAURA (2019), evaluó la capacidad mínima inhibitoria de los extractos de Eucalipto (*Eucalyptus*), los halos de inhibición al 75% arrojaron resultados de 14.58 mm para crecimiento de coliformes fecales, y 12,0983 mm a una concentración de 25%, como se puede notar a mayor concentración de dosis se obtienen mejores resultados. Las investigaciones realizadas en relación a la capacidad bactericidas de los extractos acuosos de eucalipto (*Eucalyptus*), se hacen empleando distintas técnicas, sin embargo, en todas ellas se ha demostrado capacidad de remoción.

Para el tratamiento con ortiga (*Urtica Dioica*), se utiliza 100 g de hojas de ortiga, para obtener 500 ml de extracto acuoso de ortiga (*Urtica Dioica*) en un tiempo 30 minutos. Si comparamos las técnicas de extracción para extractos de metabolitos de ortiga (*Urtica Dioica*), el tiempo que se empleó en esta investigación es mucho menor a comparación al tiempo empleado por CONDORI Y VELÁSQUEZ (2019)

quienes para obtener el extracto utilizaron la técnica de maceración en solvente etanol, lo cual les llevo un tiempo aproximado de 3 semanas y 3 días (34560 minutos). Además, para obtener los 250 ml de extracto requerido para su investigación emplearon 500 g de hojas de ortiga y 250 ml de solvente etanol.

Los parámetros microbiológicos de la muestra de agua pozo luego de aplicado el tratamiento de concentraciones de 10% y 15% de extracto acuoso ortiga (*Urtica Dioica*), para el tratamiento OT1 (10%-10), presenta una concentración final de coliformes totales de 6 UFC/100 ml, esto indica un porcentaje de remoción de 78.72%%, para el tratamiento de OT1 (15%-10), se observó que la concentración total de coniformes se redujo a 2 UCF/100ml, esto indica una eficiencia de 92.91% ,para tiempos de 60 minutos se lograron eficiencias, de 89.36% y 100% para los tratamientos (OT6 (10%-60) Y (OT6 (15%-60)). investigadores como CONDORI Y VELÁSQUEZ (2019), trabajaron con concentraciones de 25%, 50%,75%, 100% y para la concentración de 100 % de extracto, obtuvieron un efecto inhibitorio de una media promedio de 16.47 mm de halo de inhibición con 75.65% de efecto inhibitorio, estos resultado obtenidos por dichos autores se debe a que el proceso que se empleó para obtener el extracto etanolito fue muy prolongado, además de que en el proceso de secado, triturado, maceración y filtrado, los metabolitos que contenían sus hojas se pudieron evaporar debido a que los metabolitos secundarios son compuestos altamente volátiles. Además, que el secado a altas temperaturas normalmente conduce a la pérdida de compuestos volátiles y degradación innecesaria de compuestos fenólicos (Jiménez-López, 2020)

Para el tratamiento de agua empleando extracto acuosos de molle (*Shinus Molle*) en un tiempo de 10 minutos a concentración 10% (MT1 (10%-10)), se obtiene una concentración final de coliformes totales de 8 UFC/100 ml, esto indica un porcentaje de remoción de 60.99%, para el tratamiento de ET1 (15%-10), se observó que la concentración total de coniformes se redujo a 4 UCF/100ml, esto indica una eficiencia de 76.63% , para tiempos de 60 minutos se lograron eficiencias, de 76.73% y 85.82% para los tratamientos (MT6 (10%-60) Y (MT6 (15%-60)), utilizando como solvente al agua y empleando 150g de hojas frescas para obtener 500 ml de extracto acuoso, investigadores como HUAMANI(2017) empleando extractos de molle (*Shinus Molle*) obtenidos con solvente diclorometano (500 ml) y hojas secas de molle (100 g) obtuvieron extractos concentrados de 10 ml, estos concentrados

demonstraron tener una eficiencia de 89.16% para remover Coliformes Totales y tuvieron un porcentaje de remoción de 20% cuando emplearon 5 g de hojas secas.

