

NOMBRE DEL TRABAJO:

**EFEECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO Y ACEITE  
ESENCIAL DE ZINGIBER OFFICINALE (JENGIBRE) FRENTE A ESCHERICHIA COLI**

ASESOR:

- Mg. Arteaga Aguilar, Julia

AUTORES:

- Bach. Ventura Bonifacio, Nelly
- Bach. Vilcahuaman Alarcon De Vilchez, Aurea Karina

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS (3).docx**

RECuento DE PALABRAS

**7565 Words**

RECuento DE CARACTERES

**44801 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**48 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 14, 2023 8:28 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 14, 2023 8:29 AM GMT-5**

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y  
BIOQUÍMICA**

**TESIS:**

**EFFECTO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO  
HIDROALCOHOLICO Y ACEITE ESENCIAL DE ZINGIBER  
OFFICINALE (JENGIBRE) FRENTE A ESCHERICHIA COLI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. Ventura Bonifacio, Nelly

Bach. Vilcahuaman Alarcon De Vilchez, Aurea Karina

**ASESOR:**

Mg. Arteaga Aguilar, Julia

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Recursos Vegetales

**HUANCAYO – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por apoyarme en todo momento, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero mas que nada por su amor.

A mis hermanos por el ejemplo del cual aprendí y consejos en momentos difíciles.

Finalmente, a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar la tesis.

Nelly Ventura Bonifacio

A mis padres, por sembrar en mi el deseo de superación y valores para conducirme por el camino correcto.

A mi compañero de vida, por su gran apoyo y comprensión en la lucha por mis metas.

A mis amados hijos Robin y Krisstell, la gran bendición que Dios envió a mi vida, por comprender que la consolidación de mi carrera profesional requería sacrificio soportando mi ausencia,

Vilcahuaman Alarcon de Vilchez Aurea Karina

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro padre celestial, por la vida, la salud y por permitirnos este importante logro, por llenarnos de fortaleza en los momentos difíciles en los que pensamos muchas veces abandonar nuestro sueño.

A nuestra Alma Mater, la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, por la planificación académica acorde a las necesidades de la zona.

A nuestras familias por el apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación académica.

A todos nuestros maestros, por sus enseñanzas y esmero en nuestra preparación académica.

A cada una de las personas que de una u otra manera nos apoyaron compartiendo conocimientos en el logro de nuestras metas.

## **JURADO DE SUSTENTACIÓN**

Mg. Asencio Palomino, Julio Emilio

**PRESIDENTE**

Mg. Burga Benguer, Raúl Eduardo

**SECRETARIO**

Mg. Arteaga Aguilar, Julia

**VOCAL**

Mg. Orihuela Pomalaza Maricielo

**SUPLENTE**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

### DECLARACIÓN JURADA SIMPLE

Yo, NELLY VENTURA BONIFACIO de nacionalidad peruana, identificada con DNI N° 40020913, tesista de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, domiciliada en AV. MARISCAL CACERES #807 AYACUCHO.

DECLARO BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTENTICA Y VERAZ.

Me afirmo y me ratifico en lo expresado en señal de lo cual firmo el presente documento a los 18 días del mes de NOVIEMBRE del 2023.



Bach. NELLY VENTURA BONIFACIO

## DECLARACIÓN JURADA SIMPLE

Yo, AUREA KARINA VILCAHUAMAN ALARCON DE VILCHEZ de nacionalidad peruana, identificada con DNI N° 44263256, tesista de la Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Bachiller en Farmacia y Bioquímica, domiciliada en AV. LEONCIO PRADO #525 CHILCA.

DECLARO BAJO JURAMENTO:

QUE TODA LA INFORMACIÓN PRESENTADA ES AUTÉNTICA Y VERAZ.

Me afirmo y me ratifico en lo expresado en señal de lo cual firmo el presente documento a los 18 días del mes de NOVIEMBRE del 2023.



Bach. AUREA KARINA VILCAHUAMAN ALARCON DE VILCHEZ

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	10
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
2.2. Población, muestra y muestreo.....	10
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	11
2.4. Procedimiento.....	11
2.5. Método de análisis de datos.....	13
2.6. Aspectos éticos.....	14
III. RESULTADOS.....	15
IV. DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES.....	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	25
ANEXOS.....	30

## RESUMEN

La presente investigación planteó el objetivo evaluar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*; investigación fundamentada en un enfoque cuantitativo, prospectivo de corte transversal, diseño experimental in vitro. El efecto antimicrobiano de concentraciones al 50 y 100% del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de jengibre, fue evaluado con la técnica de difusión en agar de Kirby & Bauer, frente a colonias de *E. coli* sembrada en placas Petri con agar Muller Hinton. Resultado: Los resultados producto del análisis estadístico realizado, mostraron halos de inhibición de 13.4 y 18.0 mm de diámetro, en las concentraciones al 50 y 100% del extracto hidroalcohólico y el aceite esencial halos de inhibición de 16.7 mm en la concentración al 50% y mayor inhibición 20.9 mm en los diámetros de los halos de inhibición al 100%. Conclusión: las concentraciones del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), tienen efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli*, con inhibición del crecimiento que se incrementa proporcionalmente con el aumento de la concentración de las muestras ensayadas, mostrando diferencias estadísticamente significativas en cada tratamiento.

Palabras clave: Antimicrobiano, *Zingiber officinale*, inhibición, *Escherichia coli*

## ABSTRACT

The research objective was to evaluate the antimicrobial effect of the hydroalcoholic extract and essential oil of *Zingiber officinale* (ginger) against *Escherichia coli*; research based on a quantitative, prospective, cross-sectional, in vitro experimental design. The antimicrobial effect of 50% and 100% concentrations of the hydroalcoholic extract and essential oil of ginger was evaluated with the Kirby & Bauer Agar diffusion technique against *E. coli* colonies seeded in Petri dishes with Mueller Hinton Agar. **Results:** The results of the statistical analysis showed inhibition halos of 13.4 and 18.0 mm in diameter, in the concentrations at 50 and 100% of the hydroalcoholic extract and the essential oil inhibition halos of 16.7 mm in the concentration at 50% and greater inhibition of 20.9 mm in the diameters of the inhibition halos at 100%. **Conclusion:** The concentrations of the hydroalcoholic extract and the essential oil of *Zingiber officinale* (ginger), have antimicrobial effect against *Escherichia coli*, with growth inhibition that increases proportionally with the increase of the concentration of the samples tested, showing statistically significant differences in each treatment.

**Keywords:** Antimicrobial, *Zingiber officinale*, inhibition, *Escherichia coli*



28 de setiembre de 2023

GAVANCHO VALDERRAMA Romina Raquel  
DNI N° 71301491

## I. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales han sido utilizados desde las primeras civilizaciones, como alimento y para el control de sus padecimientos o afecciones; con el transcurrir del tiempo esta práctica natural fue sustituida gradualmente por las sustancias sintéticas (1). A fines del siglo XX, se empezó a asociar el uso de las sustancias sintéticas con la aparición de las reacciones adversas, sumado a infecciones que carecen de tratamientos efectivos, debido a la aparición y dispersión de cepas resistentes a los fármacos disponibles en el mercado farmacéutico, convirtiéndose en un problema en los sistemas de salud en el mundo, debido a la necesidad de recurrir a moléculas más potentes generando el incremento de reacciones adversas (2). Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), el problema representa un desafío terapéutico de enfermedades infecciosas, ya que, aumenta la discapacidad y mortalidad, así mismo amplía los costos sanitarios, arriesgando el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio (3). Ante esta problemática los productos naturales recobraron vigencia como uso alternativo o complementario en el control de diversas enfermedades, con la finalidad de aliviar y reducir el riesgo para la salud. La OMS, reconoce la importancia de las plantas medicinales y la medicina tradicional en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades, como fuente de nuevas moléculas con costos inferiores al de nuevas drogas antimicrobianas sintéticas (4). La especie vegetal *Zingiber officinale*, conocida comúnmente con el nombre de jengibre o kion, es ampliamente conocida y utilizada en la medicina tradicional china, ayurvédica y en todo el mundo, por sus propiedades medicinales, entre las que indican su potencial actividad antimicrobiana. En el Perú el jengibre es conocido con el nombre de kion, es una especie introducida a finales del siglo XVIII y se cultiva en zonas tropicales principalmente en la selva central de la Región Junín (5). Es ampliamente utilizada en la medicina tradicional, sobre todo en las zonas rurales para tratar diferentes enfermedades,

