

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum*
“culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar
Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021**

**Tesis para optar el título profesional de
Bióloga, Especialidad: Microbiología**

Presentado por:

Bach. Estefany Astrid Palomino Ruiz

Asesor:

Dr. Aurelio Carrasco Venegas

AYACUCHO - PERÚ

2024

Jacinta y Dona, mi madre y mi tía, por haberme apoyado en todo momento, sus consejos, sus ejemplos de perseverancia y constancia, por ser la motivación para mejorar cada día.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma mater, formadora de profesionales con aspiraciones de superación, siempre al servicio de la sociedad.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y a la Escuela Profesional de Biología junto con toda la plana docente, por todos los conocimientos que me fueron impartidos durante toda mi formación académica profesional.

Al Dr. Aurelio Carrasco Venegas, docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, asesor del presente trabajo de investigación, por absolver muchas dudas con respecto a la ejecución experimental del trabajo, por su confianza al brindarme un espacio para la elaboración del presente.

A la Dra. Roberta Brita Anaya Gonzáles, docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, co-asesora del presente trabajo de investigación, por brindarme su tiempo y paciencia, además de todas las pautas necesarias para la culminación del presente.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	4
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Aceites esenciales	6
2.2.2. Extracto	6
2.2.3. Extracto metanólico	7
2.2.4. Actividad antibacteriana	7
2.2.5. Concentración mínima inhibitoria (CMI)	7
2.2.6. Concentración mínima bactericida (CMB)	7
2.2.7. Diámetro de inhibición	8
2.2.8. Porcentaje de inhibición	8
2.2.9. Las enterobacterias	8
2.2.10. Género <i>Salmonella</i>	8
2.2.11. Definición y características de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	9
2.2.12. Análisis fitoquímico	9
2.2.13. Metabolitos secundarios	10
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	10
2.3.2. Duración del ciclo vegetativo del <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	11
2.3.3. Propiedades del <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	11
2.3.4. Aceites esenciales de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	11
2.3.5. Composición química de los aceites esenciales	12
2.3.6. Obtención de aceites esenciales	12
2.3.7. Extractos naturales de plantas	14

2.3.8. Importancia de los extractos vegetales	14
2.3.9. Métodos de separación para la obtención de extractos vegetales	14
2.3.10. Actividad antibacteriana de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”	15
2.3.11. Actividad antibacteriana: métodos de estudio de la sensibilidad	15
2.3.12. <i>Salmonella sp</i> , ubicación taxonómica	17
2.3.13. Hábitat	18
2.3.14. Características de <i>Salmonella Typhimurium</i>	19
2.3.15. La <i>Salmonellosis</i>	19
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Ubicación de la zona de estudio	21
3.1.1. Ubicación política	21
3.1.2. Ubicación geográfica	21
3.2. Materiales	21
3.2.1. Muestra vegetal	21
3.2.2. Cepa bacteriana	22
3.3. Diseño metodológico	22
3.3.1. Preparación de las muestras vegetales	22
3.3.2. Preparación del extracto metanólico	22
3.3.3. Obtención de aceites esenciales	23
3.3.4. Análisis fitoquímico cualitativo	23
3.3.5. Determinación de la actividad antibacteriana	26
3.3.6. Cálculo del porcentaje de inhibición	28
3.3.7. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)	29
3.3.8. Determinación de la concentración mínima bactericida (CMB)	29
3.4. Alcance de investigación	29
3.5. Diseño de investigación	29
3.6. Análisis estadístico	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Actividad antibacteriana de <i>Coriandrum sativum</i> "culantro" sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.	33
Tabla 2. Promedio de halos de inhibición de los extractos metanólicos y aceites esenciales de <i>Coriandrum sativum</i> "culantro" sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.	34
Tabla 3. Porcentaje de inhibición de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos <i>Coriandrum sativum</i> "culantro" en comparación al estándar de ciprofloxacino (5µg) sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.	35
Tabla 4. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> "culantro" en cepa de <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.	36
Tabla 5. Marcha fitoquímica cualitativa de extractos metanólicos de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> "culantro", Ayacucho 2022.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Base de datos de la actividad antibacteriana sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028.	59
Anexo 2A. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida del extracto metanólico de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> en cepa de <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028.	60
Anexo 2B. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de aceites esenciales de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> en cepa de <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028.	61
Anexo 3. Prueba de normalidad: Shapiro Wilk de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> ; concentración vs halo de inhibición.	62
Anexo 4. Prueba de homogeneidad de varianzas: estadístico de Levene, de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> .	63
Anexo 5. Prueba de análisis de varianza de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> .	64
Anexo 6. Comparación de medias de Tukey de los halos de inhibición de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> .	65
Anexo 7. Diseño de experimento de las concentraciones establecidas para el extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> con sus respectivos grupos control.	67
Anexo 8. Cotización de cepa bacteriana <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium cepa ATCC: 14028.	68
Anexo 9. Comprobante de pago de la cepa bacteriana <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium cepa ATCC: 14028.	69
Anexo 10. Certificado de identificación botánica de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	70
Anexo 11. Carta de conformidad de co-asesor.	71
Anexo 12. Área de cultivo ubicado en el valle de Totorilla.	71