Las hojas de eucalipto (*Eucalyptus*) fueron recolectadas de la parte Sierra (Ayacucho) al igual que las hojas de ortiga (*Urtica Dioica*), estas dos tuvieron un crecimiento silvestre, mientras que las hojas de molle (*Shinus Molle*) fueron recolectas de un parque municipal, el cual es regado constantemente. Esta diferencia de origen influye en la cantidad de concentración de metabolitos secundarios que pueda tener cada especie ya que según Garzoli et al.(2018) la concentración de metabolitos dependen del método de extracción aplicado. De la misma manera, los perfiles cuantitativos son susceptibles a las condiciones climáticas, tales como la estacionalidad, disponibilidad de agua y nutrientes del suelo. Asimismo, Mhajan, Kuyry y Pal (2020) señala que las condiciones de estrés también mejoran el nivel de expresión de los genes correspondientes involucrados en la biosíntesis del producto natural, debido que, durante el estrés por sequía, las plantas cierran sus estomas para evitar que se pierda agua. Como resultado del cierre de las estomas, la tasa de transpiración y la captación de CO<sub>2</sub> se reducen notablemente, pero mejora la oferta de reducción equivalentes (NADPH y H<sup>+</sup>) y, en consecuencia, aumentar la relación de NADPH a NADP, Una sobreoferta masiva de NADPH + H<sup>+</sup> aumenta todos procesos metabólicos, que consumen equivalentes de reducción, hacia la síntesis de compuestos naturales muy reducidos, como fenoles, ter-penoides, alcaloides, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos.

## VI. CONCLUSIONES

- Las dosis de 15% de extractos de metabolitos secundarios de las especies de *Eucalyptus*, *Schinus Molles* y *Urtica Dioica* en un tiempo de 60 minutos demostraron tener una eficiencia de 96.45%, 85.82% y 100% respectivamente
- Las características microbiológicas del agua de pozo del AA. HH. Marquéz exceden los LMP para coliformes totales teniendo un valor de 28.2 UFC/100 ml. Sin embargo, aplicando uno de los tratamientos (metabolitos secundarios de *Urtica Dioica*) para la remoción de coliformes totales, las características microbiológicas del agua están dentro de los LMP establecidos en la normativa (0 UFC/100 ML).
- Se determinó que, mediante el método por arrastre de vapor, se obtuvo hidrolatos con concentraciones de metabolitos secundarios de *Eucalyptus*, *Schinus Molles* y *Urtica Dioica* que permitieron la purificación y remoción de coliformes totales del agua de pozo del AA. HH Marquez,
- En un tiempo de 10 minutos (ET1, MT1, OT1 (15%-10')) se logró observar concentraciones de coliformes totales de 3 UFC/100ml, 8 UFC/100ml, 2 UFC/100 ml respectivamente. Por otra parte, para el tratamiento con tiempo de 60 minutos (ET6, MT6, OT6 (15%- 60')) se obtuvieron concentraciones de 1 UFC/100ml, 4 UFC/100 ml, 0 UFC/100 ml respectivamente.
- La dosis óptima para lograr una remoción absoluta de los coliformes totales es la del tratamiento de 60 minutos al 15% de concentración de metabolitos secundarios de Ortiga (*Urtica Dioica*) (OT 6 (15%-60)), ya que se determinó que la presencia de coliformes totales usando dicho tratamiento es de 0 UFC/100ml.

## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar plantas de origen silvestre ya que estas debido a las condiciones ambientales en las que se han desarrollado, contienen una concentración mayor de metabolitos secundarios en sus hojas, haciendo que el extracto que se utilice para determinados tratamientos microbiológicos en el agua sea más eficiente.
- Realizar más investigaciones empleando el método de extracción por arrastre con vapor, ya que el uso de solventes orgánicos puede generar impactos ambientales debido a las características químicas que estos presentan.
- Elaborar un sistema de extracción de metabolitos en donde se pueda extraer mayor cantidad de metabolitos.
- Investigar otras especies vegetales como el diente de león (*Taraxacum officinale*), *Malva*, *Salvia rosmarinus*, etc., para evaluar la capacidad de remoción de los metabolitos secundarios que se obtengan de ellos.
- Realizar un tratamiento con dosis de metabolitos secundarios de diferentes especies vegetales, para evaluar la capacidad de remoción de coliformes totales.