utilizando extractos y aceite esencial. En el ámbito internacional se han realizado investigaciones, orientadas a validar los efectos antimicrobianos de extractos y derivados de plantas medicinales, frente a diferentes microorganismos causantes de infecciones, utilizados popularmente. Estudios que sirvieron como antecedentes para el desarrollo del presente, así tenemos a Hernández et al., en la investigación realizada en Colombia con el objetivo de “realizar el análisis fitoquímico preliminar y evaluar la actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de plantas empleadas en la medicina tradicional para el control de infecciones urinarias (iu)”. Estudio experimental en el que utilizaron doce extractos etanólicos de plantas medicinales frente a los microorganismos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. causantes de infecciones urinarias. La actividad antibacteriana fue evaluada por los métodos de difusión en agar, microdilución en placa y bioautografía. De sus resultados indican que *S. aureus* y *P. aeruginosa* manifestaron inhibición frente a cinco extractos en los tres métodos, a diferencia de *E. coli*, que no manifestó inhibición frente a ninguno de los extractos. Establecieron que los metabolitos con posible actividad antibacteriana son: esteroides y/o triterpenoides, fenoles y flavonoides. La investigación en esta área propicia estudios orientados al aislamiento de fitoconstituyentes, útiles en la elaboración de medicamentos para el tratamiento de iu (6). Vera, en la investigación realizada en Cuenca-Ecuador, con el objetivo de “evaluar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de *Zingiber officinale* (jengibre) y *Curcuma longa* (cúrcuma) frente a *Staphylococcus aureus*, determinando su poder de inhibición”. Estudio experimental en el que fue utilizada la técnica de prueba de disco, y doble dilución, analizando diferentes concentraciones de los aceites esenciales. De sus resultados indican inhibición 7,56mm del aceite de cúrcuma 100% y 7,11mm aceite de jengibre al 50%. En la concentración mínima inhibitoria (CMI), los promedios de longitud de onda alcanzados los observaron

en el promedio de 450nm-630nm para el aceite esencial de cúrcuma fue de 0,31% y 1,25% para el aceite de jengibre. En sus conclusiones señalan que los aceites esenciales de *Z. officinale* y *C. longa*, poseen propiedades antimicrobianas frente a *S. aureus* que se podrían incluir en formulaciones (7). Castillo, en la investigación realizada en Ambato-Ecuador con el propósito de evaluar la actividad antimicrobiana con extracto etanólico y aceite esencial del jengibre (*Zingiber officinale*) frente a *Staphylococcus mutans*, estudio cuantitativo, experimental, transversal, en el que utilizaron la técnica de difusión en disco, evaluando la actividad antimicrobiana de concentraciones al 25, 50, 75 y 100% del aceite esencial y del extracto etanólico de jengibre, en *Streptococcus mutans*, sembrando la cepa en agar Mueller Hinton-Sangre. De los resultados obtenidos reportan actividad antimicrobiana de sensibilidad media para el extracto etanólico y sensibilidad límite para el aceite esencial según la escala de Duraffourf. Concluyen que el extracto etanólico de *Zinziber officinale* la dilución que presentó mayor efecto fue al 10% presentó mayor efecto antimicrobiano en la concentración al 100% con un halo de inhibición promedio de 11.67mm, de igual manera para el aceite esencial la dilución al 100%, con un promedio de halo de inhibición entre 8.88mm y 10.67mm (8). Castro et al., en la investigación realizada en Bolivia, para determinar el efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de *Annona muricata* L. sobre *Staphylococcus aureus*, *Strptococcus* B-hemolíticos y *Escherichia coli*; estudio experimental de estímulo creciente con una población de cepas de *S. aureus*. *St.* B-hemolítico y *E. coli*; ensayaron concentraciones de 125, 250, 500, 750, 1000 mg/mL del extracto y un total de 3 repeticiones, con la técnica de difusión en agar y microdilución en caldo. En sus resultados encontraron inhibición del crecimiento in vitro de de *S. aureus* y *St* B-hemolítico, observando mayor inhibición a 1000 mg/mL con diámetros de inhibición de 14.6 mm y 12.33 mm respectivamente; no observaron halos de inhibición en *E. coli*; la concentración mínima inhibitoria de 250 y

500 mg/mL la observaron en las cepas *S. aureus* y *St. B-hemolítico*, respectivamente. Concluyen que el efecto antibacteriano in vitro es directamente proporcional a la concentración ensayada, sobre *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus B-hemolítico*; no observaron inhibición del crecimiento en la cepa *Escherichia coli* (9). Pérez et al., en la investigación realizada en Bolivia, para evaluar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de hojas de orégano sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853 y *Escherichia coli* ATCC 25922. Estudio in vitro, diseño experimental de estímulo creciente; emplearon concentraciones de 80, 40 y 20 mg/mL, del extracto etanólico, enfrentándolo a las 3 bacterias mediante el método de difusión en pozo. En sus resultados reportan actividad antibacteriana con promedios de inhibición de 21.64, 15.24 y 11.45 mm, para *S. aureus*, 13.31, 12.27 y 7.35 mm para *P. aeruginosa* y 12.5, 11.40 y 10.6 mm para *E. coli* en las concentraciones ensayadas. Concluyen que el extracto etanólico de *Origanum vulgare* tienen capacidad antibacteriana sobre *S. aureus* ATCC, *P. aeruginosa* ATCC 27853 y *E. coli* ATCC 25922 (10). Ortiz, en la investigación realizada con el objetivo de determinar las propiedades fisicoquímicas y evaluar la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial de *Zingiber officinale*. Estudio experimental, determinaron los componentes químicos por cromatografía de gases, la actividad biológica por microdilución y la actividad antioxidante mediante los métodos de ABTS y DPPH. De sus resultados indican que fueron determinados 41 compuestos representando el 98.65% del aceite esencial; entre los más representativos mencionan Zingiberene, geraniol, beta-sesquiphellandrene, camphene, neral, curcumene. Así mismo indican que el aceite esencial no mostró actividad antibacteriana, sin embargo, observaron actividad antifúngica frente a *Candida albicans* (11). Vásquez et al., en la investigación realizada con el objetivo de determinar la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de *Curcuma longa* (Guisador), *Zingiber officinale* (Jengibre) y la

combinación de ambos (1:1), frente a las cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 Y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27833. Estudio en el que utilizaron el método de Kirby-Bauer, ensayando concentraciones de 4mg/mL (40%), 6 mg/mL (60%), 8 mg/mL (80%) y 10 mg/mL (100%). De sus resultados indican de las concentraciones las concentraciones ensayadas el extracto de *C. longa* no presentó inhibición frente a las tres cepas bacterianas, *Z. officinale* mostró halos de inhibición de 5.0 y 7.0 mm en las concentraciones de 8 y 10 mg/mL, respectivamente frente a *S. aureus*. La combinación de los extractos de *C. longa* y *Z. officinale* (1:1), mostraron halos de inhibición de 7.0 y 9.0 mm, respectivamente. Concluyen que los extractos metanolicos de las especies vegetales del estudio no tienen actividad antibacteriana frente a *S. aureus*, *E. coli* y *P. aeruginosa* (12). Villanueva, en la investigación realizada con el objetivo de “evaluar el efecto antibacteriano del extracto acuoso del *Zingiber officinale* kion comparado con gentamicina sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, in vitro”, el efecto antibacteriano fue evaluado utilizando la técnica de Kirby Bauer, frente a siete cepas de *Staphylococcus aureus*, y gentamicina como control positivo. De sus resultados indican alta sensibilidad a la gentamicina, con halos de inhibición promedio de 28 mm; no observaron inhibición del crecimiento bacteriano frente al extracto acuoso de kion. Concluyen que el extracto de *Zingiber* no tiene efecto antibacteriano frente a *S. aureus* (13). Llontop, en la investigación realizada con el objetivo de “determinar el efecto inhibitorio in vitro de los extractos combinados de *Alium sativum* L. (ajo) y *Zingiber officinale* (jengibre) sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*”. Los extractos fueron combinados en solución hidroalcohólica a concentraciones de 25, 50 y 100% v/v, el efecto antibacteriano fue evaluado utilizando la técnica de difusión de Kirby Bauer. De sus resultados indican que mostró actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *S. aureus*, siendo la concentración al 100% v/v la más efectiva con halos promedio de 37,5mm, y la