Anexo 13. Obtención de muestra vegetal <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	72
Anexo 14. Equipo de destilación por arrastre con vapor de agua para la obtención de aceites esenciales de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	72
Anexo 15. Peras de Bromo utilizadas para el proceso de decantación de aceites esenciales, realizado en el laboratorio de Bioquímica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	73
Anexo 16. Frascos conteniendo extracto metanólico de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, en maceración, realizado en el laboratorio de Bioquímica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	73
Anexo 17. Proceso de filtración del extracto metanólico de hojas de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	74
Anexo 18. Extracto seco de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	75
Anexo 19. Tubos de ensayo en los que se realizó el tamizaje fitoquímico para el extracto metanólico de hojas de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, realizado en el laboratorio de Bioquímica en la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	75
Anexo 20. Tubos de ensayo en los que se realizó el tamizaje fitoquímico para el extracto metanólico de tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, realizado en el laboratorio de Bioquímica en la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	76
Anexo 21. Antibiograma del extracto metanólico de hojas de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, frente a <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	76
Anexo 22. Antibiograma del extracto metanólico de tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, frente a <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de	77

- Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Anexo 23. Antibiograma de aceite esencial de hojas de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 77
- Anexo 24. Antibiograma de aceite esencial de tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 78
- Anexo 25. Placas después de 24 horas de incubación que mostraron la concentración mínima inhibitoria (CMI) de extractos metanólicos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 78
- Anexo 26. Placas después de 48 horas de incubación que mostraron la concentración mínima bactericida (CMB) de extractos metanólicos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 79
- Anexo 27. Placas después de 24 horas de incubación que mostraron la concentración mínima inhibitoria (CMI) de aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología 80

	Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	
Anexo 28.	Placas después de 48 horas de incubación que mostraron la Concentración mínima bactericida (CMB) de aceites esenciales de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” frente a <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	81
Anexo 29.	<i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, luego de 18 horas de incubación en Agar SS, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.	82
Anexo 30.	Frascos conteniendo aceites esenciales de hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”.	82
Anexo 31.	Matriz de consistencia.	83

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló teniendo como objetivo evaluar la actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* "culantro", sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, desarrollado en el laboratorio de bioquímica como también en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en los meses de abril a septiembre del 2022. El tipo de investigación fue explicativo y diseño cuasiexperimental, teniendo a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028 y *Coriandrum sativum* como unidad de análisis, La actividad antibacteriana del extracto metanólico y aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* se evaluaron mediante el método de difusión de pozos en agar. Se sembró la suspensión bacteriana ya reactivada en agar Müeller Hinton, para luego realizar la formación de pozos, donde se añadieron los extractos a cinco diferentes concentraciones, se incubó a 37°C por 24 horas. Posteriormente se evaluó la aparición de halos de inhibición alrededor de cada orificio; se comparó frente a un estándar, ciprofloxacino (5µg). El mayor promedio del halo (14,4 mm) y porcentaje de inhibición (46,3%) se obtuvo del aceite esencial de tallos; asimismo, la CMI y CMB del aceite esencial de este fue de 70 mg/mL y 80 mg/mL, hojas, 80mg/mL y 90 mg/mL; para el extracto metanólico, hojas 60 mg/mL y 70 mg/mL, tallos 70 mg/mL y 80 mg/mL, respectivamente. Se concluye que existe efecto antibacteriano del aceite esencial y extracto metanólico de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* sobre *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028.

Palabras clave: *Coriandrum sativum*, *Salmonella* Typhimurium, actividad antibacteriana, concentración mínima inhibitoria (CMI), concentración mínima bactericida (CMB).

I. INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que los aceites esenciales de *Coriandrum sativum* tienen capacidad para inhibir el crecimiento de varios géneros de bacterias Gram positivas y Gram negativas, mostrando actividad antibacteriana; los estudios se centraron en buscar dicho efecto de esta planta, en hojas, semillas y tallos del mismo (Ardila et al., 2010); cabe mencionar que estas partes pueden actuar sobre el sistema digestivo facilitando la digestión y aliviando el estreñimiento, también es eficaz contra cólicos y flatulencias, por lo mencionado se puede afirmar que el culantro posee gran importancia dentro de la alimentación y como parte de la medicina tradicional (Monreal, s.f.). Es por ello que en esta investigación se evaluó si los extractos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* poseen actividad antibacteriana en contra de *Salmonella Typhimurium*.

