

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**PROGRAMA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



**Efecto del Aceite Esencial de *Eucalyptus globulus*,  
“Eucalipto”, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.**

**2020**

**Tesis para obtener el Título de Químico Farmacéutico**

**Autora:**

**Taboada Espinoza, Yirley del Pilar**

**Asesor:**

**Gonzales Ruiz, Walter**

**Piura – Perú**

**2020**

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
1. Palabras clave .....	vi
2. Título .....	vii
3. Resumen .....	viii
4. Abstract.....	ix
5. Introducción.....	1
5.1. Antecedentes y fundamentación científica.....	1
5.1.1. Antecedentes .....	1
5.1.2. Fundamentación científica .....	4
5.2. Justificación de la investigación.....	8
5.3. Problema .....	9
5.4. Conceptualización y operacionalización de las variables.....	9
5.4.1. Variable Independiente .....	9
5.4.2. Variable de dependiente.....	11
5.5. Hipótesis .....	11
5.6. Objetivos.....	11
5.6.1. Objetivo general.....	11
5.6.2. Objetivos específicos .....	12
6. Metodología.....	12
6.1. Tipo y diseño de la investigación .....	12
6.1.1. Tipo .....	12
6.1.2. Diseño .....	13
6.2. Población y muestra.....	13
6.3. Técnicas e instrumentos de la investigación.....	13
6.3.1. Técnicas .....	13
6.3.2. Instrumentos.....	14
6.4. Procesamiento y análisis de la información .....	14
7. Resultados.....	15

7.1.	Determinación del efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25%, sobre <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .....	15
7.1.1.	Efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25% sobre <i>Escherichia coli</i> .....	15
7.1.2.	Efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25% sobre <i>Staphylococcus aureus</i> .....	16
7.1.3.	Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25%, sobre <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .....	17
7.2.	Determinación de la concentración del aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), que tiene mayor efecto antibacteriano sobre <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .....	18
7.3.	Identificación de la bacteria que presenta mayor sensibilidad a la acción antibacteriana aceite esencial de hojas de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto) .....	19
7.4.	Comparación del efecto antibacteriano del aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto), frente a Ceftriaxona y Ciprofloxacino sobre las cepas <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> .....	19
7.5.	Contrastación de la hipótesis de la investigación .....	20
8.	Análisis y discusión .....	23
8.1.	Análisis .....	23
8.2.	Discusiones .....	25
9.	Conclusiones y recomendaciones .....	30
9.1.	Conclusiones .....	30
9.1.1.	Del objetivo general .....	30
9.1.2.	De los objetivos específicos .....	30
9.2.	Recomendaciones .....	31
10.	Agradecimiento .....	32
11.	Referencias bibliográficas .....	34
12.	Anexos y apéndices .....	40
12.1.	Anexos .....	40
12.2.	Apéndices .....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁG.
<b>Tabla 1:</b> Diluciones a los que se sometió el aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i> “Eucalipto”.....	10
<b>Tabla 2:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 100%.....	15
<b>Tabla 3:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 50%.....	15
<b>Tabla 4:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 25%.....	15
<b>Tabla 5:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 100%.....	16
<b>Tabla 6:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 50%.....	16
<b>Tabla 7:</b> Halos de inhibición como efecto de la concentración al 25%.....	16
<b>Tabla 8:</b> Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial.....	17
<b>Tabla 9:</b> Estadística descriptiva de los halos de inhibición .....	18
<b>Tabla 10:</b> Sensibilidad de <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> ante aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	19
<b>Tabla 11:</b> Comparación del efecto antibacterial entre los tratamientos.....	19
<b>Tabla 12:</b> Estadística descriptiva de los halos de inhibición .....	21
<b>Tabla 13:</b> Análisis de Varianza (ANOVA) de los halos de inhibición.....	21
<b>Tabla 14:</b> Pruebas Post Hoc de Tukey. ....	22

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
<b>Figura 1:</b> Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial. ....	17
<b>Figura 2:</b> Estadística descriptiva de los halos de inhibición .....	18
<b>Figura 3:</b> Distribución de las medias de los halos según la prueba de Tukey. ....	22



## 1. Palabras clave

TEMA	EUCALIPTO. ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA
ESPECIALIDAD	FARMACIA Y BIOQUÍMICA

## Keywords

TEMA	EUCALYPTUS. ANTIBACTERIAL ACTIVITY.
ESPECIALIDAD	PHARMACY AND BIOCHEMISTRY.

## Línea de investigación

Línea de investigación	Recursos Naturales Terapéuticos y Fitoquímica
Área	Ciencias Médicas y de Salud
Sub área	Medicina Básica
Disciplina	Farmacología y Farmacia

## 2. Título

“Efecto del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* 2020”.

### 3. Resumen

El uso indiscriminado de los antibióticos ha generado la aparición de resistencia antimicrobiana en diversas bacterias, dificultando el tratamiento de las infecciones. Motivo por el cual surgió la presente investigación de tipo prospectivo, descriptivo, transversal y experimental, cuyo objetivo fue evaluar el efecto del aceite esencial de hojas de Eucalipto, frente a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, que permita su uso como una alternativa de tratamiento antibiótico. Se realizó la obtención del aceite esencial de Eucalipto, para posteriormente ser enfrentado en diversas concentraciones a cultivos puros *in vitro* de *E. coli* y *S. aureus* previamente tipificados, obtenidas en laboratorios referenciales de la región y/o a nivel nacional. La actividad antibacteriana del aceite esencial de Eucalipto fue evaluado mediante métodos de difusión en agar antibiograma, y los datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas descriptivas e inferencial, utilizando programas estadístico especializados. Al analizar y discutir los resultados se concluye que, con un valor de “p” de 0.000, existe diferencias significativas entre las actividades antibacteriana de hojas de Eucalipto, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

**Palabras Clave:** Eucalipto, Actividad Antibacteriana.

#### 4. Abstract

The indiscriminate use of antibiotics has generated the appearance of antimicrobial resistance in various bacteria, making it difficult to treat infections. Reason for which the present prospective, descriptive, cross-sectional and experimental investigation arose, whose objective was to evaluate the effect of the essential oil of Eucalyptus leaves, against in vitro cultures of Escherichia coli and Staphylococcus aureus, which allows its use as a alternative antibiotic treatment. The essential oil of Eucalyptus was obtained, to later be faced in various concentrations with previously typified pure in vitro cultures of E. coli and S. aureus, obtained in reference laboratories in the region and / or at the national level. The antibacterial activity of Eucalyptus essential oil was evaluated by means of diffusion methods on antibiogram agar, and the data were analyzed by descriptive and inferential statistical tests, using specialized statistical programs. When analyzing and discussing the results, it is concluded that, with a "p" value of 0.000, there are significant differences between the antibacterial activities of Eucalyptus leaves, ceftriaxone and Ciprofloxacin in Escherichia coli and Staphylococcus aureus cultures.

**Keywords:** Eucalyptus, Antibacterial Activity.

## **5. Introducción**

### **5.1. Antecedentes y fundamentación científica**

#### **5.1.1. Antecedentes**

Ticona (2019) realizó su tesis en donde el objetivo fue estudiar la acción antibacterial de dos tipos de aceite esencial en cultivos de *Staphylococcus aureus* y Coliformes fecales. Obteniéndose como resultado que el aceite de muña, al 25% se obtuvo un halo de inhibición de 13.27 mm frente a cultivos de Coliformes fecales, al 50% fue de 10.74 mm, al 75%: fue de 13.27 mm. Frente a *Staphylococcus aureus*, al 25% el halo fue de 9.96 mm, 50% fue de 10.74 mm, y al 75% fue de 13.15 mm. El aceite esencial de Eucalipto frente a Coliformes fecales al 25%, el halo de inhibición fue de 12.09 mm, al 50% fue de 13.29 mm y al 75% fue de 14.58 mm. Y al observar la acción antibacterial de eucalipto frente a *Staphylococcus aureus*, se observa que al 25% el halo de inhibición fue de 11.72 mm, al 50% fue 13.56 mm y al 75% fue de 14.37 mm.

Pérez (2019) en su investigación planteó como objetivo determinar la actividad antibacterial del aceite esencial del eucalipto a diferentes tratamientos sobre *Porphyromona gingivalis*. Fue un estudio de tipo transversal, comparativo y experimental. Obteniéndose como resultado tras la exposición a 24 y 48 horas que la concentración al 25% y 50% mostraron valores en los halos de inhibición de 8.9 mm y 8.5 mm, y 10.00 mm y 9.9mm respectivamente sobre la cepa en estudio, y la concentración al 5% evidencio mediadas de 6,90 mm y 6,50. Resumiendo lo planteado se tiene que las concentraciones de 25% y 50% en ambas horas de exposición inhibieron el crecimiento de *Porphyromona gingi*

*valis*, al mismo tiempo la concentración del 5% no presentó efecto inhibitorio.

Tantapoma (2019), en su trabajo donde evaluó el efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de “Eucalipto” sobre *Streptococcus pyogenes*. Los resultados señalan que a diferentes concentraciones de 12.5%, 25% ,75% y 100% sus halos de inhibición fueron 9.0, 11.5, 17.5, 13.2 mm respectivamente. La prueba ANOVA evidencio diferencias significativas entre los tratamiento, arrojando un  $p < 0.05$ .

Orbegoso (2019) en su estudio se planteó como objetivo evaluar el efecto antibacteriano del aceite esencial de “eucalipto” sobre *Klebsiella pneumoniae*. Los resultados arrojan halos de inhibición de 8.0 mm/ml, 12.9 mm/ml y 19.6 mm/ml respectivamente, tras los diferentes tratamientos realizados al 50%, 75% y 100%.

Armas (2019) en su tesis, determinó la actividad antibacteriana del aceite esencial de “eucalipto” en *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, comparado con gentamicina a 10 µg. Los resultados obtenidos señalan que todas concentraciones utilizadas tuvieron actividad antibiótica, pero solo se consideró eficaz las concentraciones al 75% y 100% contra *Staphylococcus aureus*, porque los diámetros de halos de inhibición fueron 16.22 y 19.56 mm respectiva. Sin embargo, contra *Pseudomonas aeruginosa* no mostro eficacia, solo logro inhibir el crecimiento a la concentración al 100% (9 mm).

Quispe (2018) realizó su trabajo, donde evaluó el efecto antibacterial del “eucalipto” sobre *Escherichia coli* y lo comparó con cotrimoxazol. Fue un estudio experimental done se enfrentó al aceite esencial diluido a las concentraciones de 75% y 100%, y al cotrimoxazol. Los resultados demostraron que se el aceite esencial de Eucalipto presentó efecto inhibitorio a las concentraciones de 75% y 100%, pero no superior a Cotrimoxazol.

Amaya (2018) presentó su tesis donde la finalidad era evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de “eucalipto” sobre *Staphylococcus aureus* y compararlo con oxacilina. Los resultados obtenidos mostraron que el aceite esencial de “eucalipto” a concentración de 100% dio un halo de inhibición de 17.3 mm, 95%: un halo entre 15 – 20 mm demostrando tener mayor efecto antibacteriano; no superando a oxacilina, cuyos diámetros de inhibición fueron de 35,4 mm. La prueba de ANOVA ( $p = 0.000$ ), corrobora que los resultados obtenidos son altamente significativos y que el aceite esencial de “eucalipto”, tiene efecto antibacteriano, frente a *Staphylococcus aureus*.