## REFERENCIAS

- ACOSTA, Lorena. Exploración de las propiedades antimicrobianas de extractos vegetales a partir de caléndula officinalis y tropaeolum majus y su uso potencial en la industria de alimentos y cosmética. Trabajo de grado. Bogotá, Colombia. Facultad de Ingeniería de Producción Agroindustrial, Universidad de la Sabana, 2012.
- ALI, S., [et al]. Application of Floating Aquatic Plants in Phytoremediation of Heavy Metals Polluted Water: A Review. Sustainability, 12(5), 2020. <https://doi.org/10.3390/su12051927>
- Arfao Antoine [et al]. Detachment of adhered enteropathogenic Escherichia coli cells from polythene fragments immersed in aquatic microcosm using Eucalyptus microcorys extract (Myrtaceae). Current Research in Microbiology and Biotechnology [en línea]. 2016, n.º 3. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01392650/document>  
ISSN: 2320-2246
- ARROYO, Alberto Cairampoma; VEGA, Paul Villegas. Régimen jurídico de las aguas subterráneas en el Perú. THĒMIS-Revista de Derecho, 2016, no 69, p. 147-158.
- ASUQUO, Ememobong y UBODI, Chinweizu. Antibacterial and toxicity studies of the ethanol extract of Musa paradisiaca leaf. Cogent Biology [en línea]. Agosto 2016, n.º 1.[Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/23312025.2016.1219248>
- AYALA, Jennifer. Efectividad antimicrobiana del extracto etanólico del Taraxacum officinale (diente de león) al 50% y 100% sobre cepas de Staphylococcus aureus. 2019. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.

- AZUERO, Andrea [et al]. Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador. Cienacia UNEMI [en línea]. Septiembre 2016, n.o20. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020]. Disponible en <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/342>  
ISSN: 2528-7737
- BARRAGÁN, Diana. Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. [en línea]. Colombia, 2012 [fecha de consulta: 06 noviembre 2020]. Disponible en: <http://asociacionfarmaceuticamexicana.org.mx/revistas/2012/RMCF%20V433/ARTICULOS%20PDF/EVALUACION%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20ANTIMICROBIANA%20DEL%20EXTRACTO%20ETANOLICO.pdf>
- BRATT, K. Secondary Plant Metabolites as Defense against Herbivores and Oxidative Stress. Synthesis, Isolation and Biological Evaluation. Acta Univ. Ups, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 567. 53 pp. 2000. ISBN 91-554-4807-0
- BURSTEIN, Tania. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud publica [en línea]. Abril- Junio 2018, n.º 2.[Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>.
- Ciro Maguiña Vargas [et al]. Historia del cólera en el Perú en 1991 Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud publica [en línea]. 2010, n.º 3.[Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172010000300011#:~:text=El%20c%C3%B3lera%20hace%20su%2](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172010000300011#:~:text=El%20c%C3%B3lera%20hace%20su%2)