Salmonella enterica es uno de los patógenos alimentarios más relevantes del mundo y representa la principal causa de intoxicación alimentaria; pese a cada una de las medidas de control y prevención (Barreto et al., 2016); incluso por sobre la optimización en el saneamiento y la limpieza, las enfermedades gastrointestinales siguen imponiendo una carga significativa en la salud poblacional de territorios industrializados y subdesarrollados; *Salmonella enterica* serovar Enteritidis ha sido el serotipo más común internacionalmente (65 % de los aislamientos), seguido de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (12 %) (Alfaro, 2018).

En cuanto al tratamiento a partir de 1948 el cloranfenicol ha sido el fármaco de elección; sin embargo, se ha asociado con el desarrollo de resistencia y altas tasas de recaída. La aparición de resistencia al cloranfenicol ha llevado al uso de otros antibióticos. Por esa razón en la actualidad, todos los pacientes en quienes se sospecha enfermedades producidas por *Salmonella sp.* deben ser tratados con una quinolona o una cefalosporina de tercera generación, por lo que el

ciprofloxacino sigue siendo el fármaco de elección en el tratamiento de la enfermedad y de las cepas multirresistentes (Ibarra et al., 2005). Pero incluso con dicho tratamiento se tiene en cuenta también los efectos de la medicina tradicional complementaria (MTC), pues, en los sistemas de atención médica en todo el mundo se enfrentan a enfermedades crónicas y costos de atención médica cada vez mayores, lo que incluye ampliar el acceso a estos productos. Algunos estudios muestran que los pacientes con ciertas enfermedades crónicas usan los servicios de MTC con más frecuencia (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2013); por esa razón es que se consideró al culantro como alternativa en el tratamiento de la salmonelosis. Teniendo en cuenta todo lo mencionado en el presente estudio se propuso lo siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la actividad antibacteriana de los extractos metanólicos y aceites esenciales de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.

Objetivos específicos

- Determinar el diámetro de los halos de inhibición de los extractos metanólicos y aceites esenciales de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.
- Determinar el porcentaje de inhibición de los extractos metanólicos y aceites esenciales de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.
- Determinar la concentración mínima inhibitoria de los extractos metanólicos y aceites esenciales de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.
- Determinar la concentración mínima bactericida de los extractos metanólicos y aceites esenciales de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.
- Determinar e identificar cualitativamente los metabolitos secundarios presentes en los extractos metanólicos de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, Ayacucho 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Azuero, et al., (2016). Desarrollado en Ecuador; en su investigación tuvieron como objetivo, el estudio del efecto antibacteriano y antifúngico de las hojas de doce plantas medicinales de uso ancestral en el Ecuador, *Lippia citriodora* K “cedrón”, *Ambrosia artemisifolia* L “altamisa”, *Taraxacum officinale* Weber “diente de león”, *Ageratum conyzoides* L “mastrante”, *Piper carpunya* Ruiz y Pav “guaviduca”, *Borago officinalis* L “borraja”, *Coriandrum sativum* L “cilantro”, *Melissa officinalis* L “toronjil”, *Cymbopogon citratus* S “hierba luisa”, *Artemisia absinthium* L “ajenjo”, *Momordica charantia* L “achochilla” y *Moringa oleífera* Lam “moringa”. Correspondiendo a un tipo de investigación explicativo, teniendo como unidades de análisis a las muestras biológicas de las doce plantas y cepas utilizadas. Se utilizó la técnica de difusión en agar para determinar la actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos obtenidos, se evaluaron en cepas bacterianas, Gram negativas (*Escherichia coli* y *P. aeruginosa*), Gram positiva (*Staphylococcus aureus*) y un hongo patógeno (*Candida albicans*). Reporta que el extracto examinado de *Coriandrum sativum*, mostró una actividad bactericida frente a cada una de las cepas bacterianas utilizadas en los ensayos, que indica el valor que tiene esta especie en la producción de fitofármacos con propiedades antibióticas.

Ardila et al., (2010). Trabajo realizado en Colombia, que se tuvo como objetivo determinar el efecto inhibitorio del crecimiento de *Clostridium perfringens*, frente a extractos obtenidos utilizando diversos solventes de los bulbos de *Allium sativum* (ajo); de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* (cilantro), *Eugenia Caryophyllata* (clavo de olor), *Origanum vulgare* (orégano), *Rosmarinus officinalis* (romero) y *Thymus vulgaris* (tomillo), con el fin de obtener enfoques alternativos. Correspondiendo a un tipo de investigación explicativo y teniendo como unidades

de análisis a las muestras biológicas de las seis plantas y a la cepa de *Clostridium perfringens*. La acción antibacteriana contra *Clostridium perfringens* (cepa ATCC: 1312) se evaluó por el método de Kirby Bauer en agar agar Sulfito Polimixina Sulfasiazina (SPS), con los extractos de plantas de las especies mencionadas en solventes orgánicos de diferente polaridad, utilizando vancomicina como control. En sus resultados, se reporta que cuando se determinó la actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum*, mostró actividad inhibitoria en extractos obtenidos a partir de una mezcla de hexano-diclorometano. El diámetro de todos los extractos que mostraron inhibición en comparación con la vancomicina osciló entre 72% y 133% de inhibición. Concentraciones mínimas inhibitorias (MIC) y concentraciones mínimas bactericidas (MBC) de extractos en diferentes diluciones de plantas que mostraron más del 50% de inhibición.