Vela (2017) presentó su tesis donde con el fin de comprobar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de eucalipto y compararlo con gluconato de clorhexidina al 2% en *Streptococcus mutans*, observándose como resultados que conforme aumentaban las concentraciones utilizadas del aceite esencial los halos de inhibición crecían de tamaño en forma proporcional. Al establecer a la Concentración Mínima Inhibitoria se tuvo que a medida que aumentaban las concentraciones del extracto etanólico disminuían las colonias de *Streptococcus mutans*, creciendo el poder inhibitorio.

Yánac (2017) en su tesis, se enfocó a evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de “eucalipto” sobre *Porphyromonas gingivalis*. Se encontró que las colonias de *Porphyromonas gingivales* enfrentadas al aceite esencial de “eucalipto” tuvieron efecto antibacteriano. Las concentraciones sin crecimiento bacteriano fueron las de 50% y 100%, las cuales no mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto ( $p > 0.05$ ).

Meléndez (2017) en su tesis donde el evaluó el efecto antibacteriano del aceite esencial de “eucalipto” sobre *Streptococcus pyogenes* y *Pseudomonas aeruginosa*. Los resultados que *Streptococcus pyogenes* y *Pseudomonas aeruginosa*, son altamente sensibles a la actividad antibacteriana del aceite

esencial de “eucalipto” en las diluciones de 50%, 75% y 100%, sin encontrarse una diferencia significativa en el uso de cada una.

### **5.1.2. Fundamentación científica**

Las infecciones comunitarias y nosocomiales, son las principales causas de muchas enfermedades a nivel mundial; y los antibióticos, han venido a ser de importancia en el tratamiento de diferentes infecciones, permitiendo disminuir notablemente la morbimortalidad de estas enfermedades infecciosas. (Maguiña, 2013; Winn, et al., 2008).

En 1928 en la ciudad de Londres, Alexander Fleming descubrió la Penicilina y, en la década de 1940 se aplicó con éxito la Penicilina y en 1950, 1960 y 1970 aparecen nuevos antibióticos que, sin ellos, existiría una elevada mortalidad en infecciones de piel, neumonía, infecciones urinarias, meningitis, y otras. Posteriormente aparecen nuevos antibióticos de origen natural y otros de origen sintéticos, existiendo actualmente 142 antibióticos, aproximadamente (Maguiña, 2013).

Lamentablemente, el uso irracional de muchos antibióticos, han permitido que los agentes infecciosos desarrollen resistencia a muchos antibióticos, iniciándose primero en los centros hospitalarios, para luego trasladarse e nivel comunitario (Flórez, 2014; Mendoza, 2008; Maguiña, 2013).

Un primer problema por el uso excesivo de los antibióticos fue la aparición de reacciones adversas entre leves a severas, relacionadas o no a su acción farmacológica, o por exceso de la medicación, y posteriormente la aparición cada vez más frecuente de bacterias resistentes y multirresistentes a uno o a varios antibióticos (OMS, 2004; OPS, 2009; Maguiña, 2013).

Respecto a la resistencia a los antibióticos, ésta se origina por cambios en la estructura genética bacteriana, como consecuencia del uso constante e indiscriminado de los antibióticos, y dosis inadecuadas, originando el incremento de la mortalidad. Todo esto conlleva a tomar medidas para reducir el uso indiscriminado y la automedicación con antibióticos, planteando una buena higiene alimentaria, el uso adecuado de antibióticos en veterinaria, medidas efectivas destinadas al control y reducción de las infecciones mediante vacunación y aplicación de estrategias locales, el lavado de las manos, relaciones sexuales seguras, fomentar la investigación y desarrollo de nuevos antibióticos, vacunas, productos diagnósticos y otros instrumentos, actividades de promoción de estilos de vida saludables (OMS, 2019), prevención de enfermedades utilizando medios naturales o tradicionales de curación en concordancia con la tecnológica actual (Cabrera, Fadragas & Guerrero, 2005).

Es importante considerar las diversas ventajas de consumir antibióticos naturales, como no generar resistencia por parte de las bacterias, inhibir el crecimiento de los gérmenes patógenos y aumentar las defensas del organismo, en tanto que los antibióticos sintéticos suelen bajarlas. Algunos productos naturales actúan directamente como antibióticos o como activadores de las defensas, como alimentos con elevadas dosis de vitaminas, como la A (retinol) que favorece la piel y mucosas. (Cabrera, Fadragas, & Guerrero, 2005). Y tomando en cuenta que la OMS (2019) plantea como estrategia fomentar la investigación y desarrollo de nuevos antibióticos, se puede considerar la investigación de la acción antimicrobiana de diversos productos de origen vegetal, como son los aceites esenciales de diversas especies vegetales.

Para la descripción del *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) se empezará mencionando su nombre científico el cual es *Eucalyptus globulus* Labill, de la familia *Mirtáceas*. Árbol, oriundo de los bosques australianos; de corteza de

color gris; se adapta a cualquier clima, desarrollando óptimamente en clima templado y moderado o a temperaturas frías en áreas tropicales. Pueden crecer hasta los 100 m, presenta dimorfismo foliar, las cuales huelen a cineol; de disposición opuestas en las ramas jóvenes y luego son alternas y pecioladas; su color verde; de 10 a 20 cm. de largo. Flores grandes, blancas y axilares por lo común solitarias. Fruto capsular de 1.5 a 3 cm. de diámetro. Mayormente se utilizan las hojas para extraer el aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor, que le llaman eucaliptol o cineol. Las hojas de eucalipto se utilizan en infusión contra la bronquitis y los catarros de las vías respiratorias (Quispe, 2018; Díaz, 2017; Orbegoso, 2019)

El aceite esencial tiene propiedades antisépticas, por lo cual, es utilizada en contra de infecciones respiratorias. A su vez, por el olor penetrante, es utilizada en la industria alimentaria, de perfumes; así mismo en minería como agente de flotación (Orbegoso, 2019).

Composición del Aceite Esencial (AE) del *Eucalyptus globulus* (Eucalipto). El AE de hojas de *E. globulus* “eucalipto” obtenido por arrastre con vapor tiene un olor penetrante característico y un color amarillo claro. Una densidad entre 0.90-0.93 g/mL. El análisis químico por Cromatografía de Gases de Alta Resolución (CGAR) determinó que el componente mayoritario del AE fue el Cineol o Eucaliptol con el 82.27%, Limoneno con el 3.70%,  $\alpha$ -Pinenos con el 3.16%, Guaiol con el 2.76%, Terpinen-4-ol con el 1.4%, Linalol con el 1.3%,  $\alpha$ -Terpineol con el 1.2%,  $\beta$ -Mirceno con el 1.12%) y finalmente  $\alpha$ - Terpineno con el 1.1% (Yáñez & Cuadro, 2012; Orbegoso, 2019).

Al hablar sobre *Escherichia coli*, se puede señalar que es de forma bacilar, G<sup>-</sup>, aerobio y móvil, se asocia a enfermedades gastroenteritis, infecciones urinarias, meningitis (poco frecuente) e infecciones nosocomiales. (Murray, Rosenthal, & Pfaller, 2014). Se desarrollan en su mayoría, en el intestino grueso; *Escherichia coli* Enteropatógeno, es causante de diarreas;

constituyendo de importancia sanitaria, y más aún, si es resistente a antibacterial. Asimismo, la OMS (2018) considera a *Escherichia coli*, como una de las bacterias resistencia bacteriana.

Del mismo modo, *Staphylococcus aureus*, tiene forma de coco, G<sup>+</sup> de diámetro aproximado de 0.5 a 1.5 µm, se agrupan en forma de racimo. Son responsables de proceso inflamatorio y supurativo, inmóviles, no forman esporas, sin cápsula, aunque algunas cepas sí la desarrollan y son anaerobias facultativas. Generalmente producen catalasa y se desarrollan en la mucosa nasal del hospedador, siendo responsable de infecciones a nivel comunitario y hospitalario, afectando la piel, tejidos blandos y tracto respiratorio bajo, pudiendo generar complicaciones severas como contaminando catéter venoso central, neumonía por ventilación mecánica, osteomielitis, endocarditis. Además de síndromes como: choque tóxico, piel escaldada (Winn, et al. 2008).

Existen cepas de *S. aureus* resistentes a la meticilina, y se transmite entre pacientes a través de las manos del personal sanitario, desde un paciente colonizado a través de sus objetos contaminados. En algunos trabajos de investigación mencionan que el porcentaje de resistencia a la meticilina por *S. aureus* aislado de pacientes hospitalizados va del 28 al 40%. (Ausina & Moreno, 2006; Brooks, Carroll, Butel, Morse, & Mietzner, 2011)

Al referirse sobre la evaluación del efecto antimicrobiano, para la realización de las pruebas de susceptibilidad es recomendable utilizar el medio de cultivo Mueller Hinton (en agar y en caldo), es un medio recomendado para realizar pruebas de susceptibilidad antimicrobiana.

La composición del medio Mueller Hinton permite el crecimiento de las bacterias no exigentes, mientras que garantiza mínimas interferencias entre

los componentes del medio y el resultado de la prueba de susceptibilidad antimicrobiana.

El uso del medio Mueller Hinton, está conforme con estándares del Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, y del Comité De L'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (BIOMÉRIEUX S.A., 2015; Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, 2017).

El Método de difusión en agar, es óptimo en microorganismos no exigentes de crecimiento rápido. Su aplicación consiste en colocar en la superficie de la placa con agar Müller Hilton, con siembra con el microorganismo, discos de papel de filtro empapado con antibióticos. El disco impregnado en antibiótico al estar en contacto el agar, absorbe agua y se difunde por el agar, formándose un gradiente de concentración. A los 18 a 24 horas de incubación, los discos pueden o no desarrollar una zona de inhibición de crecimiento bacteriano. (Sacsquispe Contreras & Velásquez Pomar, 2002; Koneman, 2008). El inóculo bacteriano a utilizarse debe estar estandarizado, generalmente con una suspensión bacteriana equivalente al tubo N° 0,5 del Nefelómetro de Mac Farland.

La lectura de la sensibilidad antibiótica se realiza mediante la medición del diámetro del halo de inhibición del crecimiento bacteriano, comparado según lo indicado para cada antibiótico (Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, 2017; Sacsquispe Contreras & Velásquez Pomar, 2002). Los resultados se reportan en Sensible, Intermedio y Resistente.

## **5.2. Justificación de la investigación**

La resistencia a los antibióticos se ha generado por su uso excesivo y prescripción inadecuada. Los mecanismos de resistencia a los antibióticos siguen generándose poniendo en peligro la efectividad al tratar las

enfermedades infecciosas comunes, haciéndose más difíciles y hasta imposible de tratar a medida que los antibióticos van perdiendo eficacia. (OMS, 2019) Por ello resulta urgente manejar en forma adecuada los diversos antibióticos existentes y promover investigaciones para el uso de otras alternativas como los antibióticos de origen natural. (Maguiña, 2013).

Para lo cual, la presente investigación pretende determinar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” sobre cultivos de *E. coli* y *S. aureus* y plantear su uso como una alternativa antibiótica y /o complementaria a los antibióticos de prescripción médica. Y contribuir al estudio de plantas medicinales para que en un futuro nos lleve al desarrollo de nuevos fármacos que garanticen la calidad y seguridad de su uso y con investigaciones científicas que respaldan su eficacia. Sobre todo, que sean asequibles para la población.

### **5.3. Problema**

¿Existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*?