0aparici%C3%B3n,luego%20a%20casi%20todo%20Am%C3%A9rica  
ISSN: 1728- 5917

- CONDORI, Milagros y VELÁSQUEZ, Catherine. Actividad antibacteriana de extracto etanólico de las hojas de *Urtica urens* L. (Ortiga negra), sobre *Escherichia coli*, in vitro. Tesis (Magister en Químico Farmaceutico y Bioquímico). Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2019. Disponible en [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5020/TESIS\\_CONDORI%20COLLANTE%20-%20VELASQUEZ%20SOTO.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5020/TESIS_CONDORI%20COLLANTE%20-%20VELASQUEZ%20SOTO.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- COOK, Thomas y CAMPBELL, Donald. The causal assumptions of quasi-experimental practice. *Synthese*, 1986, vol. 68, no 1, p. 141-180.
- Extracción de Aceite Vegetal Método Soxhlet [videograbación] dirigido por Rodolfo Perez Mendez. Arequipa: FAGSOL, 2020. video (youtube), (22 min).
- FALIH, Yousif [et al]. Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of Iraqi *Taraxcum Officinale* L. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology* [en línea]. Abril-Junio 2020, n.º 2.[Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <http://medicopublication.com/index.php/ijfmt/article/view/3054/2854>
- FRANCHI, G. G., et al. Partially hydrated pollen: taxonomic distribution, ecological and evolutionary significance. *Plant Systematics and Evolution*, 2002, vol. 234, no 1-4, p. 211-227.
- FRANTZ, Jennifer. Drinking Water From Private Wells and Risks to Children [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1542/peds.2009-0751>. ISSN: 1098-4275
- HERNÁNDEZ, Claudia; RODRÍGUEZ, Carlos y OVIEDO, Ricardo. Evaluación de la efectividad en la recuperación de aguas contaminadas

por hidrocarburos, mediante la técnica de Fitorremediación utilizando Pasto Vetiver. International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. Julio, 2019 [fecha de consulta: 08 Noviembre 2020].

Disponible en:

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1316/Articulo%20%20-%20Fitorremediaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>

- HERNANDEZ, Aurelio. Aspectos Técnico económicos de los vertidos de aguas residuales y su depuración. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Madrid, 1973. p 38.

- HERNÁNDEZ R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 5a. ed. México: McGraw Hill, 2010. 656 p.

- HUAMANI, Wendy. Eficacia de remoción de microorganismos en las aguas residuales de Chuquitanta usando extractos de metabolitos del *Smallanthus Sonchifolius* (Yacon) y *Schinus Molle* (Molle). Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3550/Huamani\\_HWM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/3550/Huamani_HWM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- ILLANES, Anaís. Efecto antimicrobiano del aceite de Rosmarinus officinalis “ROMERO” frente a Escherichia coli y Candida albicans. Tesis (Magister en Biología). Puno: Universidad Nacional del Atilano de Puno, 2020. Disponible en

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13095/Illanes\\_Quispe\\_Ana%c3%ads\\_Nemesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13095/Illanes_Quispe_Ana%c3%ads_Nemesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- LAURA, Jhon. Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*); muña (*Minthostachys mollis*) frente a *Staphylococcus aureus* y Coliformes fecales. Tesis (Magister en Ingeniería de Alimentos). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2019. Disponible en [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1711/Jhon\\_Tesi](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1711/Jhon_Tesi)

s\_Licenciatura\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- LAKSHMI, K. S., SAILAJA, V. H., & REDDY, M. A.. Phytoremediation - A Promising Technique in Waste Water Treatment. *International Journal of Scientific Research and Management*, 2017. 5480-5489. <https://doi.org/10.18535/ijstrm/v5i6.20>
- LÓPEZ, Juan; FORNÉS, Juan y RAMOS, Gerardo. Las AGUAS subterráneas: un recurso natural del subsuelo. 4ª ed.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2009. ISBN: 978-84-7840-806-1
- MARLEN, Robert. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* [en línea] 2014, n° 45 [Fecha de consulta: 20 de Octubre de 2020] Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf> ISSN 0253-5688
- MENDEL, Zvi, *et al.* Taxonomy and biology of *Leptocybe* invasa gen. & sp. n.(Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Australian Journal of Entomology*, 2004, vol. 43, no 2, p. 101-113.
- RAMAKRISHNA, A., ASWATHANARAYANA, G. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plants Signaling & Behavior*, 6:11, pp. 1720-1731. 2011.
- RODRÍGUEZ Saucedo, Elvia. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* (7): 153-170, 2011. Disponible en: [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALE%20EN%20LA%20%20CONSERVACION\\_Elvia%20Rguez.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/14-USO%20DE%20AGENTES%20ANTIMICROBIANOS%20%20NATURALE%20EN%20LA%20%20CONSERVACION_Elvia%20Rguez.pdf) ISSN 1665-0441
- SARIEGO, Sandra; MARIN, Jorge; OCHOA, Ania & VIERA, Yosvel.