Ortuño (2019). Investigación desarrollada en Ecuador, cuyo objetivo fue determinar la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de *Baccharis latifolia* “chilca” y *Coriandrum sativum*, “culantro” frente a la bacteria *Xanthomona sp.* al demostrar su capacidad de inhibición. Correspondiendo a un tipo de investigación investigativa-experimental y teniendo como unidades de análisis a las muestras biológicas de chilca, cilantro y a la muestra de la cepa bacteriana utilizada, en este caso *Xanthomona sp.* Se realizaron ensayos físicos y químicos para evaluar el rendimiento y calidad de los aceites esenciales, y mediante cromatografía de gases se determinaron los componentes con mayor proporción. Luego se realizó la prueba en placa de Petri invertida en el que se obtuvieron halos de inhibición de hasta 20 mm y 17 mm, usando concentraciones de 100% y 50% de aceite esencial de semillas de cilantro. Para determinar la capacidad bactericida de los aceites esenciales se realizó una prueba de dilución en agar, resultando una inhibición de bacterias al 20% de concentración en cilantro.

2.1.2. Nacionales

Mestas (2017). Estudio desarrollado en Arequipa con el objetivo de demostrar el efecto antibacteriano del aceite esencial de *Coriandrum sativum L* “cilantro”, frente a *Escherichia coli* ATCC 25922. Correspondiendo a un tipo de estudio experimental, según la manipulación de variables, teniendo como unidades de análisis a las muestras biológicas de las semillas de *Coriandrum sativum L* “cilantro” y *Escherichia coli* como cepa bacteriana. La sensibilidad bacteriana a las concentraciones de aceite esencial de 0,16, 0,31, 0,63, 1,13, 2,50, 5, 10, 30, 50, 70, 80 y 90% se determinó en placas de agar Müeller Hinton utilizando el método

de difusión de discos en placa. Es así que en sus resultados reporta que los discos empapados con extracto metanólico y aceite esencial al 0,16 % no se logró visualizar la formación de halo de inhibición, por lo tanto, carecían de actividad antibacteriana. No obstante, a partir de 0,31% al 90% se pueden observar halos de inhibición con un diámetro de 3,6 mm a 23,0 mm.

Jimenez e Iman (2016). Desarrollado en Loreto. En su trabajo tuvieron como objetivo determinar la actividad antioxidante y antibacteriana del extracto etanólico de las hojas de *Coriandrum sativum* "culantro" y *Eryngium foetidum* "sachaculantro" sobre *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* Correspondiendo a un tipo de investigación experimental, teniendo como unidades de análisis a las muestras biológicas de las plantas utilizadas en este caso las hojas de *Coriandrum sativum*, *Eryngium foetidum* y *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* Para las cepas bacterianas. Se empleó el método de difusión en disco y de macrodilución, para evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de cilantro y sachaculantro frente a las bacterias mencionadas, por lo que reporta en sus conclusiones que no se observó ningún halo de inhibición, lo que confirma que las cepas bacterianas *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* utilizados en el estudio son resistentes al extracto etanólico. Para la determinación de la concentración inhibitoria mínima (MIC) del extracto etanólico de hojas de *Coriandrum sativum* "cilantro" y *Eryngium foetidum* "sachaculantro" se usó el método de macrodilución; contra *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*, no se apreció inhibición del crecimiento (presencia de turbidez), lo que indica que las cepas bacterianas utilizadas en la investigación son resistentes al extracto etanólico.

Chávez (2018). Estudio realizado en la ciudad de Lima con el fin de determinar el efecto antibacteriano *in vitro* del aceite esencial de las semillas de *Coriandrum sativum* "cilantro" en cepas de *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, a distintas concentraciones 1%, 10%, 20%, 30%. Correspondiendo a un tipo de investigación experimental, teniendo como unidad de análisis a la muestra biológica de *Coriandrum sativum* y a la cepa de *Streptococcus pyogenes*. El estudio microbiológico se llevó a cabo con cepas de *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, proporcionadas por el Laboratorio de Referencia de Infecciones Respiratorias Agudas. Se elaboró agar cerebro corazón teniendo como base caldo infusión cerebro corazón, al que se agregó la cantidad necesaria de agar-agar para convertirlo en un medio sólido. Se perforaron agujeros en el agar con un sacabocado donde se colocó la muestra problema y los discos de sensibilidad,

azitromicina como control positivo. Cuando se evaluó la actividad antibacteriana del aceite esencial de semillas de *Coriandrum sativum* “culantro”, se encontró que a una concentración del 30% tenía una inhibición promedio de 48 mm; una inhibición promedio al 20% de 42 mm y una inhibición promedio al 10%. de 21 mm. Estos valores son superiores a los de la azitromicina, cuyo halo de inhibición alcanzó una media de 21 mm.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son productos del reino vegetal con sabores y aromas característicos concentrados. Consisten en mezclas complejas de hidrocarburos, compuestos que contienen oxígeno y residuos no volátiles. En general, los aceites esenciales se pueden definir como líquidos aceitosos obtenidos de diversas partes de la planta como flores, capullos, semillas, hojas, ramas, corteza, madera, frutos y raíces (Torrenegra et al., 2017a.)