concentración al 25% v/v menor con 18.25mm. La cepa más sensible fue *S. aureus* con un promedio de 31.33mm, comparada con *E. coli* 24.66mm. Concluyen que los extractos de *Allium sativum* L. “ajo” y *Zingiber officinale* “jengibre” solución hidroalcohólica al 25, 50 y 100% v/v tiene efecto inhibitorio frente a *E. coli* y *S. aureus* aisladas de infecciones del tracto urinario (14). Ojeda et al., en la investigación realizada con el objetivo de determinar el efecto antimicrobiano in vitro de los extractos de *Allium sativum* “ajo y *Zingiber officinale* “jengibre” en concentraciones de 25, 50 y 100%. Estudio de diseño experimental, en el que tuvieron controles: positivo (oxacilina) y negativo (solución salina fisiológica), Los extractos de *A. sativum* y *Z. officinale*, fueron enfrentados a *Staphylococcus aureus*, obtenido de colonias aisladas de un cultivo joven de 18 horas, inoculadas en placas con agar Müller Hinton. De sus resultados indican que las concentraciones al 100% de los extractos presentaron los promedios mas altos de inhibición del crecimiento bacteriano con 12.7 mm ( $p < 0.05$ ) en *A. sativum* y 6.7 mm ( $p < 0.05$ ) para *Z. officinale*. Concluyen que el extracto de *Allium sativum* demuestra efecto antimicrobiano in vitro, mayor que el extracto de *Zingiber officinale* frente a *Staphylococcus aureus* (15). Ñahuis y Enciso, en la investigación realizada con el objetivo de determinar el efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico de *Zingiber officinale* “kion” en cepas de *Escherichia coli*. Estudio experimental transversal. La capacidad de inhibición del crecimiento bacteriano fue determinada mediante la técnica de difusión en agar de Kirby Bauer, enfrentando la bacteria en concentraciones de 25, 50 y 100 % del extracto, De sus resultados indican que se observaron halos de inhibición de 10mm, 6mm y 6 mm en las concentraciones ensayadas. Concluyen que el extracto etanólico de kion en concentración al 25%, tiene efecto antibacteriano frente a *Escherichia coli* (16). Las teorías que sustentan el estudio son: Familia Zingiberaceae, son herbáceas perennes, rizomatosas, de hojas dísticas o dispuestas en espiral sobre el

tallo, sésiles o pecioladas, las vainas foliares se presentan abiertas o cerradas, con llingulas, laminas lanceoladas, presentan un nervio prominente central, generalmente con venas laterales; flores con brácteas, hermafroditas, zigomorfas grandes y vistosas, de caliza triobado, con hendidura a un lado, con seis estambres, ovario ínfero trilocular, el fruto en forma de capsula con exocarpio carnososo, semillas ariladas. La familia *Zingiberales* es la más grande con 50 géneros y 1000 especies, poseen un rizoma ramificado, compuesto de distintos segmentos, se encuentran en colores amarillo pálido, fuerte, azul verdoso, rosa o combinados. Los géneros más importantes son *Alpinia*, *Cúrcuma*, *Hedychium* y *Zingiber* entre otros (17). Género *Zingiber*, a diferencia de otros géneros de la familia presenta hojas sésiles, de aproximadamente 2 cm de ancho, brácteas ovadas de color verde claro, es el género mas grande con aproximadamente 100 especies distribuidas a lo largo de Asia tropical, crece en las zonas tropicales de todo el mundo, las de mayor calidad proceden de Australia, India y Jamaica, las más comercializadas son cultivadas en China y Perú (18). *Zingiber officinale*, (jengibre) especie vegetal originaria del sureste asiático, se desconoce su estado salvaje debido a que su cultivo muy antiguo, actualmente está naturalizado en países de regiones tropicales: África, Australia, India, Nigeria, México, Brasil, Argentina, Ecuador y Perú. La palabra jengibre proviene del sanscrito corniforme. Es una hierba perenne de hasta un metro de altura, sus rizomas horizontales gruesos son tuberosos, aromáticos de sabor picante, color amarillo-verdoso. Sus hojas son alternas, sésiles, envainadas de color verde pálido, de flores asimétricas con inflorescencia apretada de color verdoso y manchas purpuras; el fruto de forma capsular, se reproduce por fragmentos de los rizomas (19). La parte utilizada es el rizoma, contiene carbohidratos, lípidos, oleorresina y aceite volátil entre 1 y 3%, siendo los más importantes los terpenos y sesquiterpenos ( $\alpha$ -zingibereno, arcurcumeno y  $\beta$  bisaboleno (20). Extractos vegetales, son preparados y concentrados, de consistencia sólida, líquida

o intermedia, derivados generalmente de material vegetal desecado, se obtiene por diferentes métodos (21). Maceración, método de extracción que se realiza a temperatura ambiente, el material vegetal seco se pone en contacto con un solvente utilizado para la extracción en un recipiente, durante un tiempo determinado, los componentes fitoquímicos disueltos son obtenidos en el líquido extractivo (21). Los aceites esenciales, son fracciones líquidas volátiles, generalmente se obtienen por arrastre de vapor de agua, contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas, están contenidos en glándulas o vesículas secretoras inmersas en tejidos vegetales como hojas, flores, frutos, corteza, semillas, raíces, rizomas, etc. (22). *Escherichia coli*, bacilo gram-negativo, usualmente móvil con flagelo peritrico, sus formas varían desde cocos a bastoncillos pequeños que se presentan solos. En pares, agrupados en cadenas cortas. Son causantes de la enteritis, constituye parte de la flora intestinal y ayuda a la absorción de los nutrientes. Por lo mencionado nace la inquietud por conocer ¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*? Problemas específicos: ¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*?; ¿Cuál es el efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*? ¿Existe diferencia entre el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de *Zingiber*, frente a *Escherichia coli*?. La aparición de cepas resistentes a los antibacterianos, genera la búsqueda de nuevas moléculas más potentes, siendo a su vez más nocivos al organismo. El presente estudio se justifica porque busca validar el efecto antimicrobiano de un producto natural, utilizado en la medicina tradicional. La comprobación del efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial del jengibre, pondría a disposición una molécula de origen natural, con poco efecto no deseado que serviría en

la elaboración de antibacterianos seguros y efectivos, beneficiando a la sociedad científica y sobre todo a la población. Planteándonos el objetivo general: Evaluar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*; y como objetivos específicos: determinar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*; Evaluar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*; Comparar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli*.

Extracto seco Los extractos de plantas, también llamados extractos secos o extractos en polvo, se elaboran extrayendo los principios activos de una planta o fruta. En primer lugar, se lleva a cabo un proceso denominado extracción en el que la planta se sumerge en una solución líquida, que puede contener o no un disolvente. Ofrecemos extracciones con agua o hidroalcohol. Esto significa hacer un té altamente concentrado en el que todos los ingredientes activos permanecen intactos y en grandes dosis. Tras la fase de extracción, el material se seca por aspersion. Es decir, hay un proceso de secado, el líquido se evapora y la sustancia se convierte en polvo o extracto seco (23).