Petiveria alliacea L.: distintas condiciones experimentales en la elaboración de extractos con actividad antimicrobiana.[en línea]. Cuba, 2013. [fecha de consulta: 06 Noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v12n3/sariego.htm>

- SEPÚLVEDA, G., PORTA, H., y ROCHA, M.. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3). 2003
- SOTO, Luis. Eficiencia de la Fotocatálisis con Plata (Ag) para la Inactivación de Coliformes Totales Presente en Agua de Pozo del AA.HH Márquez Ubicado en la Provincia Callao-2018. Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20222/Soto\\_LLM.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3gLpKe3o3IR7rJihbbdOM3J5KVPdGKASfMiUW62ITQzJ2i3c9ZIPw8mSA](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20222/Soto_LLM.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3gLpKe3o3IR7rJihbbdOM3J5KVPdGKASfMiUW62ITQzJ2i3c9ZIPw8mSA)
- Pacasmayo: afirman que población consume agua contaminada [en línea]. RPP noticias.PE. 25 de julio del 2014. [Fecha de consulta: 20 de Octubre de 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/pacasmayo-afirman-quepoblacion-consume-agua-contaminada-noticia-711011>
- TARQUI, Carolina; et al. Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista Salud pública* [en línea]. 2016, n.º 6. [Fecha de consulta: 25 de Octubre de 2020]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v18n6/0124-0064-rsap-18-06-00904.pdf> ISSN: 2539-3596
- THAMIZHARASAN, S. *International Journal of Current Multidisciplinary Studies* [en línea]. Julio 2017, n.º 07. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en <http://journalijcms.com/sites/default/files/issue-files/0397-A-2017.pdf>
- TROUILLAS, P., et al,. Taxonomy and DNA phylogeny of Diatrypaceae associated with *Vitis vinifera* and other woody plants in Australia. *Fungal Diversity*, , vol. 49, no 1, p. 203-223. 2011.

- VIVOT, Eduardo; SANCHEZ, Cecilia; CACIK, Francisco & SEQUIN, Christian. Actividad antibacteriana en plantas medicinales de la flora de Entre Ríos (Argentina). Ciencias Exactas y naturales. Noviembre, 2012. [fecha de consulta: 08 Noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7110/7114/82960.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1.- Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de Medición
Metabolitos secundarios de <i>Schinus molle</i> , <i>Eucalyptus</i> y <i>Urtica dioica</i> (INDEPENDIENTE)	Se denomina metabolitos secundarios a los compuestos derivados del Metabolismo secundario. Además, la interacción de las plantas con el ecosistema condiciona la síntesis de metabolitos secundarios, debido a que los metabolitos secundarios son fundamentales para la supervivencia de las plantas (Ramakrishna y Aswathanarayana, 2011).	Se realizó la extracción de metabolitos secundarios de <i>Eucalyptus</i> , <i>Schinus Molle</i> y <i>Urtica Dioica</i> para que con sus componentes se logre determinar una dosis eficiente para remover coliformes totales del agua de pozo.	Caracterización de las plantas <i>Schinus molle</i> , <i>Eucalyptus</i> y <i>Urtica dioica</i> .	Tamaño	Metros (m)
				Edad	Años
				Peso de la materia prima	Gramos (g)
				Taxonomía	Identificación
			Obtención de Metabolitos Secundarios	Temperatura	°C
				Tiempo	Minutos
				Volumen de Hidrolato	ml
			Dosis de los metabolitos	5	%
				10	%
				15	%
			Tiempos de contacto	10	Minutos
				20	Minutos
				30	Minutos
40	Minutos				
50	Minutos				
60	Minutos				
Eficiencia del tratamiento	Reducción de coliformes Totales	UFC/ml			
Agua subterránea del pozo del AA.HH. Márquez - Callao	Arroyo (2016) las define como aquellos recursos hídricos los cuales están en la fase de tránsito o almacenamiento debajo de la superficie terrestre.	Se analizó el agua de pozo antes y después del tratamiento para determinar la remoción de coliformes totales.	Caracterización antes y después del agua	Temperatura	°C
				Potencial de Hidrógeno	Ácido/Base
				Conductividad Eléctrica	µS/cm
				Turbidez	NTU
				Sólidos Totales	mg/L
				Sólidos Disueltos	mg/L
				Dureza Total	mgCaCO <sub>2</sub> /L
				Coliformes Totales	UFC/100ml
				Oxígeno Disuelto	mgO <sub>2</sub> /L