Los aceites esenciales suelen constituir 0,1-1% del peso seco de la planta. Son líquidos y una de sus características es que son poco solubles en agua, ya que suelen ser solubles en alcoholes y disolventes orgánicos. Son incoloros a temperatura ambiente y cuando están frescos, toman un color amarillento oscuro cuando se oxidan pues se resinifican (se evita colocándolos en recipientes de vidrio color topacio que se llenan por completo y se cierran completamente). La mayoría de los aceites tienen una densidad menor que la del agua (las excepciones incluyen la canela, el sasafrás y los aceites finos) que tienen un alto índice de refracción (Lopez, 2004).

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos producto del metabolismo de las plantas; en su mayoría volátiles y responsables del olor que se percibe en estas. Las propiedades químicas específicas de los aceites esenciales varían según la región de cultivo y las condiciones ambientales. Son de importancia comercial en la industria alimentaria, industria farmacéutica (por su uso como agentes antimicrobianos), industria de sabores/perfumes, cosmética e higiene. De igual forma, el uso de aceites esenciales es una importante alternativa para el control de insectos, hongos y nematodos como alternativa al uso de plaguicidas sintéticos (Ruiz et al., 2015).

2.2.2. Extracto

Son compuestos obtenidos de sustancias biológicamente activas presentes en los diferentes tejidos y órganos vegetales utilizando un determinado solvente (alcohol,

agua, una mezcla de estos o cualquier otro solvente selectivo) y un proceso de extracción adecuado. De una misma planta podemos obtener diferentes sustancias dependiendo del órgano, solvente y técnica de extracción utilizada (Santamaría et al., 2015).

También se considera una mezcla compleja con muchos compuestos químicos que se pueden obtener de una fuente natural a través de procesos físico-químicos y/o microbiológicos y se pueden utilizar en todos los campos técnicos (Pardo, 2002).

2.2.3. Extracto metanólico

El extracto metanólico tiene un aroma característico que es obtenido a partir de material vegetal presecado y triturado, es posible preparar mediante maceración o percolación en contacto con metanol puro o al 70% y 90%. Los extractos son preparaciones concentradas de consistencia sólida, líquida o media, por lo general obtenidas a partir de material vegetal seco, se obtienen por evaporación parcial o total del solvente en extractos herbales líquidos (Rodenas, 2018).

2.2.4. Actividad antibacteriana

La actividad antibacteriana es la capacidad de un compuesto para inhibir o eliminar el crecimiento de una población de bacterias y se puede determinar mediante ensayos *in vitro*. Se puede medir como CMI o CMB que permite la comparación de diferentes compuestos utilizados; una baja actividad no significa resistencia; tampoco implica eficacia, fracaso terapéutico o efectos secundarios. La eficacia clínica se expresa como mejoría o muerte del paciente. (Fica, 2005).

2.2.5. Concentración mínima inhibitoria (CMI)

Se define como la concentración más baja de un fármaco (antibióticos), que previene el crecimiento visible después de 18 y 24 horas. Se puede concebir que si el antibiótico se mantiene por encima del CMI puede inhibir fácilmente el crecimiento bacteriano. Este concepto ha iluminado el avance de la ciencia durante mucho tiempo. Aunque la base de algunos de los datos que consideramos ha cambiado recientemente, la CMI sigue siendo un parámetro clave sin el cual no tenemos posibilidades de éxito en la terapia antibacteriana (Errecalde, 2004).

2.2.6. Concentración mínima bactericida (CMB)

La concentración mínima bactericida (MBC) representa la concentración mínima de un agente antibacteriano capaz de eliminar el 99,9 % de una población bacteriana previamente estandarizada dentro de las 18 a 24 horas de cultivo. Algunos efectos adversos sobre las bacterias persisten después de la exposición

a un agente antimicrobiano. Esto se llama el efecto post-antibiótico. Aunque el efecto post-antibiótico se descubrió hace muchos años, se ha comprobado que todos los agentes antimicrobianos lo pueden producir tanto en mayor o menor medida (Errecalde, 2004; Taroco et al., s.f.).