In vitro, práctica utilizada para realizar un experimento en tubos de ensayo, en un ambiente estéril y controlado de un organismo vivo. Halo de inhibición, zona de diferente color o transparencia formadas alrededor de las colonias de microorganismos (24).

Cepa, cultivo puro formado por bacterias descendientes de un solo aislamiento. ATCC, siglas del inglés, American Type Culture Collection (25).

Disco de sensibilidad, Discos impregnados con alguna sustancia usados para determinar la susceptibilidad de un microorganismo por difusión. Medio de cultivo, medio artificial sólido, semisólido o líquido, que contiene sustancias nutritivas necesarias para el

crecimiento y multiplicación bacteriana in vitro (26).

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación**

Investigación experimental, enfoque cuantitativo, prospectivo, de corte transversal.

Investigación experimental, porque se evaluó el efecto de una variable sobre la otra, donde el investigador controla las condiciones del estudio (27).

Enfoque cuantitativo, porque se basó en aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar datos (28).

Transversal, porque los datos fueron recolectados en un único momento (29).

#### **Diseño de investigación**

Diseño experimental in vitro, el efecto se evaluó introduciendo factores que puedan cambiar el comportamiento de las variables de estudio, medidas en un momento determinado (30).

### **2.2. Población, muestra y muestreo**

#### **2.2.1. Población**

Conformada por la cepa microbiológica *Escherichia coli* 25922

#### **2.2.2. Muestra**

Conformada por colonias de *E. coli* 25922, sembradas en 10 placas Petri con agar Müller Hinton.

#### **Criterios de inclusión**

Cepas morfológicamente iguales y recientes

#### **Criterios de exclusión**

Cepas contaminadas

### 2.2.3. Muestreo

Se consideró el muestreo probabilístico por conveniencia (31).

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.3.1. Técnica

El presente estudio se utilizó la técnica de la observación, que consiste en recopilar datos con registro sistemático, válido, confiable, del comportamiento y las circunstancias observables.

### 2.3.2. Instrumento

Se elaboró convenientemente, fichas de observación en las cuales se registraron los halos de inhibición del crecimiento de la cepa *E. coli*, observados en cada tratamiento.

### 2.3.3. Validez

El instrumento de recolección de datos observados, fue validado por el juicio de expertos, los que analizaron cada dimensión para determinar si los indicadores corresponden, sin son claros y relevantes para cumplir con los objetivos del estudio.

### 2.3.4. Confiabilidad

La confiabilidad fue determinada con una prueba piloto, seleccionando el 10% de la muestra, que no fueron incluidas como parte de la muestra.

## 2.4. Procedimiento

Para el estudio se utilizó 2000 g de rizomas de *Zingiber officinale* (jengibre), adquirido en el mercado modelo de Huancayo, departamento de

Junín.

#### **2.4.1 Preparación del extracto hidroalcohólico de jengibre**

500 g de los rizomas lavados con agua destilada fueron cortados en rodajas fina para la desecación al ambiente, sobre papel craft, durante 15 días, protegidos para evitar el ataque de insectos. El material vegetal desecado fue triturado y sometido a la extracción por maceración en 200 mL de etanol 70°, en frasco ámbar de tapa ancha, agitando manualmente por 10 minutos cada día, durante 7 días; luego se filtró y el líquido extractivo con los metabolitos solubles, fue llevado a eliminación total del etanol, en estufa a 40°C. El extracto hidroalcohólico fue almacenado en un frasco ámbar debidamente rotulado y almacenado en refrigeración hasta el experimento.

#### **2.4.2 Obtención del aceite esencial de jengibre**

1500 g de los rizomas fueron lavados y cortados en trozos, para la posterior extracción del aceite esencial mediante el método de arrastre de vapor de agua, colocando una cantidad del material vegetal en el lecho del extractor de aceites esenciales, que permite el paso del vapor de agua que arrastró el aceite esencial liberado de las células que lo contienen, la mezcla agua y aceite esencial, condensado y enfriado en el refrigerante, recibéndolo en un embudo de decantación, que permitió la separación por densidad, finalizando el procedimiento al momento en que el volumen de aceite no varía. Repitiendo hasta completar la cantidad del material vegetal. El aceite esencial obtenido fue almacenado en un frasco ámbar cerrado herméticamente y rotulado, para guardarlo hasta la evaluación del efecto antimicrobiano.

#### **2.4.3 Evaluación del efecto antimicrobiano**

Para la evaluación del efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de *Zingiber officinale*, se utilizaron concentraciones al 50 y 100%, utilizando el método de difusión en agar de Kirby & Bauer, y el medio de cultivo el agar Müller Hinton, frente a la cepa *Escherichia coli*.

Se formaron los siguientes grupos de tratamiento:

Grupo 1: Cepa microbiana *Escherichia coli*

Grupo 2: Extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (jengibre) al 50%

Grupo 3: Extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (jengibre) a 100%

Grupo 4: Aceite esencial de *Zingiber officilane* (jengibre) al 50%

Grupo 5: Aceite esencial de *Zingiber officinale* (Jengibre) al 100%

Grupo 6: Control negativo agua destilada estéril

Se determinaron los diámetros de halos de inhibición (mm) del crecimiento del microorganismo.

Las mediciones se realizaron después de 24 horas de incubación a 37 °C. SE midieron tres diámetros de cada halo empleando una regla milimétrica.

Los valores obtenidos se promediaron para hallar el diámetro promedio.

Se realizaron 10 repeticiones para cada una de las concentraciones del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial.

El halo de inhibición formado alrededor del disco impregnado con el extracto o con aceite esencial indicaron positivo.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Los datos recolectados se organizaron en una hoja Microsoft, para el análisis estadístico, la base de datos Excel se exportó al programa SPSS (*Statistical Package for Socials Sciencies.*) v26, donde fueron analizados con estadística descriptiva, donde se hallaron frecuencias y promedios.

La estadística inferencial para la comprobación de hipótesis en la que se analizaron la homogeneidad de la muestra y el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la diferencia entre los diámetros de halos de inhibición

## **2.6. Aspectos éticos**

El desarrollo del estudio cumplió los principios éticos de toda investigación de acuerdo a las normas del código de ética vigente de la Universidad Privada de Huancayo.

En el estudio in vitro de la presente investigación, se utilizó la cepa microbiana *Escherichia coli*, cumpliendo las medidas de bioseguridad, protección al medio ambiente y métodos sobre la manipulación, transporte, utilización, descontaminación y eliminación de desechos.

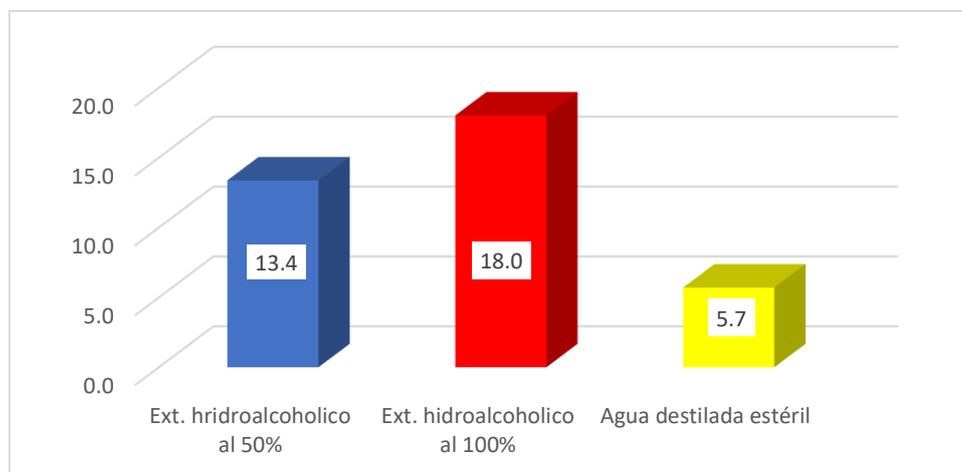
### III. RESULTADOS

#### 3.1 Estadísticos descriptivos

**Tabla 1. Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (jengibre), frente a *Escherichia coli***

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Ext. hidroalcohólico al 50%	10	12.4	14.4	13.4	0.6667
Ext. hidroalcohólico al 100%	10	17.4	18.9	18.0	0.5594
Agua destilada estéril	10	5.2	6.1	5.7	0.2944