				Demandad química de Oxígeno	mgO <sub>2</sub> /L
--	--	--	--	-----------------------------	---------------------

## Anexo 2.- Instrumentos de recolección de datos

### FICHA TÉCNICA 1.- Hoja de Ubicación de la muestra

Ubicación del Punto de Muestreo	
Localidad	
Distrito	
Provincia	
Departamento	
Coordenadas UTM (WGS84)	

### FICHA TÉCNICA 2.- Hoja de caracterización de las plantas *Schinus molle*, *Eucalyptus* y *Urtica dioica*

Planta	Tamaño	Edad	Tipo de flor	Taxonomía
Molle ( <i>Schinus molle</i> )				
Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> )				
Ortiga ( <i>Urtica dioica</i> )				

### FICHA TÉCNICA 3.- Parámetros Físico-Químicos

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (pH) Acido/base	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox mv	Turbidez NTU

### FICHA TÉCNICA 4.- Parámetros orgánicos

Muestra	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)
CI – MP			

### FICHA TÉCNICA 5.- Resultados de coliformes totales



Código	Carga alta Cantidad	Carga media cantidad	Carga baja cantidad	Coliformes Totales UFC/100 mL

**FICHA TÉCNICA 6.-** Parámetros Físicos iniciales (método Gravimétrico)

Código	Solidos Totales mg/L	Solidos disueltos mg/L	Volumen de la muestra ml	SST mg/L

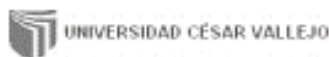
**FICHA TÉCNICA 6.-** Dureza Total

Código	Vol. gast. En la muestra MI	Volumen gastado en el blanco ml	Vol. de la muestra ml	Dureza total CaCO <sub>3</sub> (mg/L)

**FICHA TÉCNICA 6.-** Análisis microbiológico

Muestra	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml

## Anexo 03.- Validación de instrumento de recolección de datos



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

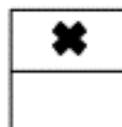
- 1.1. Apellidos y Nombres: Cuadros Oria Saida Margarita  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental – OEFA  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Residuos Sólidos, Seguridad Industrial, Tratamiento de Aguas  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación.....  
 1.5. Autor(A) de Instrumento.....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

Lima 13 de mayo del 2021

CUADROS ORIA SAIDA MARGARITA  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 158763

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP 168763  
 DNI No 41598888. Telf.: 990906468

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CASTRO TENA LUCERO KATHERINE

1.2. Cargo e institución donde labora: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Especialidad o línea de investigación: ECOLOGÍA, GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DE MEDIOS NATURALES

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación.....

1.5. Autor(A) de Instrumento.....

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MENDIAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE		
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en <del>cuando</del> los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. CUBRENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicable para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %
------

Lima 13 de mayo del 2021

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 CIP: 162994  
 DNI: 70837735  
 CELULAR: 979705110

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

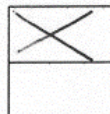
- 1.1. Apellidos y Nombres: Chávez Caso, Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Técnico Administrativo – Municipalidad Distrital de La Perla
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Industrial
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Uso de metabolitos Secundarios
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Daniela Bello y Gustavo Alfaro

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													x
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													x
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													x
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													x
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													x

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

  
**LUIS ENRIQUE CHÁVEZ CASO**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
**Reg. CIP N° 65464**

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 CIP: 65464  
 DNI: 08512950  
 No Telf.: 994821236