2.2.7. Diámetro de inhibición

Es la medida que se da a los halos de inhibición teniendo en cuenta el diámetro del mismo pues posee forma circular; dichos halos de inhibición se hacen visibles después de un periodo de incubación por 18 a 24 horas, con lo que se podrá evaluar la actividad antibacteriana, éstos se forman alrededor de los discos o los pozos, cuya característica se observa como áreas más claras en la muestra. Existe una relación directa entre el diámetro del halo alrededor del disco y la concentración de bacterias, que generalmente se puede clasificar en baja, media y alta. Esto es muy importante para que el laboratorio pueda dar en base a la muestra, y en el caso de un caso médico, poder mostrar el camino de recuperación del paciente. Una lectura de 6 mm indica que no hay zona de inhibición ya que básicamente corresponde al diámetro del disco o del pozo (Manzano et al., s.f.; Bernal y Guzmán, 1984).

2.2.8. Porcentaje de inhibición

El porcentaje de inhibición es el cálculo del porcentaje del efecto inhibitorio relativo respecto al control positivo, con los datos ya obtenidos a partir del diámetro de los halos de inhibición del crecimiento de los microorganismos, este control variará según el trabajo realizado y la sensibilidad y características de la bacteria en cuestión (Cruz et al., 2010).

2.2.9. Las enterobacterias

Las enterobacterias pertenecientes a la familia es una familia amplia y diversas de bacterias Gram-negativas. Su nombre se debe a su ubicación común como saprofitos en el tracto gastrointestinal, aunque son bacterias ubicuas que se encuentran comúnmente en el suelo, el agua y la vegetación, también formando parte de la microbiota intestinal normal de muchos animales además de los humanos (Puerta y Rodríguez, 2010).

2.2.10. Género *Salmonella*

Son varillas rectas de 0,7-1,5 x 2.5 μm , bacterias Gram negativas que le deben su movimiento a la presencia de flagelos peritricos, son anaerobios facultativos, quimioorganotróficos, poseen un metabolismo tanto respiratorio como fermentativo y se desarrollan a una temperatura óptima de 37°C. La glucosa y

otros carbohidratos se catalizan con la producción de ácido a veces se observa la formación de gas (Holt et al., 1994). Crecen en medios simples y casi nunca fermentan lactosa o sacarosa. Suele producir H₂S. Se pueden mantener en agua congelada durante mucho tiempo. Son resistentes a algunos químicos (verde brillante y tetrionato de sodio) que inhiben a otras enterobacterias, por lo que es beneficioso para aislar la salmonela de las heces. En cuanto a su estructura antigénica; una vez asegurada que se trata de *Salmonella* en base a sus propiedades bioquímicas, el reconocimiento de la especie se realiza mediante análisis antigénico. *Salmonella* tiene varios antígenos "O" como otras enterobacterias (más de 60) y diferentes antígenos "H" en una o ambas fases. Algunos tienen antígenos capsulares (K) llamados Vi, que pueden prevenir la aglutinación del antisuero O y están asociados con la invasividad. La clasificación serológica se basa en pruebas de aglutinación con antisuero de diferentes antígenos O y H (Tulio y prado, 2005).

2.2.11. Definición y características de *Coriandrum sativum* "culantro"

El culantro es una planta aromática con gran interés en la preparación y mejora de bebidas. Fue una de las primeras especies introducidas en América y se utilizó, entre otras cosas, para conservar la carne y como planta medicinal. Es bajo en grasas y calorías y contiene cantidades significativas de antioxidantes. Botánicamente, se puede describir como una especie vegetal anual, herbácea que mide de 40 a 60 cm de altura, con tallos erguidos, lisos, cilíndricos y ramificados. Las hojas inferiores son pecioladas, pinnadas, con segmentos ovalados en forma de cuña; cuando las superiores son bi-tripinnadas, con segmentos agudos, los frutos tienden a ser ovoides o redondeados, de hasta 6 mm de diámetro, diáceos, globosos, con diez costillas primarias longitudinales y ocho costillas secundarias, constituidos por carpelos estrechamente unidos, de color marrón amarillento. Tienen un olor suave y bastante agradable acompañado por un sabor muy fuerte y ligeramente picante. Las raíces delgadas y ramificadas, flores, son pequeñas de color blanco o rosa pálido, de cinco pétalos y generalmente distribuidas en pares a lo largo de las ramas floríferas, las hojas compuestas tienen un contorno irregular aserrado (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, s.f.).

2.2.12. Análisis fitoquímico

El análisis fitoquímico es una herramienta beneficiosa al momento de analizar una determinada especie vegetal y así tener el conocimiento de cuáles son los metabolitos secundarios que se encuentran presentes; esto requiere un conjunto

de técnicas de extracción, separación, purificación y luego análisis de los compuestos identificados para determinar su estructura por medio de técnicas instrumentales (Scarpetta, 2017).

El análisis o tamizaje fitoquímico implica la extracción de compuestos activos de la planta haciendo uso de solventes adecuados y la aplicación de diferentes sustancias químicas para dar lugar a reacciones de color y precipitación. Debe permitir la evaluación rápida y precisa con reacciones sensibles y reproducibles (Palacios, 2013).