### **5.4. Conceptualización y operacionalización de las variables**

#### **5.4.1. Variable Independiente**

Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”

##### **5.1.1.1. Conceptuación**

Es de color amarillento claro y tiene un olor penetrante. Dentro de su composición química destaca su contenido en cineol o eucaliptol reconocido como un potente antiséptico, antimicrobiano y descongestionante

#### 5.1.1.2. Operacionalización

El aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” se obtuvo por el método de destilación por arrastre de vapor, para la realización del proceso se logró recolectar 10 kg de hojas verdes de Eucalipto en el departamento de Cajamarca, Provincia de San Miguel, Distrito de San Pablo; posteriormente se procedió a su identificación taxonómica correspondiente. Las hojas verdes de eucalipto fueron seleccionadas, descartándose aquellas que presentaban magulladuras o lesiones y fueron desinfectadas con agua común y una solución de Hipoclorito de sodio al 0.05%. Para el equipo de destilación se utilizó 15 a 20 L de agua. Una vez obtenido el producto destilado, se colocó en la pera de decantación para separarse de acuerdo a sus propiedades de inmiscibilidad. Como último paso se filtró y vertió en un frasco ámbar estéril, conservándose a una temperatura de 4 – 8 °C. Finalmente se lograron recolectar 30 ml de aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” que fueron utilizados para la presente investigación.

Para la realización de las diluciones del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” a concentración de 50% y 25 % se utilizó como solvente Alcohol etílico a 96°.

**Tabla 1:** Diluciones a los que se sometió el aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”.

Concentraciones del Aceite Esencial	Cantidad de Aceite Esencial	Cantidad de Alcohol 96°	Volumen Final
25%	1.5 mL	4.5 mL	6 mL
50%	3 mL	3 mL	6 mL
100%	6 mL	--	6 mL

#### **5.4.2. Variable de dependiente**

Efecto antibacteriano

##### 5.1.1.3. Conceptuación:

Capacidad de inhibir el desarrollo y multiplicación de agentes bacterianos causantes de infecciones.

##### 5.1.1.4. Operacionalización

Acción antibacteriana del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, clasificada como nula, intermedio, sensible y altamente sensible.

#### **5.5. Hipótesis**

Existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

#### **5.6. Objetivos**

##### **5.6.1. Objetivo general**

Determinar las diferencias entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

### 5.6.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25%, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.
2. Determinar la concentración del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), que tiene mayor efecto antibacteriano sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.
3. Identificar a la bacteria que presenta mayor sensibilidad a la acción antibacteriana aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto).
4. Comparar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), frente a Ceftriaxona y Ciprofloxacino sobre las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

## 6. Metodología

### 6.1. Tipo y diseño de la investigación

#### 6.1.1. Tipo

Investigación prospectiva, descriptiva y transversal que permitió evaluar el efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Es una investigación prospectiva, donde se recogieron los datos después de la extracción de aceite esencial de Eucalipto y se enfrentaron a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Además, es una investigación descriptiva, porque los datos recogidos describen las características de un fenómeno en estudio, como el efecto del aceite esencial de eucalipto sobre cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Y es una investigación

transversal porque el efecto del aceite esencial de eucalipto se estudió en un solo momento.

### **6.1.2. Diseño**

El diseño de la investigación es experimental. En donde se obtuvieron los datos del efecto del aceite esencial de eucalipto a diferentes concentraciones establecidas por la investigadora.

### **6.2. Población y muestra**

La población de estudio estuvo representado por cultivos *in vitro* en placas Petri de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* y la muestra lo representó 36 placas Petri con cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

### **6.3. Técnicas e instrumentos de la investigación**

#### **6.3.1. Técnicas**

Para la obtención de datos la técnica que se utilizó es la observación, que permitió recoger la información o datos directamente de donde sucedieron los hechos, a medida que la investigadora lo observó (Álvarez & Jugersosn, 2003; Martínez, et al., 2013). Información que se obtuvo al enfrentar el aceite esencial de eucalipto a las bacterias en estudio.

Los procedimientos de laboratorio que se realizaron comprendieron:

1. Identificación taxonómica de las hojas de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto” en la Universidad Nacional de Trujillo.

2. Extracción del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”, mediante arrastre por vapor.
3. Activación e identificación bioquímica de las bacterias a utilizar: *E. coli* y *S. aureus*.
4. Preparación de las diluciones del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”
5. Evaluación del efecto antibacteriano aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”, sobre cultivos de *E. coli* y *S. aureus*. mediante el método de difusión en agar. Cada concentración del aceite esencial de eucalipto se repetirá cinco veces por cada bacteria.
6. Clasificación del efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto” en nula, intermedio, sensible y altamente sensible.

### **6.3.2. Instrumentos**

Como instrumento de investigación se utilizó un Registro en Excel donde se consideró la especie bacteriana utilizada, la concentración del aceite esencial utilizada, el resultado de la acción antibacteriana que fue clasificada como Sensible, Intermedio, Resistente.

### **6.4. Procesamiento y análisis de la información**

La información recogida en el cuadro en Excel, fue revisada y procesada por procedimientos de la estadística descriptiva e inferencial, mediante el uso de programas estadísticos especializados, cuyos resultados sirvieron para elaborar tablas y figuras.

## 7. Resultados

### 7.1. Determinación del efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25%, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

#### 7.1.1. Efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25% sobre *Escherichia coli*

**Tabla 2.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 100%.

	Halo en mm	Frecuencia	Porcentaje (%)
Válidos	63,0	1	20,0
	53,0	1	20,0
	50,0	2	40,0
	41,5	1	20,0
	Total	5	100,0

**Tabla 3.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 50%.

	Halo de inhibición en mm	Frecuencia	Porcentaje
Válidos	32,0	1	20,0
	31,0	1	20,0
	30,0	1	20,0
	25,0	1	20,0
	19,5	1	20,0
	Total	5	100,0

**Tabla 4.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 25%.

	Halo de inhibición en mm	Frecuencia	Porcentaje
Válidos	17,5	1	20,0
	17,0	1	20,0
	16,0	1	20,0
	15,0	1	20,0
	14,0	1	20,0
	Total	5	100,0

**7.1.2. Efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25% sobre *Staphylococcus aureus***

**Tabla 5.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 100%.

Halo de inhibición en mm	Frecuencia	Porcentaje
55,5	1	20,0
44,5	1	20,0
Válidos 33,0	2	40,0
30,0	1	20,0
Total	5	100,0

**Tabla 6.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 50%.

Halo de inhibición en mm	Frecuencia	Porcentaje
27,5	1	20,0
23,0	1	20,0
Válidos 16,0	1	20,0
14,0	2	40,0
Total	5	100,0

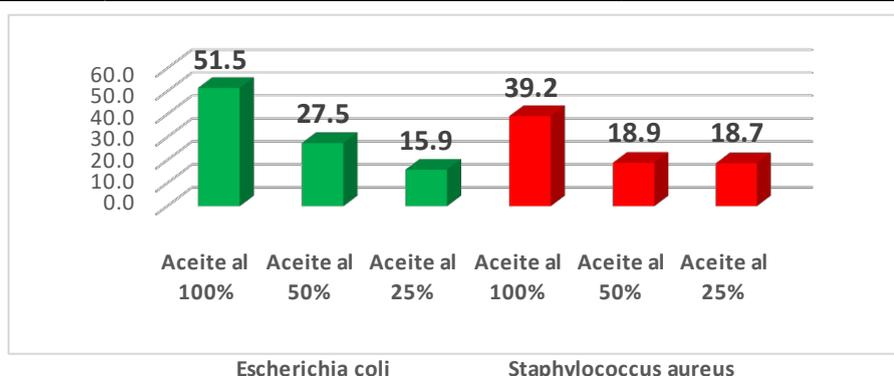
**Tabla 7.** Halos de inhibición como efecto de la concentración al 25%.

Halo de inhibición en mm	Frecuencia	Porcentaje
24,5	1	20,0
24,0	1	20,0
Válidos 18,0	1	20,0
14,0	1	20,0
13,0	1	20,0
Total	5	100,0

**7.1.3. Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), diluido al 100%, 50% y 25%, sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus***

**Tabla 8.** Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial.

Bacteria	Concentración	Halo de Inhibición
Escherichia coli	Aceite al 100%	51.5
	Aceite al 50%	27.5
	Aceite al 25%	15.9
Staphylococcus aureus	Aceite al 100%	39.2
	Aceite al 50%	18.9
	Aceite al 25%	18.7



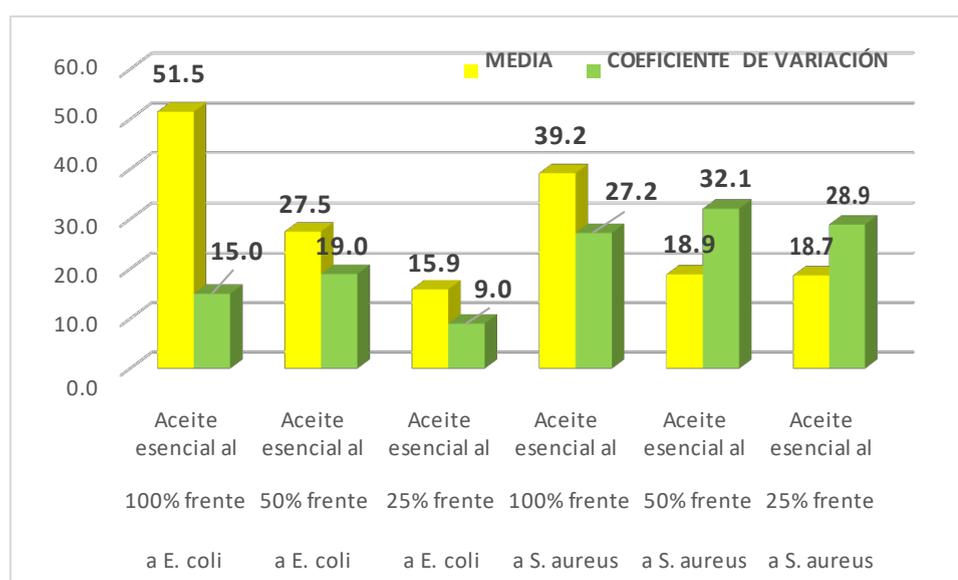
**Figura 1.** Resumen del efecto antibacteriano del aceite esencial.

**Interpretación:** Las tablas 2 al 7, evidencian los datos que describen el comportamiento de la actividad antibacteriana de acuerdo a la concentración del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, sobre cultivo *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. En la tabla 7 y figura 1, se registra el resumen de los promedios de los diámetros de los halos de inhibición, evidenciándose que las concentraciones del aceite esencial al 100%, 50% y 25% frente a los cultivos *in vitro* de *E. coli*, son 51.5 mm, 27.5 mm y 15.9 mm respectivamente. Y las mismas concentraciones frente al cultivo *in vitro* de *S. aureus*, los halos de inhibición son de 39.2 mm, 18.9 mm y 18.7 mm respectivamente. Esto evidencia que ambas bacterias son sensibles a las diferentes concentraciones del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*.