Fuente: Elaboración propia



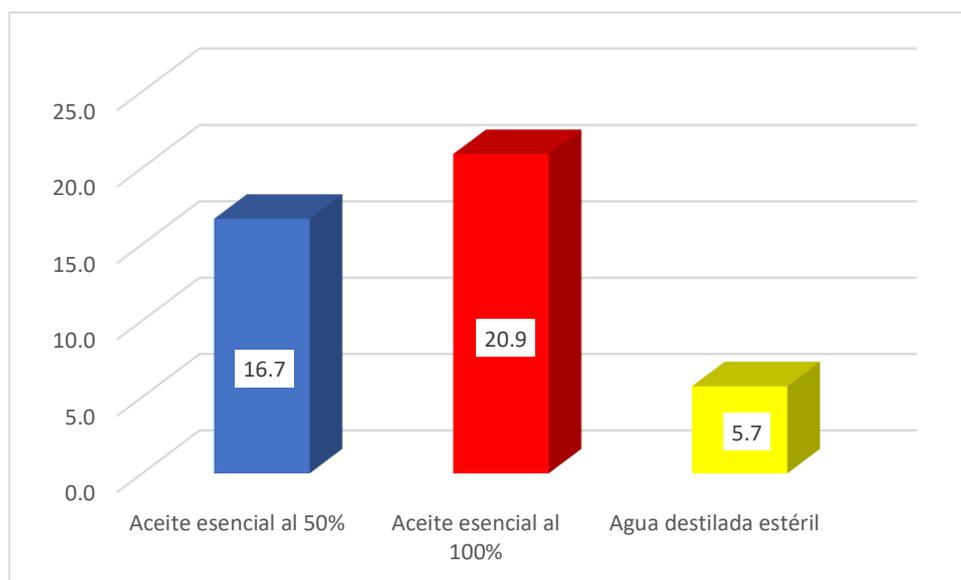
**Gráfico 1. Representación del efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale***

En los resultados mostrados en la tabla y gráfico 1, sobre el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de jengibre, en la concentración al 100% se muestran halos de inhibición del crecimiento de *E. coli* 18.0 mm y 13.4 mm en la concentración al 50%, lo que demuestra que el efecto varía, de acuerdo con la concentración. El control negativo agua destilada estéril, 5.7 mm de promedio no muestra inhibición.

**Tabla 2. Efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *E. coli***

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	
Aceite esencial al 50%	10	15.3	17.8	16.660	0.8872	
Aceite esencial al 100%	10	19.2	21.8	20.850	1.0374	
Agua destilada estéril	10	5.2	6.1	5.700	0.2944	

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 2. Representación del efecto antimicrobiano del aceite esencia de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *E. coli***

Los resultados mostrados en la tabla 2 y gráfico 2, se aprecian los diámetros promedio de halos de inhibición de las concentraciones del aceite esencial de jengibre, en donde se observa que los halos de inhibición del crecimiento de *Escherichia coli*, aumentan proporcionalmente al incremento de la concentración del aceite esencial, siendo mayor en la concentración al 100% con 20.9 mm, seguida de 16.7 mm de diámetro en la concentración al 50%.

**Tabla 3. Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico vs aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) frente a *Escherichia coli***

Grupos	N	Media	Desv. Est.	Error. Est.	95% de interv. de conf. para la media		Mín.	Máx.
					Lím. inferior	Lím. superior		
E. Hidroalcohólico 505%	10	13,4	0,67	0,21	12,89	13,85	12,4	14,4
E. Hidroalcohólico 100%	10	18,0	0,56	0,69	16,72	18,42	17,4	18,9
Aceite esencial 50%	10	16,7	0,89	0,28	16,93	17,30	15,3	17,8
Aceite esencial 100%	10	20,9	0,75	0,69	20,11	21,60	19,4	21,4

Fuente: Elaboración propia

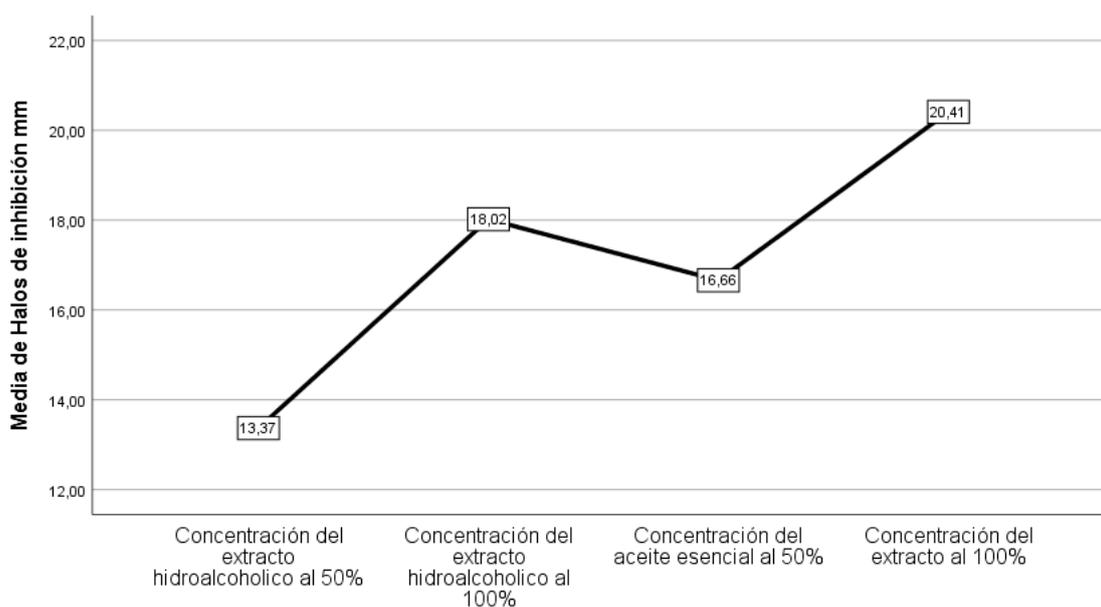


Gráfico 3. Comparación de medias

En la comparación del efecto antimicrobiano, en los promedios de halos de inhibición del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), mostrada en la tabla y gráfico 3, se aprecia que el extracto hidroalcohólico, inhibe el crecimiento de *E. coli* en las concentraciones al 50 y 100% halos de 13.4 ± 0.67 mm y 18.0 ± 0.56 mm, respectivamente, diámetros menores en iguales concentraciones del aceite esencial 50% 16.7 ± 0.89 mm y 20.9 ± 0.75 en la concentración al 100%.

### 3.2 Contrastación de hipótesis

**Tabla 4. Prueba de homogeneidad de las varianzas**

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Halos de inhibición mm	Se basa en la media	0.641	3	36	0.594

Los resultados del test de Levene, mostrados en la tabla 4, se aprecia un nivel de significancia ( $p=0.594$ ),  $p > 0,05$ , lo que indica que las varianzas no son homogéneas (iguales).