2.2.13. Metabolitos secundarios

Las plantas asignan cantidades significativas de carbono y energía asimilados a la síntesis de varias moléculas orgánicas, que no parecen desempeñar un papel directo en la fotosíntesis, la respiración, la asimilación de nutrientes, el transporte de solutos o la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos, estos son conocidos como metabolitos secundarios o productos naturales (Scarpetta, 2017).

Los metabolitos secundarios, además de no tener una función definida en estos procesos, también se diferencian de los metabolitos primarios debido a que ciertos grupos están limitados en las plantas, es decir, no todos los metabolitos secundarios se encuentran en todos los grupos de plantas. Se sintetizan en pequeñas cantidades y no en todos los casos, pero su producción a menudo se limita a una determinada familia de plantas, género o incluso unas pocas especies. Algunos productos del metabolismo secundario desempeñan funciones ecológicas específicas, como actuar como atrayentes o repelentes de animales. Otros compuestos tienen una función protectora contra los depredadores y actúan como repelente, dan a la planta un sabor amargo, haciéndolos indigestos o venenosos. También interrumpen los mecanismos de defensa de las plantas contra diversos patógenos, actuando como insecticidas naturales. (Ávalos y Pérez-Urria, 2009).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. *Coriandrum sativum* “culantro”

El culantro (*Coriandrum sativum*), se clasifica junto con otras especies de plantas como "plantas medicinales, aromáticas y de condimento"; pueden ser consumidos frescos, cocidos o secos, deshidratados en algunos alimentos y preparaciones medicinales, además del uso industrial para la extracción de aceites esenciales y productos farmacéuticos. Incluso se ha reportado que estas especies son capaces de actuar como repelentes de insectos a nivel de campo y almacenamiento (Morales, 1995).

2.3.2. Duración del ciclo vegetativo del *Coriandrum sativum* “culantro”

El culantro es una planta de crecimiento continuo, posee con una raíz pivotante altamente ramificada. Su ciclo de vida consta de dos etapas principales: vegetativa y reproductiva. Durante la primera etapa que corresponde al establecimiento del cultivo, se observa la formación de hojas en la base, éstas poseen cierto parecido a las del perejil. En la segunda etapa, se divisa la aparición de hojas con similitud a las que presenta el hinojo, los tallos se alargan y con ello se produce el desarrollo de las flores y los frutos. Las inflorescencias se presentan en forma de umbelas, que consisten en grupos de flores o frutos que surgen de un mismo punto del tallo y se elevan a una altura similar o casi igual. Estas umbelas están compuestas por varias umbélulas, las cuales contienen diferentes tipos de flores, incluyendo algunas que son hermafroditas. El cultivo de cilantro responde a días largos, es decir, a medida que reciba una mayor cantidad de horas luz se acortará la etapa que va desde las emergencias al dimorfismo foliar. La temperatura se encarga de regular las etapas de dimorfismo-floración, la floración-fructificación y la fructificación-madurez (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2007).

2.3.3. Propiedades del *Coriandrum sativum* “culantro”

Las semillas y las hojas son extensivamente empleadas en las tradiciones culinarias de la cocina latinoamericana, india y china. Además, son una fuente potencial de lípidos y su aceite esencial es rico en linalool. Se conocen efectos farmacológicos para varias partes de la planta, tales como efectos antimicrobianos, antioxidantes, antidiabéticos, ansiolíticos, antiepilépticos, antidepresivos, antimutagénicos, antiinflamatorios, antidislipidémicos, antihipertensivos, neuroprotectores y diuréticos. Aunque se han publicado muchos estudios en relación a la capacidad antioxidante y los componentes fenólicos de las especias, incluyendo el cilantro, las características geográficas y las variaciones climáticas influyen en el proceso de fotosíntesis y, por ende, en la composición química de las plantas. Esto a su vez afecta su valor nutricional y su distribución en los diferentes tejidos que las conforman (Ceballos y Giraldo, 2011).

2.3.4. Aceites esenciales de *Coriandrum sativum* “culantro”

En el culantro se encuentran aceites esenciales, aceites grasos, trazas de glucósidos, taninos, oxalato de calcio y muchos más componentes. Los aceites esenciales destacan por su composición química, entre ellos d-linalol, 70-90% pineno, dipenteno, geraniol, felandreno, borneol, limoneno y otros pequeños

componentes. La esencia es ligeramente amarillenta o incolora. El aceite esencial de cilantro generalmente se extrae por hidrodestilación. Su rendimiento suele variar de 0,03 a 2,6 litros de peso de fruto. Esta esencia tiene propiedades antioxidantes y antibacterianas y se utiliza como aromatizante en licores y bebidas digestivas además de en perfumes (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, s.f.).

2.3.5. Composición química de los aceites esenciales

Los aceites esenciales suelen ser mezclas bastante complejas que contienen hasta 100 componentes, que pueden incluir: Compuestos alifáticos de bajo peso (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropano. La mayoría tienen un olor agradable, aunque algunos tienen un olor relativamente desagradable, como el olor a ajo y cebolla, porque contienen compuestos de azufre (Martínez, 2003).