## Anexo 04.- Resultados de Análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: ALFARO LÓPEZ GUSTAVO

Procedencia de muestra: Ventanilla - Callao

Recepción de muestras: Lima, 12 de mayo del 2021

### Caracterización Inicial de Agua de Pozo

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (pH) Acido/base	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial Redox mv	Turbidez NTU
CI - AP	22.2	8.32	595	-307	41.4

Código	Oxígeno Disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de oxigenos mgO <sub>2</sub> /L	Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Turbidez NTU
CI - AP	5.9	66.7	19.63	28.2	41.4

Código	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Disueltos mg/l	Sólidos Suspendedos totales mg/l	Dureza total mg/l CaCO <sub>3</sub>
CI-AP	499	473	26	264

Método Potencimetría, Método Gravimétrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método del EDTA.

Lima, 28 de Mayo del 2021

M.Sc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: ALFARO LÓPEZ GUSTAVO

Procedencia de muestra: Ventanilla - Callao

Recepción de muestras: Lima, 25 de mayo del 2021

Tratamiento de Agua de Pozo con Metabolitos de Eucalipto

Muestra Eucalipto	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad electrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
ET1 (15%-10)	20.2	6.23	875	-123
ET2 (15%- 20)	20.4	7.50	706	-145
ET3 (15%- 30)	20.3	7.72	695	-150
ET4 (15%- 40)	20.2	7.86	688	-162
ET5 (15%- 50')	20.3	8.5	686	-160
ET6 (15%- 60)	20.1	8.4	667	-158

Muestra Eucalipto	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
ET1 (15%-10)	681	586	95	39.1
ET2 (15%- 20)	617	584	33	34.0
ET3 (15%- 30)	576	540	35	37.2
ET4 (15%- 40)	559	523	36	37.8
ET5 (15%- 50')	538	516	22	28.0
ET6 (15%- 60)	525	513	12	20.2

Muestra Eucalipto	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxígeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
ET1 (15%-10)	5.9988	133.34	31.34	268
ET2 (15%- 20)	6.7813	126.67	31.26	264
ET3 (15%- 30)	6.8682	120.00	32.00	260
ET4 (15%- 40)	6.9551	113.34	32.26	256
ET5 (15%- 50')	7.3029	106.67	32.80	252
ET6 (15%- 60)	7.4768	100.00	33.06	248

Método Potenciométrico, Método Gravimétrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método EDTA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

## Análisis microbiológico del agua de Pozo por UFC/100ml

Muestra Eucalipto	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
ET1 (15%-10')	3	28.2
ET2 (15%-20')	3	28.2
ET3 (15%-30')	2	28.2
ET4 (15%-40')	2	28.2
ET5 (15%-50')	1	28.2
ET6 (15%-60')	1	28.2

Muestra Eucalipto	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
ET1 (10%-10')	10	28.2
ET2 (10%-20')	10	28.2
ET3 (10%-30')	8	28.2
ET4 (10%-40')	6	28.2
ET5 (10%-50')	2	28.2
ET6 (10%-60')	2	28.2

Método de filtración por membrana sembrado en placa Petri

Lima, 02 de Junio del 2021

MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado  
1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: ALFARO LÓPEZ GUSTAVO

Procedencia de muestra: Ventanilla - Callao

Recepción de muestras: Lima, 31 de mayo del 2021

Tratamiento de Agua de Pozo con Metabolitos de Molle

Muestra Molle	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad electrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
MT1 (15%-10)	20.0	7.32	626	-113
MT2 (15%- 20)	20.1	7.88	619	-121
MT3 (15%- 30)	20.3	8.29	611	-231
MT4 (15%- 40)	20.3	8.42	616	-245
MT5 (15%- 50')	20.3	7.43	606	-110
MT6 (15%- 60)	20.0	8.42	620	-245

Muestra Molle	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendedos Totales mg/L	Turbidez NTU
MT1 (15%-10)	565	515	50	34.3
MT2 (15%- 20)	518	482	36	33.2
MT3 (15%- 30)	493	458	35	32.3
MT4 (15%- 40)	491	446	45	40.8
MT5 (15%- 50')	484	428	56	48.8
MT6 (15%- 60)	481	344	137	55.3