**Tabla 5. Análisis de varianza de los tratamientos frente a *Escherichia coli***

Halos de inhibición mm					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	259,081	3	86,360	164,583	,000
Dentro de grupos	18,890	36	,525		
Total	277,971	39			

El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencia significativa entre los promedios de halos de inhibición de los grupos analizados, observando un p-valor  $< 0,05$ , aceptando la hipótesis de investigación que afirma que en al menos uno de los grupos existe diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 5. Prueba Post Hoc de Tukey**

		<b>Halos de inhibición mm</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05			
Grupos	N	1	2	3	4
Conc. del extracto hidroalcohólico al 50%	10	13.3700			
Conc. del aceite esencial al 50%	10		16.6600		
Conc. del extracto hidroalcohólico al 100%	10			18.0200	
Conc. del extracto al 100%	10				20.4100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: Elaboración propia

La prueba post hoc de Tukey analiza cuales son las diferencias estadísticas entre cada uno de los tratamientos, observando que cada grupo se comporta de manera diferente, demostrando por lo tanto diferente efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli*,

#### IV. DISCUSIÓN

La importancia de las plantas medicinales, así como la medicina tradicional para prevenir y tratar diversos padecimientos es reconocida por la OMS, como fuente de nuevas moléculas a un costo menor que los antimicrobianos sintéticos (4). Son muchas las plantas medicinales a las que le atribuyen propiedades medicinales, entre las que encontramos a *Zingiber officinale*, popularmente conocida con los nombres de kion o jengibre, siendo muy conocida y utilizada en la medicina tradicional China, ayurvédica y en todo el mundo especialmente en las zonas rurales por sus propiedades medicinales entre ellas la antimicrobiana. En el Perú es cultivada en las zonas tropicales principalmente en la selva central de Junín (5).

En el presente trabajo se evaluó el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de *Zingiber officinale*, encontramos que los promedios de los halos de inhibición del crecimiento microbiano no son iguales en ninguno de los tratamientos analizados, observando que el extracto hidroalcohólico presenta halos de inhibición de 13.4 mm en la concentración al 50% y 18.0 mm en la concentración al 100%; con respecto al aceite esencial se muestran halos de inhibición de 16.7 mm en la concentración al 50% y 20.9 mm en la concentración al 100%. Resultado comprobado en el análisis de varianza (ANOVA) en donde se aprecia un p-valor  $< 0,05$ , permitiendo aceptar la hipótesis de investigación, que afirma que en al menos uno de los tratamientos existe diferencias estadísticamente significativas, la prueba Post Hoc de comparaciones múltiples de Tukey, indica que el mejor efecto se evidenció en la concentración al 100% del aceite esencial. Los resultados del efecto antimicrobiano evidenciado en las tablas 1 y 2, se contraponen con los de Hernández, estudio experimental en el que utilizaron doce extractos etanólicos de plantas medicinales frente a los microorganismos causantes de infecciones urinarias, entre ellos *Escherichia coli*, evaluando actividad antibacteriana con los métodos de

difusión en agar, microdilución y bioautografía; indicando en sus resultados que ninguno de los extractos manifestó inhibición frente a *E. coli* (6). Estudio similar como el de Castillo, evaluó el extracto etanólico y aceite esencial del jengibre al 25, 50, 75 y 100%, frente *S. mutans* sembrado en agar Muller Hinton-Sangre. De sus hallazgos reportan actividad antimicrobiana de sensibilidad media para los extractos etanólico y sensibilidad limite para el aceite esencial (8).

En el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico, frente a la bacteria Gram negativa *Escherichia coli*, (tabla y gráfico 1), se aprecia los promedios de inhibición de los tratamientos, en donde al 100% presenta diámetros de 18.0 mm, seguido de la inhibición al 50 %, donde muestra diámetros de inhibición de 13.4 mm. Los resultados concuerdan Llontop con la investigación realizada para determinar el efecto inhibitorio in vitro de los extractos combinados de *Allium sativum L.* (ajos) y *Zingiber officinale* (jengibre), sobre *E. coli* y *S. aureus*, en sus resultados mencionan actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *S. aureus*, siendo la concentración al 100% v/v la mas efectiva con halos promedio de 37.5 mm, y la concentración al 25% v/v menor con 18.25 mm. La cepa más sensible fue *S. aureus* con un promedio de 31.33 mm comparada con *E. coli* 24.66 mm. En estudios similares Pérez et al., en la investigación para evaluar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de hojas de orégano sobre *S. aureus* Atcc 29213, *P. auruginosa* ATCC 27853 y *E. coli* ATCC 25922, diseño experimental de estimulo creciente, reportaron en sus resultados, inhibición promedio de 21.64, 15.24 y 11.45 mm para *S. aureus*; 13.31. 12.27 y 7.35 mm para *P. auruginosa* y 12.5, 11.40 y 10.6 mm para *E. coli*.

Con respecto al efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), frente a *E. coli* , los resultados (tabla y gráfico 2), muestran en la concentración al 50%,

halos de inhibición promedios de 16.7 mm, mientras que en la concentración al 100% manifestaron promedios de halos de inhibición de 20.9 mm.

En relación al control negativo, fue elegido el agua destilada estéril, por ser el solvente utilizado en la preparación de las concentraciones ensayadas, mostrando que el tratamiento control negativo, diámetros promedio de 5.2 mm, demostrando que no inhibe el crecimiento microbiano, por tanto, no influye en el efecto de la investigación.

De la comparación de promedios de halos de inhibición del crecimiento de *E. coli*, el extracto hidroalcohólico muestra diámetros de inhibición de  $13.4 \pm 0.67$  mm al 50% y  $18.0 \pm 0.56$  mm al 100%; evidenciando promedios mayores en el aceite esencial en las concentraciones ensayadas, los resultados nos permiten comprender que los estímulos crecientes aplicados en la evaluación antimicrobiana, contiene mayor concentración de los componentes químicos del extracto hidroalcohólico como del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), comprobando que el efecto es proporcional a la concentración.

## V. CONCLUSIONES

1. Respecto a la evaluación del efecto antimicrobiano, se concluye que las concentraciones del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre) tienen efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli*, con inhibición del crecimiento que va incrementando proporcionalmente con el aumento de la concentración de las muestras ensayadas, mostrando diferencias estadísticamente significativas en cada tratamiento.
2. Las concentraciones al 50 y 100% del extracto hidroalcohólico, tienen efecto antimicrobiano, presentando halos de inhibición promedio de 13.4 mm en la concentración al 50%, incrementando el diámetro promedio de los halos de inhibición promedio de 18.0 mm, en la concentración al 100%.
3. El aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), tiene efecto antimicrobiano con halos de inhibición del crecimiento de *Escherichia coli*, de 16.7 mm de diámetro promedio en la concentración al 50% y 20.9 mm promedio de diámetro en la concentración al 100%.
4. De la comparación del efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (jengibre), los resultados permiten concluir que los promedios de cada tratamiento se comportan de manera diferente, demostrando por lo tanto diferente efecto antimicrobiano frente a *Escherichia coli*, con mejor efecto del aceite esencial.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar estudios que evalúen la actividad microbiológica de esta especie vegetal, ensayando otros microorganismos de interés clínico.
2. Realizar investigación, con nuevas técnicas de extracción de metabolitos secundarios y otras concentraciones del extracto, determinando concentración mínima y concentración máxima efectiva.
3. Se recomienda realizar ensayos de purificación del aceite esencial, para determinar su contenido terpénico, y proponer su inclusión en la formulación de fitofármacos.
4. Comparar los efectos antimicrobianos de los extractos hidroalcohólico y del aceite esencial, con un control positivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sabini M, Menis F, Beoletto V. Historia de las plantas medicinales. Ministerio de Ciencia y tecnología de la provincia de Córdoba. 2019; 11-20. <http://hdl.handle.net/11336/126065>
2. Rios E. Actividad antimicrobiana de extractos de *Zingiber officinale* y *Maclura pomifera* sobre *Pseudomonas syringae*. Rev. Mex. Ciec. Agric 12 (2) Texcoco feb./mar. 2021 Epub 25-abr-2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v.12i2.2446>
3. Organización Mundial de la salud. Resistencia a los antimicrobianos. Nota descriptiva [en línea]; 2016 [citado 12 nov. 2022]
4. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antibióticos. [En línea] 2020. [citado 12 nov. 2022]-
5. Organización Panamericana de la Salud. Situación de las plantas medicinales en Perú. Informe de reunión del grupo de expertos en plantas medicinales. [Lima 19 de marzo de 2018], Lima: OPS; 2019
6. Jorge-Montalvo P, Vílchez-Perales C, Visitación-Figueroa L. Propiedades farmacológicas del jengibre (*Zingiber officinale*) para la prevención y el tratamiento de COVID-19. Agroind. Sci [Internet]. 2020Dec.30 [cited 2022 Nov.25];10(3):329-38. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0001-9625-2066>
7. Hernández Moreno LV, Pabón Baquero LC, Hernández-Rodríguez P. Estudio fitoquímico y actividad antimicrobiana de plantas medicinales empleadas para el control de infecciones urinarias. Rev. Fac. Cienc. Básicas [Internet]. 19 de marzo de 2021 [citado 28 de noviembre de 2022];16(1):43-6. Disponible en:

<https://doi.org/10.18359/rfcb.4896>

8. Castillo B. Efecto antimicrobiano de aceites esencial y extracto etanólico de jengibre (*Zingiber officinale*) frente a *Streptococcus mutans*. [Tesis]. Ambato: Universidad Regional Autónoma de los Andes “UNIANDES”; 2018. Disponible en:  
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8789/1/PIUAMFCH021-2018.pdf>
9. Castro L, Ayasta J, Santa Cruz C, Carrasco F, Moreno-M. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de *Annona muricata* sobre microorganismos de importancia clínica. Gac Med Bol [Internet]. 2021 Jun [citado 2023 Mayo 13]; 44 (1): 29-33. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662021000100005&lng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662021000100005&lng=es).
10. Pérez O, Alvarado R, Yacarini A. Actividad antibacteriana in vitro de extracto etanólico crudo de las hojas de *Origanum vulgare*, frente *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Escherichia coli* ATCC 25922. J. Selva Andina Res. Soc. [Internet]. 2021 [citado 2023 Mayo 13]; 12(1): 21-29. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2072-92942021000100003&lng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942021000100003&lng=es).
10. Vera J. Evaluación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) frente a la bacteria *Stphylococcus aureus* ATCC 12600.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15045>
11. Ortiz D. Determinación de las propiedades físicas, composición química y

- evaluación de la actividad biológica y antioxidante del aceite esencial de *Zingiber officinale* [Tesis] Loja. Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador.2018. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22471>
12. Vásquez E, Paredes J, Delgado H, Iglesias S, Vargas M. Estudio comparativo in vitro de la actividad antibacteriana de *Curcuma longa* y *Zingiber officinale* frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Medicina naturista, Vol 15(1), 2021. págs. 69-79 ISSN 1576-3080
  13. Villanueva M. Efecto antibacteriano del extracto acuoso del *Zingiber officinale* “Kion”, sobre cepas de *Staphylococcus aureus* comparado con gentamicina, in vitro. [Tesis] Trujillo. Universidad César Vallejo. 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/600>
  14. Llontop R. Efecto inhibitorio in vitro de los extractos combinados de *Allium sativum* L. Ajo y *Zingiber officinale* sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aisladas de infecciones del tracto urinario. [Tesis] Chiclayo. Universidad Particular de Chiclayo. 2022. Disponible en: <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/1299>
  15. Ojeda Pereda MC, Beltrán Orbegoso RA. Efecto antimicrobiano in vitro de los extractos de *Allium sativum* y *Zingiber officinale* frente a *Staphylococcus aureus*. revucv-scientia [Internet]. 30 de diciembre de 2018 [citado 29 de noviembre de 2022];10(2):152-9. Disponible en: <https://doi.org/10.18050/RevUcv-Scientia.v10n2a4>
  16. Ñahuis L, Enciso N. Efecto antibacteriano in vitro del extracto etanólico del *Zingiber officinale* (kion) en cepas de *Escherichia coli*. [Tesis] Lima. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2018. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3507>

17. Inca A. Elaboración de un fitofármaco semisólido de acción adelgazante con diferentes dosis a base de alcachofa (*Cynara cardunculus* var *scolymus*), jengibre (*Zingiber officinale*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) administrado a personas para comparar su eficacia. [Tesis] Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2013. Disponible en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2466>
18. Cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) y sus usos, herbotecnia (s.f.). Recuperado 22 de nov 2022, a partir de <http://www.herbotecnia.com.ar/ar/exo-jengibre.html>
19. Kuklinski C. Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Ed. Omega. Barcelona. 2000.
20. Estrada EK, Romero JN. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial del rizoma de *Zingiber officinale* “Jengibre” en cepas de *Helicobacter pylori*, in vitro [Tesis]. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello; 2017
21. Dávila E. Efecto antibacteriano in vitro del extracto alcohólico y aceite esencial del *Zingiber officinale* “jengibre” sobre el *Streptococcus mutans* [Tesis]; Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo. 2018.
22. Abdullahi A, Tijjani A, Abubakar AI, Khairulmazmi A, Ismail MR. Plant biomolecule antimicrobials: an alternative control measures for food security and safety. En: Herbal Biomolecules in Healthcare Applications. Elsevier; 2022. p. 381–406.
23. Ansari S, Jha RK, Mishra SK, Tiwari BR, Asaad AM. Recent advances in *Staphylococcus aureus* infection: focus on vaccine development. *Infect Drug Resist* [Internet]. 2019;12:1243–55. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.2147/IDR.S175014>.

24. Herrera M. Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. Rev. Méd. Hosp. Nac. Niños [Internet] 1999 [consultado el 26 de julio de 2021]; 34(suppl): p. 33-41. Disponible:  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1017-85461999000100010&lng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010&lng=en)
25. Dorland, N. Dorland diccionario enciclopédico ilustrado de medicina. 29 ed. Madrid: Elsevier; 2005.
26. Bruneton J. Farmacognosia. Fitoquímica plantas medicinales. 2da. Ed. Zaragoza:Acribia; 2001.
27. Arispe C, Yangali J, Guerrero M, et al. La investigación científica Una aproximación para los estudios de posgrado. 1ed. Guayaquil: editorial Universidad Internacional del Ecuador; 2020.
28. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Nueva York, Estados unidos de Norteamérica. McGraw-Hill.
29. Castro M. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos Rev. Med. Clin. Condes -2019, 50-65.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2019.12.002>
30. Alan-Neill D, Cortez-Suárez L. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. 1ed. Editorial UTMACH, 2018

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

Autor (es): Ventura Bonifacio Nelly; Vilcahuamán Alarcón de Vilchez Aurea Karina				
TEMA: “Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (Jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	El extracto hidroalcohólico de <i>Zingiber officinale</i> “jengibre”, tiene efecto antimicrobiano menor que el efecto del aceite esencial, frente a <i>Escherichia coli</i>	<b>Variable Independiente</b>  -Extracto hidroalcohólico - Aceite esencial  <b>Dimensión:</b>  Compuestos fitoquímicos  <b>Variable dependiente</b>  Efecto antimicrobiano  <b>Dimensiones</b>  Inhibición	<b>ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN</b> Experimental  <b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</b> Hipotético-deductivo  <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> Diseño experimental  <b>POBLACIÓN</b> Cepa microbiológica <i>Escherichia coli</i>  <b>MUESTRA</b> Conformada por colonias microbiológicas de <i>Escherichia coli</i>  <b>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> Observación  <b>INSTRUMENTO</b> Ficha de observación  <b>TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b> Los datos serán organizados en una base de datos Excel , luego se exportaran al estadístico SPSS, para el análisis, descriptivo, los resultados serán presentados en tablas y gráficos. La estadística inferencial servirá para la discusión
¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ?	Evaluar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ;			
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>			
1. ¿Cuál es el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ? 2. ¿Cuál es el efecto antimicrobiano del aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ? 3. ¿Existe diferencia del efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico y del aceite esencial de <i>Zingiber</i> , frente a <i>Escherichia coli</i>	1. Determinar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ; 2. Evaluar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> ; 3. Comparar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (jengibre) frente a <i>Escherichia coli</i> .			