**7.2. Determinación de la concentración del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), que tiene mayor efecto antibacteriano sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus***

**Tabla 9.** Estadística descriptiva de los halos de inhibición

Concentración del agente inhibidor	N	Valor Mín.	Valor Máx.	Media	D.E.	C.V. (%)
Aceite esencial al 100% frente a <i>E. coli</i>	5	41.50	63.00	51.50	7.73	15.01
Aceite esencial al 50% frente a <i>E. coli</i>	5	19.50	32.00	27.50	5.22	18.98
Aceite esencial al 25% frente a <i>E. coli</i>	5	14.00	17.50	15.90	1.43	9.01
Aceite esencial al 100% frente a <i>S. aureus</i>	5	30.00	55.50	39.20	10.67	27.22
Aceite esencial al 50% frente a <i>S. aureus</i>	5	14.00	27.50	18.90	6.07	32.10
Aceite esencial al 25% frente a <i>S. aureus</i>	5	13.00	24.50	18.70	5.40	28.90



**Figura 2.** Estadística descriptiva de los halos de inhibición

**Interpretación:** La tabla 9 y la figura 2, registran la acción antibacteriana del aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, donde se observa que las concentraciones al 100%, tiene mayor actividad antibacteriana frente a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Teniendo valores de halos de inhibición en *Escherichia coli*, 51.5 mm y en *Staphylococcus aureus*, 39.2 mm.

**7.3. Identificación de la bacteria que presenta mayor sensibilidad a la acción antibacteriana aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto)**

**Tabla 10.** Sensibilidad de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* ante aceite esencial de *Eucalyptus globulus*.

Bacteria	Escherichia. coli			Staphylococcus aureus		
	100%	50%	25%	100%	50%	25%
Concentración del aceite esencial	100%	50%	25%	100%	50%	25%
Número de datos	5	5	5	5	5	5
Media de halo de inhibición (mm)	51.5	27.5	15.9	39.2	18.9	18.7
Condición bacteriana	Altamente sensible	Sensible	Sensible	Altamente sensible	Sensible	Sensible

**Interpretación:** La tabla registra los valores de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* frente a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, notando que la bacteria que presenta mayor sensibilidad es *Escherichia coli*, presentando un diámetro del halo de 51.5 mm, evidenciando que la bacteria es altamente sensible.

**7.4. Comparación del efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto), frente a Ceftriaxona y Ciprofloxacino sobre las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus***

**Tabla 11.** Comparación del efecto antibacteriano entre los tratamientos.

Bacteria	Agente Antibacterial				Medicamento	
	Aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i>			Media	Ciprofloxacino	Ceftriaxona
	100%	50%	25%			
<i>Escherichia. coli</i>	51.5	27.5	15	31.3	33.2	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	39.2	18.9	18.7	25.6	-	28.2

**Interpretación:** En la tabla 11 se evidencia que al 100% de aceite esencial, el efecto antibacteriano es superior a los de Ceftriaxona y Ciprofloxacino frente a cultivo *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Pero al comparar con los promedios del aceite, los efectos de Ceftriaxona y Ciprofloxacino son más efectivos.

## 7.5. Contrastación de la hipótesis de la investigación

Para la prueba de hipótesis se siguieron los cinco pasos recomendados por la literatura científica:

1. Plantear las hipótesis estadísticas.
2. Especificar el Nivel de significancia ( $\alpha$ ).
3. Seleccionar el Estadístico de prueba.
4. Establecer la regla de decisión.
5. Tomar la decisión y conclusión.

### 1. Plantear las Hipótesis Estadísticas

- **La hipótesis planteada ( $H_1$ ):** “Existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona a y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”.
- **La hipótesis nula ( $H_0$ ):** “No existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”.

Se debe recordar, que, al realizar la prueba de hipótesis, esta se hace en la hipótesis nula ( $H_0$ ). En este sentido, se plantean las hipótesis estadísticas:

- $H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2 = \bar{X}_3 = \bar{X}_4 = \bar{X}_5 = \bar{X}_6 = \bar{X}_7 = \bar{X}_8$
- $H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \neq \bar{X}_3 \neq \bar{X}_4 \neq \bar{X}_5 \neq \bar{X}_6 \neq \bar{X}_7 \neq \bar{X}_8$

### 2. Especificar el Nivel de significancia ( $\alpha$ )

El Nivel de Significancia para la presente investigación fue de 0,05 ( $\alpha = 0,05$ ) y un nivel de confianza del 95%.

### 3. Seleccionar del estadístico de prueba

El estadígrafo de prueba es el análisis de varianza (ANOVA) y para su comprobación, se hizo uso de la prueba de Tukey.

#### 3.1. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos de los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

**Tabla 12.** Estadística descriptiva de los halos de inhibición

Agente antibacterial	N	Media	Desviación estándar	C.V.	Intervalo de confianza para la media al 95%		Valor	
					Lím inf	Lím sup	Mín	Máx
Aceite al 100%								
en <i>E. coli</i>	5	51.5	7.7	15.0	41.9	61.1	41.5	63.0
Aceite al 50% en <i>E. coli</i>	5	27.5	5.2	19.0	21.0	34.0	19.5	32.0
Aceite al 25% en <i>E. coli</i>	5	15.9	1.4	9.0	14.1	17.7	14.0	17.5
Aceite al 100% en <i>S. aureus</i>	5	39.2	10.7	27.2	26.0	52.4	30.0	55.5
Aceite al 50% en <i>S. aureus</i>	5	18.9	6.1	32.1	11.4	26.4	14.0	27.5
Aceite al 25% en <i>S. aureus</i>	5	18.7	5.4	28.9	12.0	25.4	13.0	24.5
Ciprofloxacino en <i>E. coli</i>	3	33.2	0.6	1.7	31.7	34.6	32.5	33.5
Ceftriaxona en <i>S. aureus</i>	3	28.2	0.6	2.0	26.7	29.6	27.5	28.5
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>29.0</b>	<b>131.9</b>	<b>22.0</b>	<b>24.5</b>	<b>33.4</b>	<b>13.0</b>	<b>63.0</b>

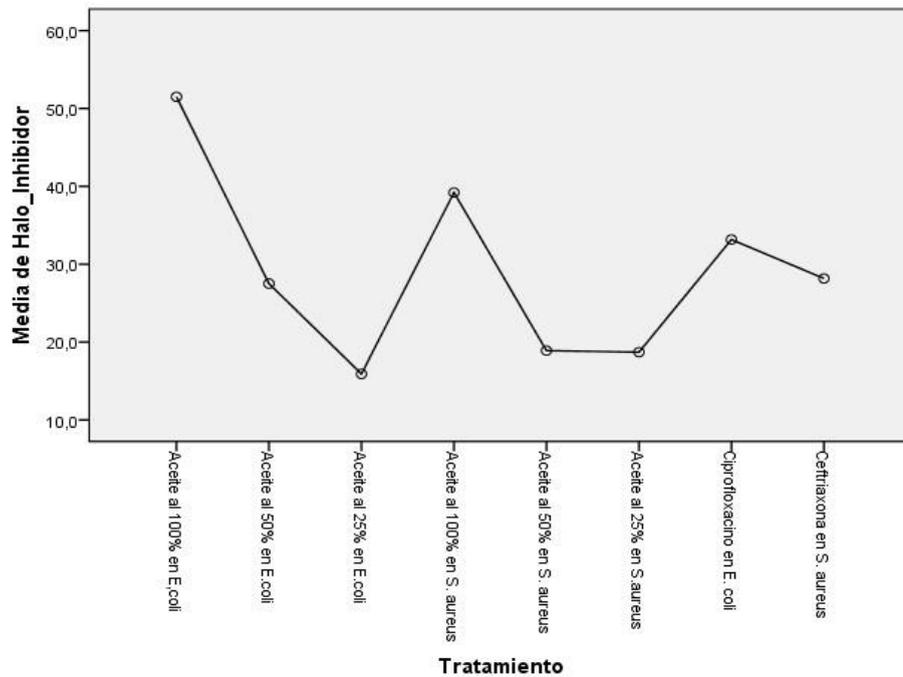
**Tabla 13.** Análisis de Varianza (ANOVA) de los halos de inhibición

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Valor Sig. (Valor de "p")
Inter-grupos	5015,354	7	716,479	18,630	,000
Intra-grupos	1076,833	28	38,458		
<b>Total</b>	<b>6092,188</b>	<b>35</b>			

3.2. Pruebas Post Hoc de Tukey de los halos de inhibición.

**Tabla 14.** Pruebas Post Hoc de Tukey.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Aceite al 25% en <i>E.coli</i>	5	15,900		
Aceite al 25% en <i>S.aureus</i>	5	18,700		
Aceite al 50% en <i>S. aureus</i>	5	18,900		
Aceite al 50% en <i>E.coli</i>	5	27,500	27,500	
Ceftriaxona en <i>S. aureus</i>	3	28,167	28,167	
Ciprofloxacino en <i>E. coli</i>	3		33,167	
Aceite al 100% en <i>S. aureus</i>	5		39,200	39,200
Aceite al 100% en <i>E.coli</i>	5			51,500
Sig.		,112	,146	,110



**Figura 3.** Distribución de las medias de los halos según la prueba de Tukey.

#### 4. Establecer la regla de decisión

Al determinar el valor de “p” según ANOVA que es igual a 0.000, se puede establecer la siguiente regla de decisión:

- Si  $p > 0.05$ , se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .
- Si  $p < 0.05$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

#### 5. Toma de decisión y conclusión

Al determinar el valor de “p” a través de ANOVA y corroborada con la prueba de Tukey, se puede decidir:

- $p < \alpha$
- $0.000 < 0.05$

La “p” a partir de los estadígrafos muestrales, es menor que el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), entonces se puede decir que “Existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”.

### 8. Análisis y discusión

#### 8.1. Análisis

El efecto antibacterial a diferentes concentraciones de aceite esencial de las hojas de “eucalipto”, en cultivo de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, se encuentra registrado en las tablas 2 al 7, donde se observa los halos de inhibición de las diferentes concentraciones. En la tabla 8 y figura 1, se evidencia el resumen de los promedios de los diámetros de los halos de inhibición, evidenciándose que las concentraciones del aceite esencial al 100%, 50% y 25% frente a los cultivos *in vitro* de *E. coli*, son 51.5 mm, 27.5

mm y 15.9 mm respectivamente. Y, las mismas concentraciones frente a los cultivos *in vitro* de *S. aureus*, los halos de inhibición son de 39.2 mm, 18.9 mm y 18.7 mm respectivamente. Esto evidencia que ambas bacterias son sensibles a las diferentes concentraciones del aceite esencial de “eucalipto”.

En la tabla 8 y la figura 2, registran halos de inhibición de la acción antibacteriana del aceite esencial de “eucalipto”, observándose que las concentraciones al 100%, tiene mayor actividad antibacterial frente a cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Los halos de inhibición en promedio para *Escherichia coli*, es de 51.5 mm y en *Staphylococcus aureus*, 39.2 mm, evidenciándose que dichas bacterias son altamente sensibles a concentraciones de 100% de aceite esencial de “eucalipto”.

En la tabla 10 se registra los valores de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del aceite esencial de “eucalipto” frente a cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, observando que la bacteria que presenta mayor sensibilidad es *Escherichia coli*, con un diámetro del halo de inhibición de 51.5 mm, comprobando que la bacteria es altamente sensible al aceite esencial de “eucalipto”.

Al comparar los efectos antibacterianos del aceite esencial de las hojas de “eucalipto” frente a Ceftriaxona y Ciprofloxacino, se evidencia que a una concentración del 100% del aceite, la actividad antibacterial es superior a los de Ceftriaxona y Ciprofloxacino frente a cultivo de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Pero si se observa el promedio de la acción antibacterial del aceite esencial en ambas bacterias, se puede notar que los efectos de Ceftriaxona y Ciprofloxacino son más efectivos, muy a pesar que en todas las concentraciones de aceite se observa la sensibilidad de las bacterias, reduciéndose el halo de inhibición a medida que se reduce la concentración del aceite esencial.