Muestra Molle	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxígeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxígeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
MT1 (15%-10)	6.0858	129.01	27.80	272
MT2 (15%- 20)	7.1290	122.56	24.40	268
MT3 (15%- 30)	7.2159	116.112	25.00	266
MT4 (15%- 40)	7.3029	109.66	25.53	264
MT5 (15%- 50')	7.3898	103.21	26.00	262
MT6 (15%- 60)	7.4768	96.76	26.20	260

Método Potenciométrico, Método Gravimétrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método EDTA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis microbiológico del agua de Pozo por UFC/100ml

Muestra Molle	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
MT1 (15%-10')	8	28.2
MT2 (15%- 20')	7	28.2
MT3 (15%- 30')	5	28.2
MT4 (15%- 40')	5	28.2
MT5 (15%- 50')	5	28.2
MT6 (15%- 60')	4	28.2

Muestra Molle	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
MT1 (10%-10')	11	28.2
MT2 (10%- 20')	9	28.2
MT3 (10%- 30')	7	28.2
MT4 (10%- 40')	7	28.2
MT5 (10%- 50')	7	28.2
MT6 (10%- 60')	6	28.2

Método de filtración por membrana sembrado en placa Petri

Lima, 10 de Junio del 2021

  
MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR: ALFARO LÓPEZ GUSTAVO

Procedencia de muestra: Ventanilla - Callao

Recepción de muestras: Lima, 05 de Junio del 2021

### Tratamiento de Agua de Pozo con Metabolitos de Ortiga

Muestra Ortiga	Temperatura °C	Potencial de Hidrogeno Acido /base	Conductividad electrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
OT1 (15%-10)	20.0	8.45	624	-210
OT2 (15%- 20)	20.0	8.43	622	-218
OT3 (15%- 30)	20.0	8.39	619	-203
OT4 (15%- 40)	20.1	8.48	621	-256
OT5 (15%- 50')	20.1	8.50	623	-257
OT6 (15%- 60)	20.1	8.56	617	-259

Muestra Ortiga	Sólidos Totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendedos Totales mg/L	Turbidez NTU
OT1 (15%-10)	535	526	9	30.00
OT2 (15%- 20)	511	507	4	20.00
OT3 (15%- 30)	496	488	8	28.00
OT4 (15%- 40)	450	440	10	31.00
OT5 (15%- 50')	413	404	9	30.00
OT6 (15%- 60)	383	376	7	26.00

Muestra Ortiga	Oxígeno Disuelto mg/L	Demanda química de Oxigeno mg/L	Demanda bioquímica de Oxigeno mg/L	Dureza Total mgCaCO <sub>3</sub> /L
OT1 (15%-10)	5.9119	131.14	17.34	266
OT2 (15%- 20)	6.1727	98.36	13.86	265.6
OT3 (15%- 30)	6.3466	65.57	15.00	264.8
OT4 (15%- 40)	6.6074	32.78	7.00	263.6
OT5 (15%- 50')	6.9551	26.23	7.60	262.8
OT6 (15%- 60)	7.1290	19.672	8.13	261.6

Método Potenciométrico, Método Gravimétrico, Método Winkler, Método del Dicromato, Método EDTA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

### Laboratorio de Espectrometría

#### Análisis microbiológico del agua de Pozo por UFC/100ml

Muestra Ortiga	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
OT1 (15%-10')	2	277.3
OT2 (15%- 20')	2	277.3
OT3 (15%- 30')	0	277.3
OT4 (15%- 40')	0	277.3
OT5 (15%- 50')	0	277.3
OT6 (15%- 60')	0	277.3

Muestra Ortiga	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes totales iniciales UFC/100ml
OT1 (10%-10')	6	28.2
OT2 (10%- 20')	6	28.2
OT3 (10%- 30')	6	28.2
OT4 (10%- 40')	5	28.2
OT5 (10%- 50')	3	28.2
OT6 (10%- 60')	3	28.2

Método de filtración por membrana sembrado en placa Petri

Lima, 12 de Junio del 2021

MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)