**Anexo 2. Operacionalización de variable**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
- Extracto hidroalcohólico - Aceite esencial	Sustancia de naturaleza química compleja	Compuestos fitoquímicos	Concentración al 50% Concentración al 100%	v/v
Efecto antimicrobiano	Medida de los efectos de un compuesto antimicrobiano	Inhibición	Halos de inhibición observados	Milímetros

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Diámetro del halo de inhibición (mm)	Concentración del Aceite esencial de <i>Zingiber officinale</i> (%)		Concentración del extracto hidroalcohólico de <i>Zingiber officinale</i> (%)		Agua destilada estéril (control negativo)
	50	100	50	100	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Total					

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO  
“FRANKLIN ROOSEVELT”**

**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y  
BIOQUIMICA**

Av. Giráldez N°542 - Huancayo

Huancayo, .....

**CARTA Nro.01-2023-**

**Señor (a):**

---

**PRESENTE**

**ASUNTO : VALIDEZ DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Por medio del presente me dirijo a Ud. Para saludarle cordialmente y solicitarle su participación en la validez de instrumentos de investigación a través de “juicio de expertos” del proyecto de investigación que estoy realizando, para obtener el título profesional; teniendo como tesis titulada “**Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (Jengibre) frente a *Escherichia coli***”, para lo cual adjunto:

- Formato de apreciación al instrumento: formato A y B.
- Matriz de consistencia.
- Operacionalización de variables.
- Instrumento de recolección de datos.

Esperando la atención del presente le reitero a Ud. las muestras de mi especial consideración y estima personal.

*Atentamente,*

-----  
*Karina Vilcahuamán Alarcón*

-----  
*Nelly Ventura Bonifacio*

## FICHA DE VALIDACIÓN DEL INFORME DE OPINIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

### FORMATO: B

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación : "Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (Jengibre) frente a *Escherichia coli*"
- 1.2. Nombre del instrumento motivo : Ficha de Observación de evaluación

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				x
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				x
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				x
4. Organización	Existe una organización lógica																				x
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				x
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				x
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				x
8. Coherencia	Entre los índices e indicadores																				x
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				x
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																				x

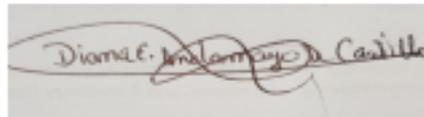
**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

95

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

a) Deficiente   b) Baja   c) Regular   d) Buena   e) Muy buena

Nombres y :  
Apellidos Diana Esmeralda Andamayo De Castillo  
DNI N° : 20078664      Teléfono /Celular : 964884831  
  
Dirección : Loreto 569  
domiciliaria  
Título : Químico Farmacéutico  
Profesional  
Grado : Doctora  
Académico  
Mención : Farmacia y Bioquímica



*Firma*

*Lugar y fecha: Huancayo 28 de Febrero 2023*

**FORMATO: B**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Título de la Investigación : "Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (Jengibre) frente a *Escherichia coli*"
- 1.2. Nombre del instrumento motivo : Ficha de Observación de evaluación

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				x
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				x
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				x
4. Organización	Existe una organización lógica																				x
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				x
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				x
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				x
8. Coherencia	Entre los índices e indicadores																				x
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				x
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																				x

### PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

a) Deficiente   b) Baja   c) Regular   d) Buena   e) **Muy buena**

Nombres y Apellidos : Martha Raquel Valderrama Sueldo  
DNI N° : 22101412      Teléfono/Celular : 988440250  
Dirección domiciliaria : Pje. Salazar Bondy Nro. 343 El Tambo  
Título Profesional : Químico farmacéutico.  
Grado Académico : Magister  
Mención : Seguridad y Medio Ambiente



**Firma**

**Lugar y fecha:** Huancayo 01 de marzo 2023

## FORMATO: B

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación : "Efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico y aceite esencial de *Zingiber officinale* (Jengibre) frente a *Escherichia coli*"
- 1.2. Nombre del instrumento motivo : Ficha de Observación de evaluación

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterias	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena					
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				X		
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																					X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																					X	
4. Organización	Existe una organización lógica																					X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																					X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																					X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																					X	
8. Coherencia	Entre los índices e indicadores																					X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																					X	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																					X	

## PROMEDIO DE VALORACIÓN

95

## OPINIÓN DE APLICABILIDAD

a) Deficiente   b) Baja   c) Regular   d) Buena   e) **Muy buena**

Nombres y Apellidos : RENEE SOLEDAD ORREGO CABANILLAS

DNI N° : 08131179      Teléfono /Celular : 964918887

Dirección domiciliaria : AV. HUANCAVELICA 179 EL TAMBO

Título Profesional : TECNOLOGO MEDICO

Grado Académico : MAGISTER

Mención : INVESTIGACION Y DOCENCIA SUPERIOR



\_\_\_\_\_  
*Firma*

*Lugar y fecha: Huancayo 01 de marzo del 2023*

## Anexo 5. Galería de fotografías



Fotografía 1. Molienda de la muestra



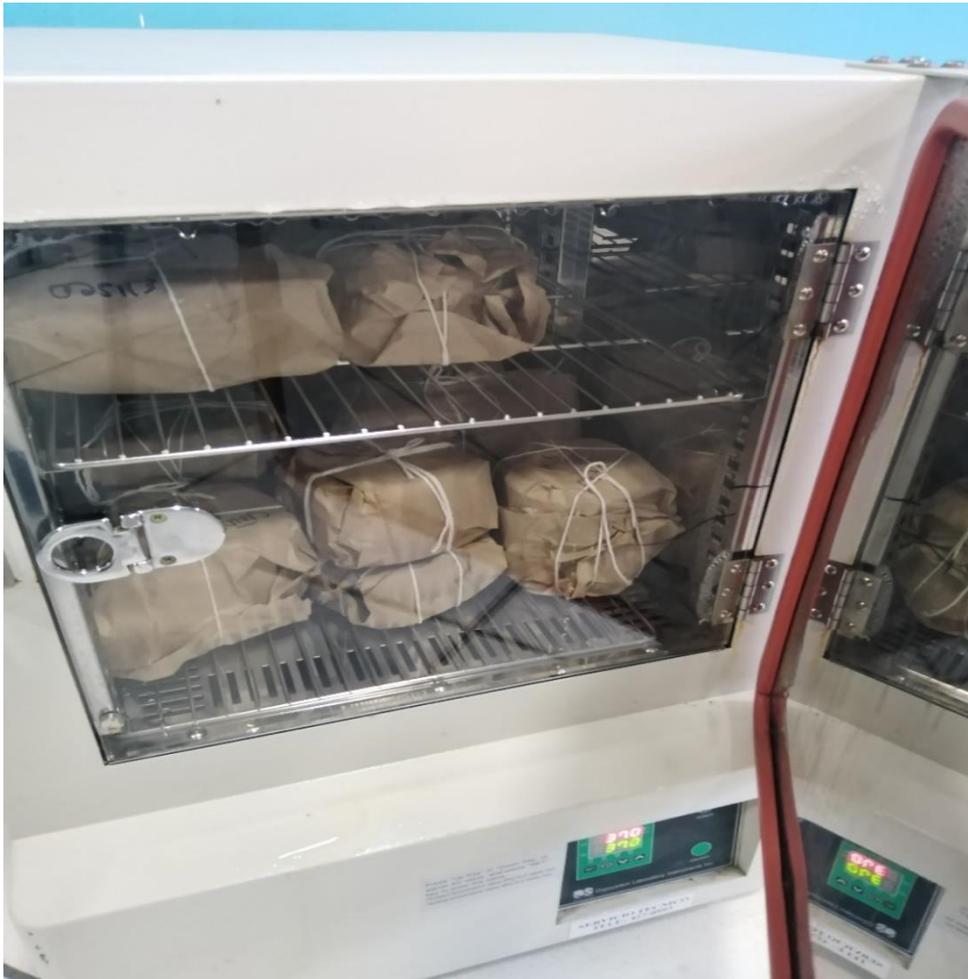
Fotografía 2. Conexión del equipo para la destilación por arrastre de vapor de agua



Fotografía 3. Preparando la siembra de *Escherichia coli* en placa.



Fotografía 4. Preparando la siembra de *Escherichia coli* en placa.



Fotografía 5. Incubación de los diferentes tratamientos