Para la prueba de hipótesis, se siguió los 5 pasos recomendados por la literatura científica. Para ello se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 con un nivel de confianza del 95% y como estadístico de prueba de hipótesis a ANOVA (Análisis de Varianza) y como prueba o corroboración de ANOVA se hizo uso de la prueba Post Hoc de Tukey. La tabla 12, registra el análisis estadístico descriptivo de los 8 datos que corresponde a los promedio de los halos de inhibición de cada tratamiento (Concentraciones del aceite Ceftriaxona y Ciprofloxacino), destacando que la media de todos los datos analizados es de 29 mm, lo que indica que en promedio las bacterias son sensibles a todos los tratamientos y, además de ello, el coeficiente de variación al tener un valor (22%) menor al 30% (valores menor al 30% son representativos de la población estudiada y mayores no son representativos) señala que estos datos son representativos de la población estudiada.

La tabla 13, registra el análisis de ANOVA, donde se evidencia un valor de “p” de 0.000, valor que indica que hay diferencia en los halos de inhibición entre los tratamientos. Dicho análisis esta corroborado por la prueba Post Hoc de Tukey, cuyos datos se encuentra en la tabla 14 y figura 3, donde se evidencia que existe diferencia en los halos de inhibición de los diferentes tratamientos.

Con datos obtenidos en la prueba de ANOVA y la prueba de Tukey, y tomando en cuenta la regla de decisión, se puede señalar que con un nivel de significancia de 0.05, un nivel de confianza de 95% y un valor de “p” de 0.000, existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de “eucalipto”, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

## 8.2. Discusiones

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto”, sobre cultivos in vitro de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Para la evaluación primero se extrajo el aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto” de hojas verdes por el método de destilación por arrastre de vapor y se diluyó a las concentraciones 100%, 50%, 25%, luego se enfrentó a las cepas bacterianas mencionadas anteriormente, y se comparó con discos de sensibilidad de Ceftriaxona y ciprofloxacino.

Los resultados encontrados y que se muestran en la tabla 2 hasta 7, nos demuestra que el aceite esencial de *Eucalyptus globulus*, “Eucalipto” inhibe el crecimiento bacteriano a diferentes concentraciones 100%, 50% y 25% frente a los cultivos *in vitro* de *E. coli*, obteniéndose como medida promedio de los halos de inhibición 51.5 mm, 27.5 mm y 15.9 mm respectivamente. De igual forma las mismas concentraciones frente a los cultivos *in vitro* de *S. aureus*, se observaron valores de diámetro de 39.2 mm, 18.9 mm y 18.7 mm respectivamente, por lo consiguiente se verifica que si existe efecto antibacteriano y que las cepas utilizadas son sensibles a todas las concentraciones a las que se diluyó el aceite esencial.

Observándose que la bacteria que presenta mayor sensibilidad es *Escherichia coli* (tabla 10), con un diámetro de 51.5 mm. Se comparó el efecto antibacteriano del aceite esencial de las hojas de *Eucalyptus globulus* con Ceftriaxona y Ciprofloxacino (Tabla 11), donde se observa que tanto *S. aureus* como *E. coli* son sensibles a estos dos antibióticos, y que su efecto es mayor en comparación con el aceite esencial, pero sin descartar que a mayor concentración del aceite esencial el halo de inhibición puede ser mayor.

Estos resultados guardan relación con lo encontrado por Amaya (2019) quien utilizó concentraciones de aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, a concentraciones de 100%, 75%, 50%, 25%, sobre *Staphylococcus aureus*, pero demostrando que solo se logró inhibir el crecimiento bacteriano a concentración de 100% con un halo de inhibición de 17.3 mm, concluyendo que si existe efecto antibacteriano pero este es menor que el causado por oxacilina diluida a 1 ug *in vitro* cuyo halo de inhibición 35.4 mm.

Por otro lado, Armas (2019), determinó que el aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, es eficaz a la concentración de 100% encontrando halos de inhibición de 19.56 mm sobre *Staphylococcus aureus metilino resistente* (MRSA), y concluye que a mayor concentración tiene mayor efecto antibacteriano, pero al compararlo con Gentamicina (35.4 mm) la actividad antibacteriana es mínima.

De modo idéntico, Orbegozo (2019), realizó su estudio en cepas de *Klebsiella pneumoniae* productoras de betalactamasas de espectro extendido, mostró que halos de inhibición frente a aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” llevado a concentraciones de 75% y 100% obtuvo medidas en los halos de inhibición de 19.6 mm y 12.9 mm en promedio respectivamente, evidenciando que, si existe actividad antibacteriana, pero es menor que Meropenem un antibiótico de amplio espectro.

Quien logró obtener mejores resultados fue Quispe (2018), estudió la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” y encontró que los halos de inhibición fueron de 20.9 mm para la concentración al 100% y 16.8 mm para el 75%; sin embargo, estos no lograron superar a los resultados obtenidos por Cotrimoxazol cuyo halo de inhibición fue de 29.9 mm sobre *E. coli*

Por lo contrario, Pérez (2019) en su investigación, no logró demostrar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, sobre *Porphyroma gingivalis*, puesto que todos los valores de los halos de inhibición obtenidos fueron menores a 6.9 con lo que concluyó que el aceite esencial de Eucalipto tiene actividad antibacteriana muy baja, considerando a *Porphyroma gingivalis* resistente al aceite esencial de *Eucalyptus globulus*.

Como se puede observar la mayoría de los estudios muestran que el aceite esencial de “eucalipto”, tiene efecto antibacteriano y que a mayor

concentración mejor efecto. Esto se debe a su composición de cineol o eucaliptol, un monoterpeno que le confiere la actividad antibacteriana y a las características propias de los aceites esenciales como es la hidrofobicidad que ayuda a que esté penetre la pared bacteriana ocasionando lisis y por consiguiente su destrucción. Montero y et al. (2019) citan a El Asbahani, (2015) y Bakkali, et al. (2008) quienes explican que la actividad antibacterial y antifúngica se debe a los fenoles y monoterpenos que poseen, ya que estos son accionan directamente con el citoplasma del patógeno o puede ser también, por su propiedad de hidrofobicidad lo cual le permite incorporarse a los lípidos de la membrana, permitiendo la fuga de iones y otros compuestos de la bacteria.

Sin embargo, si comparamos los halos de inhibición obtenidos en los estudios anteriores con los que se encontraron en esta investigación, se puede señalar que existe diferencia entre las cepas utilizadas, resultando ser altamente sensibles. Ante esto, se puede considerar que múltiples pueden ser las causas que produzcan estas variantes como la recolección, selección y conservación de la materia vegetal, puesto que la mayoría de las plantas una vez cortadas puede sufrir alteraciones que influyen en su actividad terapéutica y que pueden afectar directamente los principios activos. El método de obtención del aceite esencial, determina el índice y pureza del mismo; esto es importante, debido a que un contenido de agua superior afecta la calidad y pureza de la droga.

Orbegozo (2019) cita a Dhakad et al. (2018) y Mohamed y Ibrahim (2007) quienes afirman que la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Eucalyptus* ha sido estudiada por varios investigadores y es conocido ya que sus principales componentes exhiben toxicidad contra una amplia gama de microbios, incluidas bacterias y hongos transmitidos por el suelo y patógenos post cosecha. El estudio fotoquímico en “eucalipto” ha encontrado un componente llamado Eucalyptone G, el cual es activo contra bacterias

grampositivas como *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus* con zona de inhibición de 16 mm de diámetro después de 24 horas de incubación a 37°C y también altamente activo contra bacterias gramnegativas como *Escherichia coli* con zona de inhibición de 19 mm de diámetro.

Lo mencionado por estos autores, se corrobora en esta investigación pues el aceite esencial de “*eucalipto*” diluido a diferentes concentraciones y enfrentado a cepas de *S. aureus* y *E. coli* demostró que ambas bacterias son altamente sensibles. Además, nos hacen mención que esta actividad se debe a un nuevo componente encontrado en el aceite esencial, Eucaliptone G, un compuesto que pertenece a la familia de los floroglicenoles que son conocidos por poseer actividades biológicas los cuales podrían ser motivo de estudios posteriores.

La prueba de hipótesis, y su corroboración con ANOVA mediante el método de Post Hoc de Tukey indica que en promedio las bacterias son sensibles a todos los tratamientos, donde se evidencia un valor de “p” de 0.000, valor que indica que hay diferencia en los halos de inhibición entre los tratamientos del aceite esencial de hojas de “*eucalipto*”, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* con un nivel de confianza de 95%.

Ante los resultados encontrados en el presente estudio, se evidencia que el aceite esencial de hojas de “*eucalipto*”, si tiene efecto antibacteriano sobre las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus in vitro*, y donde a mayor concentración del aceite esencial, mayor será el efecto inhibitorio sobre las cepas de las bacterias estudiadas. En relación a lo anterior, este trabajo propone plantear su uso como una alternativa y/o coadyuvante en el tratamiento de infecciones bacterianas.

## **9. Conclusiones y recomendaciones**

### **9.1. Conclusiones**

#### **9.1.1. Del objetivo general**

Con un nivel de significancia de 0.05, un nivel de confianza de 95% y un valor de “p” de 0.000, existe diferencias significativas entre los halos de inhibición de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, Ceftriaxona y Ciprofloxacino en cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

#### **9.1.2. De los objetivos específicos**

Las concentraciones de 100%, 50% y 25% de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, tiene efecto antibacterial sobre cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

La concentración de 100% de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, tiene el mayor efecto antibacterial frente a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, con halos de inhibición de 51.5 mm y 39.2 mm respectivamente.

Con un halo de inhibición en promedio de 31.3 mm, *Escherichia coli*, es la bacteria que presenta la mayor sensibilidad frente a concentraciones de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*.

El aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*, a una concentración de 100% tiene mayor efecto antibacterial que Ceftriaxona y Ciprofloxacino, frente a cultivos *in vitro* de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Sin embargo, con un halo promedio, Ceftriaxona y Ciprofloxacino tiene mayor efecto antibacterial que las concentraciones de aceite esencial de hojas de *Eucalyptus globulus*.

## 9.2. Recomendaciones

Realizar diluciones del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” a concentraciones mínimas (5%, 1%, 0.5%) y observar si continúa inhibiendo el crecimiento bacteriano.

Utilizar otras técnicas de susceptibilidad antimicrobiana para verificar la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”.

Evaluar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” en otro tipo de bacterias que presenten resistencia a múltiples antibióticos.

Efectuar nuevos estudios del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” en otro grupo de antibiótico que sean de más amplio espectro para comparar su actividad antibacteriana.

Realizar estudios de estabilidad al aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” para identificar cambios que puedan producirse durante el proceso de extracción o almacenamiento, y que afecten sus propiedades terapéuticas.

Ejecutar estudios *in vivo* en animales de experimentación para determinar su eficacia antibiótica, determinar reacciones adversas y la toxicidad que pueda ocasionar el uso del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”.

## **10. Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios, con sus bendiciones llena siempre mi vida. Agradecer a mi familia por estar siempre presentes y apoyarme a lo largo de este camino.

Agradecer a mi centro de estudios Universidad San Pedro, por su formación en valores, conocimientos y habilidades, que aplicare a lo largo del ejercicio profesional.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a mis docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis a Dios, por permitirme llegar hasta aquí, por brindarme fortaleza y salud para llevar acabo y perseguir mis metas.

Además, quiero dedicar esta tesis a mi hija, motor y motivo para continuar de pie, y luchar día a día para ofrecerle un mejor futuro.

A mis padres y hermana por el apoyo incondicional, y por alentarme a continuar con mis metas y sueños trazados en momentos que sentía caer y que no podía más.

Esto es el inicio de un largo camino por recorrer y tengan presente que lo hare por ustedes, anteponiendo siempre mis raíces y los valores inculcados.

## 11. Referencias bibliográficas

- Amaya, D. A. (2018). *Efecto antibacteriano de aceite esencial de Eucalyptus globulus "eucalipto", sobre Staphylococcus aureus ATCC25923 comparado con Oxacilina*. Universidad César Vallejo. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25408>
- Armas, E. (2019). *Efecto antibacteriano del aceite esencial de Eucalyptus globulus sobre Staphylococcus aureus meticilino resistente y Pseudomonas aeruginosa comparado con gentamicina*. Universidad Cesar Vallejo. Perú. Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35742/armas\\_ze.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35742/armas_ze.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ausina, V., & Moreno, S. (2006). *Tratado SEIMC de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. (S. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, Ed.) Médica Panamericana. Recuperado de [https://books.google.es/books?id=1FBKR\\_17ZFsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=1FBKR_17ZFsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- BIOMÉRIEUX S.A. (2015). BIOMÉRIEUX. (BIOMÉRIEUX, Productor) Recuperado de [http://www.biomerieux.es/servlet/srt/bio/spain/dynPage?open=SPN\\_CLN\\_PRD&doc=SPN\\_CLN\\_PRD\\_G\\_PRD\\_CLN\\_93&pubparams.sform=8&lang=es](http://www.biomerieux.es/servlet/srt/bio/spain/dynPage?open=SPN_CLN_PRD&doc=SPN_CLN_PRD_G_PRD_CLN_93&pubparams.sform=8&lang=es)
- Brooks, G.F., Carroll, K.C., Butel, J.S., Morse, S.A., & Mietzner, T.A. (2011). *Jawetz, Melnick y Adelberg Microbiología médica (25° ed.)*. Mexico DF, Mexico: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Cabrera, Y., Fadrugas, A., & Guerrero, L.G. (2005). Antibióticos naturales. Mito o realidad. *Rev Cubana Med Gen Integr*, 21, 3 - 4. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252005000300025](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252005000300025)

- Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI. (2017). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. Pennsylvania, USA.
- Concepto.de. (s.f.). Recuperado de <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/#ixzz5jH2X5gSL>
- Cooper, W.O., Hernández, S. & Arbogast, P.G. (2009). Antibiotics potentially used in response to bioterrorism and the risk of major congenital malformations. *Rev. AediatrPerinatEpidemiol*, 23(18). Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3381893/>
- Díaz, J.D. (2017). *Efecto antibacteriano del aceite esencial del Eucalyptus globulus (Eucalipto) frente a cepas de Porphyromona gingivalis. Estudio in vitro. Tacna - 2017*. Universidad Alas Peruanas. Recuperado de <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/8526>
- Escobar, F., Ferro, P., Rocha, N, & León A. (2020). Seminario Internacional “resistencia a antibióticos”: Amenaza global a la salud pública- Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 7-24. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n1/2313-2957-ria-22-01-7.pdf>.
- Flórez, J. (2014). *Farmacología humana* (6ta. ed.). M.a.s.on.
- Grupo técnico de expertos en plantas medicinales OPS/OMS Lima- Perú 2018. Recuperado de [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50479/OPSPER19001\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/50479/OPSPER19001_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=)
- Hidalgo, C.E. (2018). *Sensibilidad y resistencia de microorganismos en los servicios de hospitalización del hospital III salud "José Cayetano Heredia" 2012-2016. Piura*. Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Piura. Recuperado de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3996>
- Horna, G., Silva, M., Vicente, W., & Ramírez, J. (2005). Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de ciprofloxacina en bacterias uropatógenas aisladas en el Instituto Nacional de

- Enfermedades Neoplásicas. *Rev Med Hered*, 16(1), 39 - 45.  
Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v16n1/v16n1ao6.pdf>
- Juarez Diaz, J. M. (2018). *Estudio de las características fisicoquímicas y fitoquímicas de las hojas de Eucalyptus globulus Labill (eucalipto)*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Perú. Recuperado de [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5099/CARACTERISTICAS\\_FISICOQUIMICAS\\_JUAREZ\\_DIAZ\\_JOSE\\_MIGUEL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5099/CARACTERISTICAS_FISICOQUIMICAS_JUAREZ_DIAZ_JOSE_MIGUEL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Koneman, E. (2008). *Microbiología Diagnóstica* (6° ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Maguiña, C. (2013). *Uso racional de antibióticos* (Segunda ed.). Lima, Perú. Recuperado de <http://200.48.13.40/bitstream/CMP/24/3/UsorRacionalAntibioticos.pdf>
- Meléndez, J.W. (2017). *Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial de Eucalyptus globulus "Eucalipto" sobre Streptococcus pyogenes y Pseudomonas aeruginosa*. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Medicina. Escuela de Medicina. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11319/Efecto%20antibacteriano%20in%20vitro%20del%20aceite%20esencial%20de%20Eucalyptus%20globulus%20e2%80%9cEucalipto%e2%80%9d%20sobre%20Strep.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Mendoza, N. (2008). *Farmacología médica*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Ministerio de Agricultura y Riego. Perú. (s.f.). Eucalipto. Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/EUCALIPTO.pdf>
- Montero, M., Morocho, M. J., Avilés, D., Carrasco, Á. & Erazo, R. (2019). Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus spp*) sobre cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 932-

938. Recuperado de

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v30n2/a42v30n2.pdf>

Murray, P., Rosenthal, K. & Pfaller, M. (2014). *Microbiología Médica Murray* (séptima ed.). Mosby (Elsevier Science).

Orbegoso, R.J. (2019). *Actividad antibacteriana in vitro del aceite esencial de Eucalyptus globulus "eucalipto" en cepas de Klebsiella pneumoniae productora de betalactamasas de espectro extendido*. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15241>

Organización Mundial de la Salud - OMS. (2019). Resistencia a los antibióticos. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos>

Organización Mundial de la salud (OMS). (2004). Portal de Información - Medicamentos Esenciales y Productos de Salud. Un recurso de la Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <http://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Js5422s/4.4.html#Js5422s.%204.4>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Datos recientes revelan los altos niveles de resistencia a los antibióticos en todo el mundo. Recuperado de <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2018/antibiotic-resistance-found/es/>

Organización Panamericana de la Salud - OPS. (2009). Perfil de país Perú - Resistencia antimicrobiana. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C. Recuperado de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1363:2009-perfil-pais-peru-resistencia-antimicrobiana&Itemid=40288&lang=pt](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1363:2009-perfil-pais-peru-resistencia-antimicrobiana&Itemid=40288&lang=pt)

Pérez, D.J. (2019). *Efecto inhibitorio del aceite esencial del eucalipto (eucalyptus) en diferentes concentraciones sobre Porphyromona gingivalis. Estudio in vitro* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

- Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19655/1/T-UCE-0015-ODO-247.pdf>
- Quispe, E.J. (2018). *Efecto antibacteriano del Eucalyptus globulus sobre Escherichia coli ATCC 25922 comparado con Cotrimoxazol*. Universidad César Vallejo. Perú. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25382>
- Sacsquispe, R., & Velásquez, J. (2002). *Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de Disco Difusión* (Vol. Serie de normas técnicas N° 30). Lima, Perú: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Recuperado de [https://antimicrobianos.ins.gob.pe/images/contenido/documentos/nacionales/manua\\_1\\_sensibilidad.pdf](https://antimicrobianos.ins.gob.pe/images/contenido/documentos/nacionales/manua_1_sensibilidad.pdf)
- Seija, V., & Vignoli, R. (s.f.). Principales grupos de antibióticos. Recuperado de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA34.pdf>
- Tantapoma, T. (2019). *Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial de hojas de Eucalyptus globulos Labill (Eucalipto) sobre Streptococcus pyogenes*. Universidad Los Ángeles de Chimbote. Recuperado de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/11380>
- Vela, L.P. (2017). *Estudio comparativo in vitro del efecto antibacteriano del extracto etanólico de eucalipto con gluconato de clorhexidina sobre el Streptooccus mutans*. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Estomatología. Trujillo. Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7534>
- Vignoli, R., & Seija, V. (s.f.). Instituto de Higiene. (U. d. Uruguay, Ed.) Recuperado de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/Principalesmecanismosderesistenciaantibiotica.pdf>
- Winn, W.C., Allen, S.D., Janda, W.M., Koneman, E.W., Procop, G.W., Schreckenberger, P.C. & Woods, G.L. (2008). Koneman. Diagnóstico

microbiológico. Texto y Atlas en color (6° ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.

- Yáñac, L.M. (2017). *Efecto antibacteriano del aceite esencial del Eucalyptus globulus (Eucalipto) sobre las colonias de Porphyromonas gingivalis ATCC 33277 in vitro*. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12580/Y%c3%a1nac%20Acedo%20Lourdes%20Magdalena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yáñez, X. & Cuadro, O.F. (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* de tres zonas de Pamplona (Colombia). *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 52 - 61. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/BistuaPamplona/2012/vol10/no1/5.pdf>



## Anexo B: Evidencias fotográficas

Recolección y selección de las hojas de *Eucalyptus globulus* “eucalipto”



**Foto 1:** Recolección de las hojas de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” en el departamento de Cajamarca, Provincia San Miguel, Distrito San Pablo



**Foto 2:** Selección de las hojas de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, teniendo en cuenta aquellas que se encontraban sanas y sin magulladuras, y que no presentaban lesiones.

Extracción del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “eucalipto”.

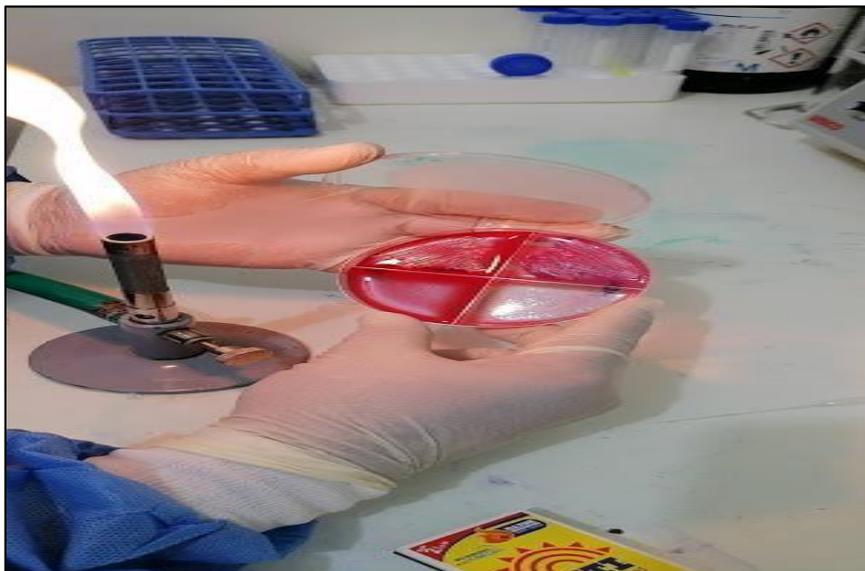


**Foto 3:** Equipo extractor de arrastre de vapor perteneciente al Laboratorio de Farmacognosia - Farmacobotánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo.

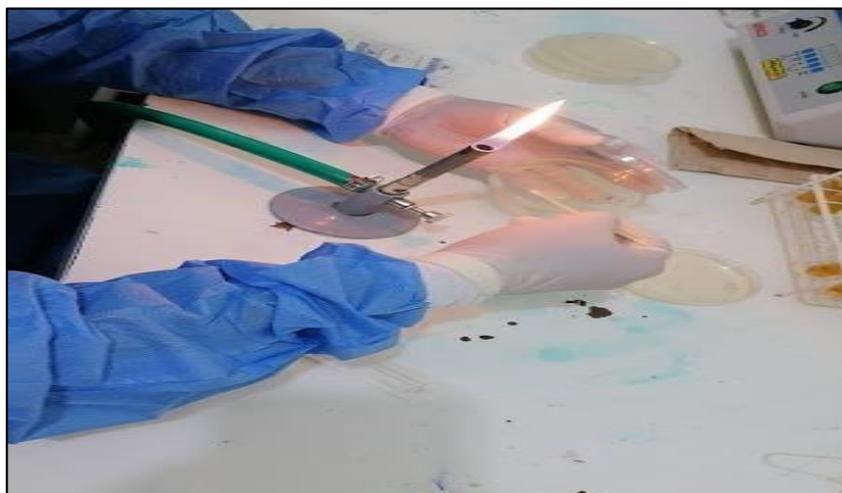


**Foto 4:** Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, obtenido mediante método de arrastre de vapor, fue separado en la pera de decantación en sus dos fases inmiscibles (acuosa, oleosa) para luego ser envasado en un frasco ámbar y conservado a temperatura de 4 – 8 °C.

Obtención y sembrado de las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.



**Foto 5:** Selección de las colonias de las cepas de *E. coli* y *S. aureus*, que fueron sembrados en una placa de agar Mac Conkey, para luego ser transferidas a los tubos de ensayo que contienen caldo BHI y ser incubados a temperatura de 37 °C.



**Foto 6:** Inoculación de las cepas de *E.coli* y *S. aureus* en las placas de agar Mueller Hinton, con ayuda del hisopo se estrió en diferentes direcciones para asegurar una distribución uniforme de los inóculos, se dejaron secar, para luego colocar los discos.

Dilución del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “eucalipto”.



**Foto 7:** Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, obtenido por método de arrastre de vapor, que fue diluido a las concentraciones de 100, 50, 25% para el desarrollo de la presente investigación.



**Foto 8:** Preparación de las diluciones del Aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”, se diluyó de manera proporcional, utilizando como solvente alcohol etílico 96° y se colocaron en 3 tubos protegidos con papel aluminio.

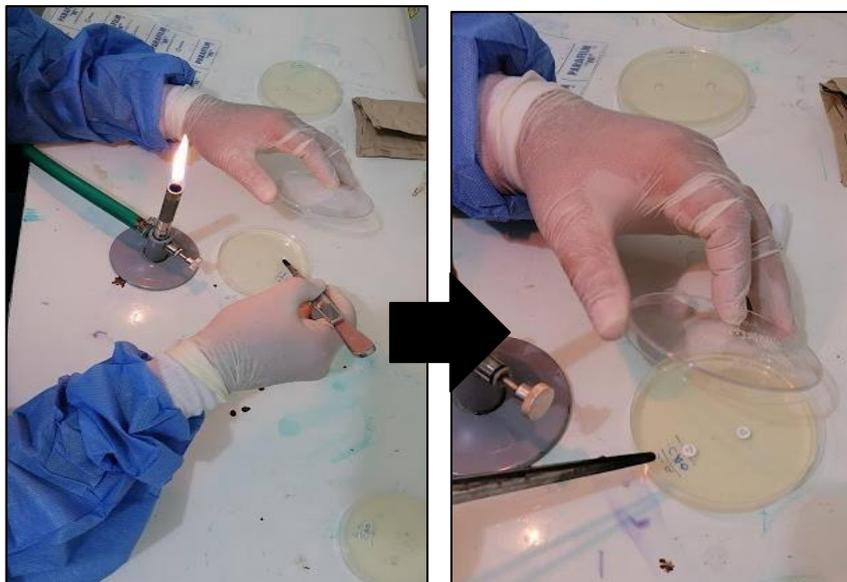
Evaluación del efecto antibacteriano.



**Foto 9:** La técnica que se utilizó fue el Método de difusión en discos, se colocaron los discos elaborados con papel kraf en la superficie de cada una de las placas sembradas con *E.coli* y *S. aureus*.



**Foto 10:** En cada placa sembradas con las cepas bacterianas se colocaron los discos impregnados de aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” a concentración de 100%, 50%, 25%. Se rotularon y se realizaron 5 repeticiones



**Foto 11:** Colocación de los discos de sensibilidad de los antibióticos Ceftriaxona y Ciprofloxacino que se utilizaron como grupo control para comparar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto”.



**Foto 12:** Incubación de las placas a temperatura de 37° por 24 horas para su posterior lectura e interpretación de resultados.

Lectura e interpretación de resultados.



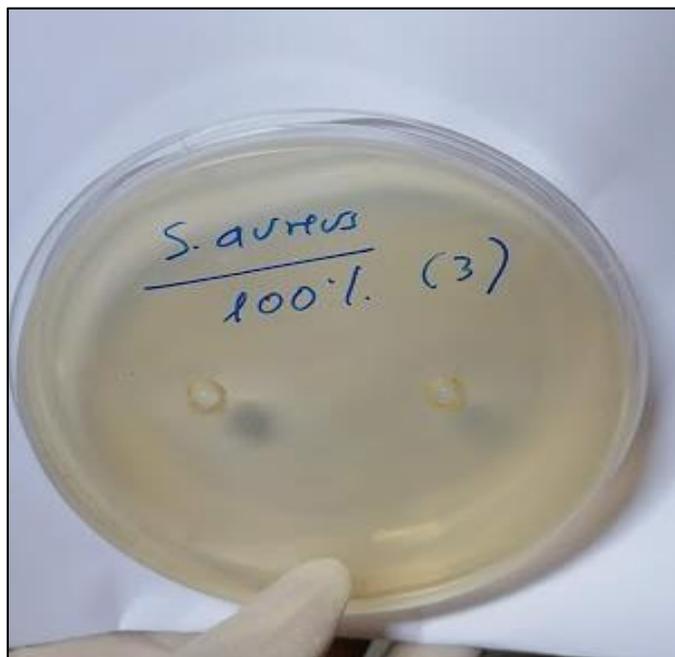
**Foto 13:** Placa Petri que contiene *E. coli* y se le agrego aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 100% dando como resultado promedio un halo de inhibición de 51.3 mm



**Foto 14:** Placa Petri que contiene *E. coli* y aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 50% como resultado el halo de inhibición midió 27.5mm



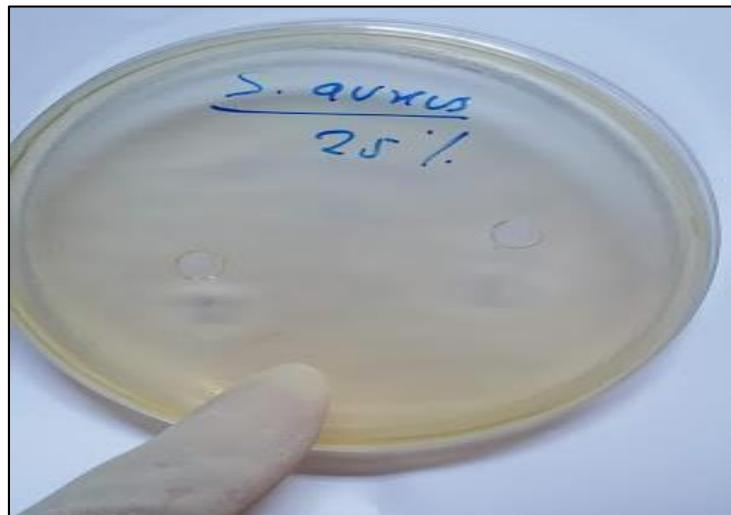
**Foto 15:** Placa Petri que tiene *E. coli* y aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 25% cuya medida del halo de inhibición fue 15.9mm como promedio.



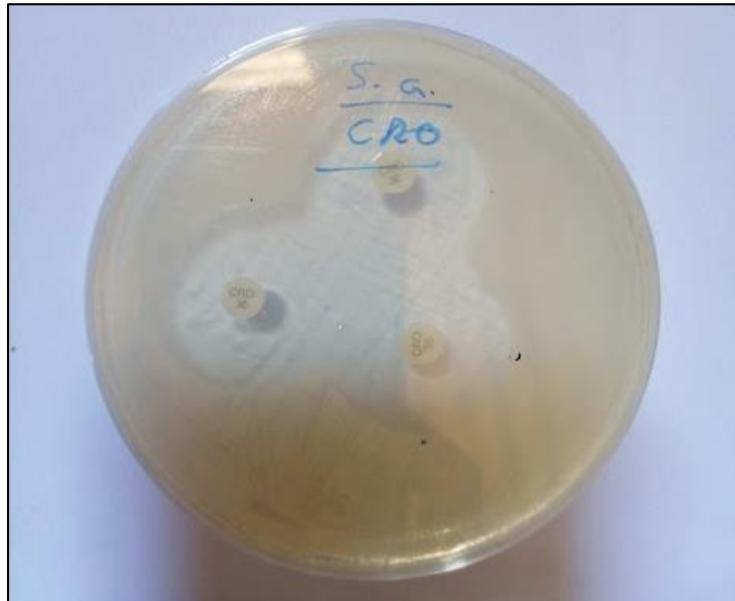
**Foto 16:** Se muestra la Placa Petri que tiene *S. aureus* y aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 100%; tras ser medido el halo de inhibición dio como resultado 40.75 mm como promedio.



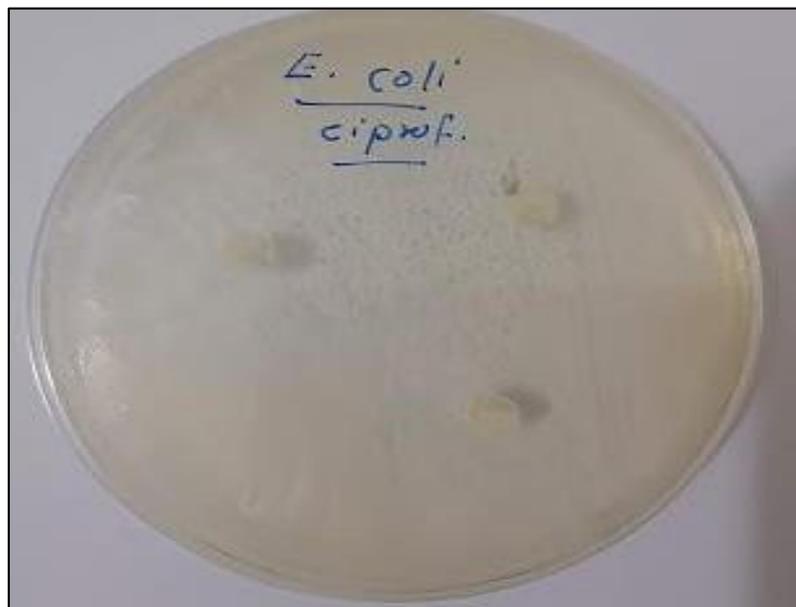
**Foto 17:** Se observa una Placa Petri con *S. aureus* y aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 50 %; la medida del halo de inhibición obtenida es de 18.9mm



**Foto 18:** Se logra visualizar que el halo de inhibición de la Placa Petri que contiene *S. aureus* y aceite esencial de *Eucalyptus globulus* “Eucalipto” al 25% midió 18.7 mm.



**Foto 19:** Se observa los halos de inhibición de los discos de sensibilidad de Ceftriaxona frente a *S. aureus* y midieron 33.7 mm en promedio.



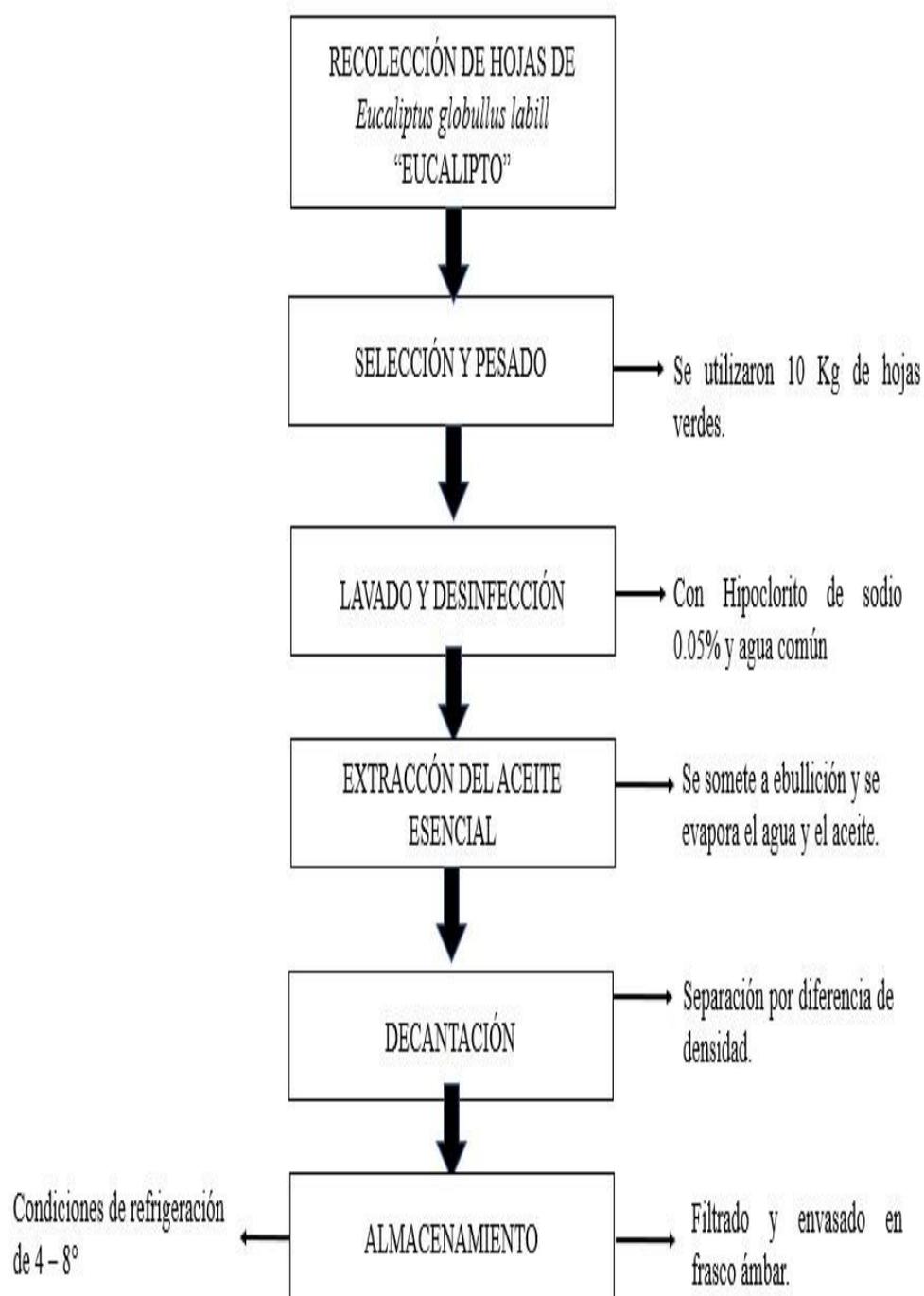
**Foto 20:** Se muestran los halos de inhibición de los discos de sensibilidad de Ciprofloxacino a *E. coli* y se obtuvo como medida promedio 28.17 mm.

## 12.2. Apéndices

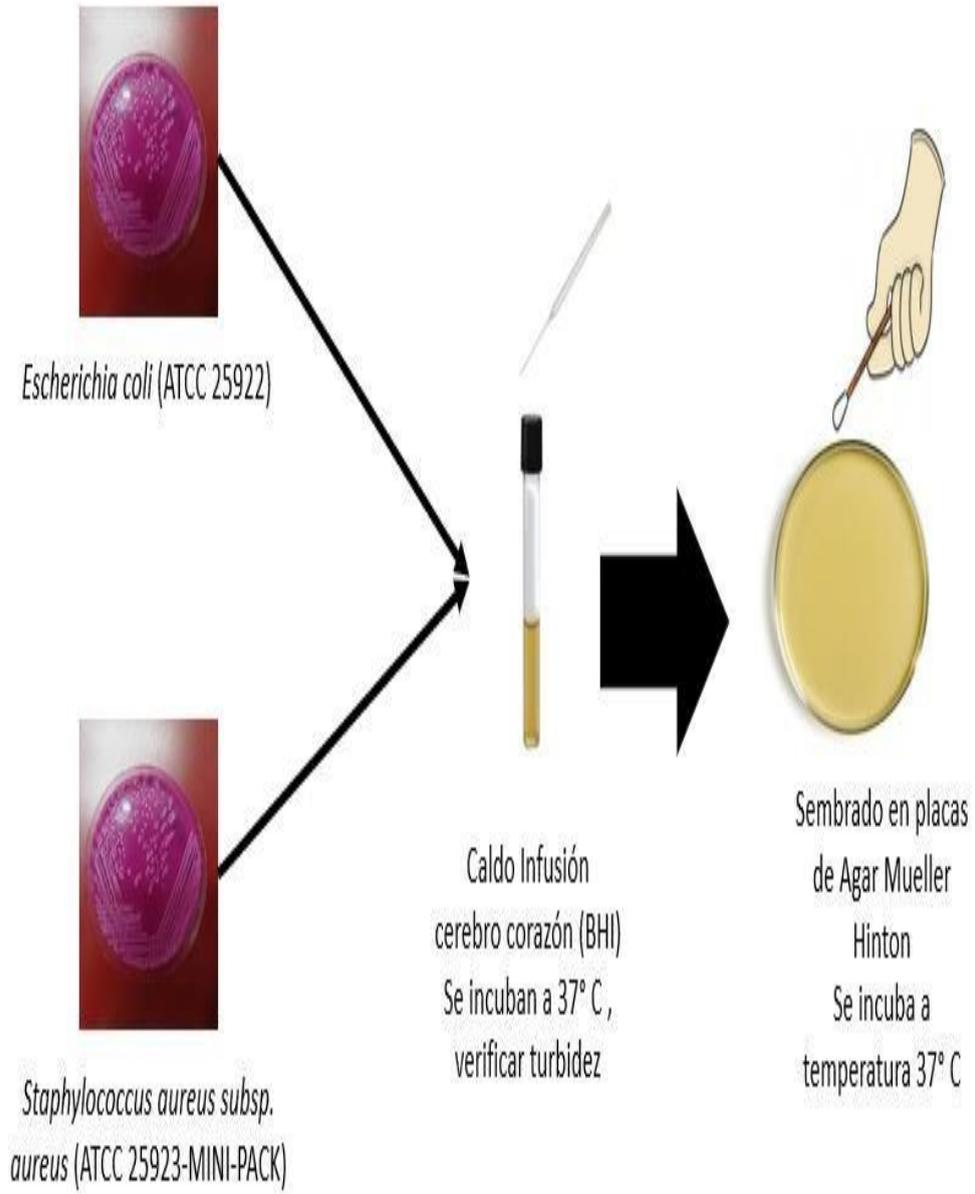
### Apéndice A: Identificación Taxonómica de las hojas e *Eucalyptus globulus* Labill “Eucalipto”



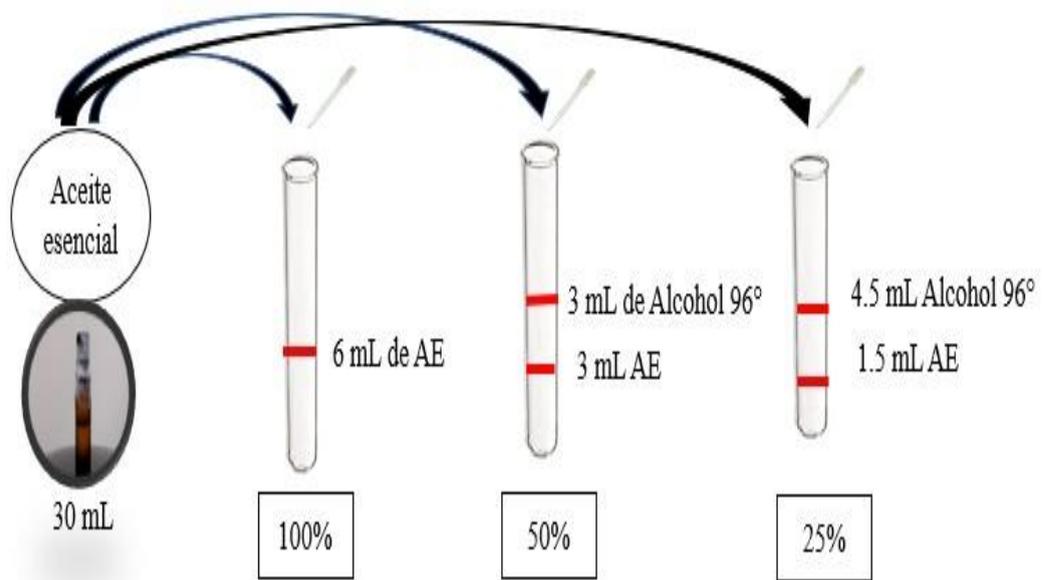
**Apéndice B:** Extracción del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* "Eucalipto".



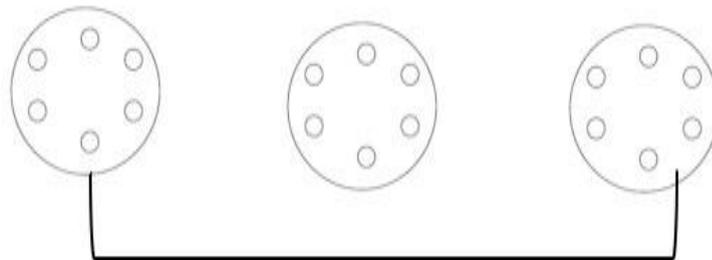
**Apéndice C:** Reactivación de las Cepas bacterianas y Sembrado en las placas de Agar Mueller Hinton.



**Apéndice D:** Método de Difusión en Agar para prueba de susceptibilidad antimicrobiana.



Se sumergen los discos elaborados con papel kraf en cada uno de los tubos de ensayo que contienen las diluciones, y luego son colocados en las placas sembradas con las cepas de *E. coli* y *S. aureus*.



Incubar a 37° por 24 horas

**Apéndice E:** Colocación de los discos de sensibilidad de Ceftriaxona y Ciprofloxacino frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* respectivamente.