Es así que un aceite esencial es toda una mezcla de sustancias principalmente formada por una base integrada por hidrocarburos terpénicos. En menor concentración se encuentran otros componentes que le confieren el aroma global del aceite esencial. Otros componentes al contrario no guardan relación con su aroma (ceras, ácidos...) que pueden actuar como antibióticos, conservantes o fijadores del aroma presente en el aceite esencial. (Sánchez, 2006).

En plantas aromáticas y medicinales contienen sustancias activas con bioactividad, como antioxidantes, agentes antifúngicos, agentes antimicrobianos, entre otras (Torrenegra et al., 2016), estas sustancias son producidas por las plantas como metabolitos secundarios y pueden ser extraídas por métodos físicos como la destilación por arrastre de vapor o hidrodestilación (Torrenegra et al., 2017b).

2.3.6. Obtención de aceites esenciales

2.3.6.1. Métodos directos

La destilación por arrastre con vapor de agua

Durante el proceso de destilación por arrastre de vapor de agua, se produce la vaporización selectiva del componente volátil en una mezcla que también contiene un componente no volátil. Esto se logra mediante la introducción de vapor de agua en la mezcla, conocido como "vapor de arrastre". Sin embargo, es importante destacar que el papel del vapor de arrastre no es realmente "arrastrar" el componente volátil, sino más bien condensarse y formar una fase separada e inmiscible que libera su calor latente a la mezcla, permitiendo la evaporación del

componente volátil. A lo largo de la destilación, se observan dos fases inmiscibles presentes: una fase orgánica y una fase acuosa. Estas fases se comportan como si el otro líquido no estuviera presente (Peredo et al., 2009).

Destilación con agua o hidrodestilación

En la técnica de hidrodestilación, se utiliza vapor de agua para destilar flores u otras partes de plantas. El vapor de agua actúa como un "transportador" del aceite esencial presente en la planta. Los aceites esenciales tienen un punto de ebullición más alto que el agua, pero cuando se encuentran en una mezcla con agua, el punto de ebullición se reduce, lo que permite la destilación conjunta. A medida que los vapores pasan a través del condensador, se enfrían y se condensan, formando un líquido compuesto por dos fases inmiscibles: una fase orgánica que corresponde al aceite esencial y una fase acuosa. En algunos aceites, esta fase acuosa puede contener una pequeña cantidad de esencia, ya que los aceites esenciales pueden contener componentes solubles en agua (Ortuño, 2006).

Destilación agua-vapor o vapor húmedo

Este método se usa a menudo en la agricultura para destilar hierbas y hojas. Se coloca el material sobre una parrilla y luego se coloca el agua entre la base de dicha parrilla, ligeramente por debajo de la misma. Si el agua escasea, el agua que sale con el aceite esencial en la primera extracción se devuelve a la unidad de extracción para apoyar el procedimiento de destilación (cohobación). El calentamiento puede originarse tanto a partir de una fuente externa como del cuerpo interno del extractor (Sistema de bibliotecas SENA, s.f.).

2.3.6.2. Métodos de extracción con solventes

Maceración en grasa

Es un método de extracción que implica sumergir los pétalos de flores en grasa caliente y extraer las esencias mediante el uso de alcohol. Sin embargo, este enfoque ha sido ampliamente sustituido por la extracción utilizando solventes orgánicos (Sistema de bibliotecas SENA, s.f.).

Extracción con solventes volátiles

Se fundamenta en la facilidad que tienen los disolventes orgánicos para ingresar en el material vegetal y disolver sus aceites volátiles, debido a que los puntos de ebullición entre los aceites y los solventes son diferentes. Presenta la ventaja de operar con bajas temperaturas, es por ello que no causa daños térmicos ni provoca cambios químicos en los componentes del aceite. (Sistema de bibliotecas SENA, s.f.)

Estos disolventes hacen que la esencia sea soluble, pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una oleoresina o un extracto impuro (Rodríguez et al., 2012).

2.3.7. Extractos naturales de plantas

- Las plantas y subproductos agroalimentarios son una excelente fuente de productos naturales biológicamente activos.
- En los extractos existen una multitud de constituyentes químicos con propiedades físico-químicas y biológicas muy diferentes.
- Muchas propiedades beneficiosas de las plantas y subproductos alimentarios agrícolas son conocidas y utilizadas desde la antigüedad como agentes antimicrobianos, insecticidas, antioxidantes, etc.
- Los diferentes efectos resultan de compuestos sintetizados por las células vegetales, que no son estrictamente necesarios para el crecimiento o la reproducción, pero cuya existencia ha sido probada genética, fisiológica o bioquímicamente, a estas sustancias se les conoce como metabolitos secundarios.

Las técnicas de extracción permiten obtenerlos y concentrarlos para diversos usos (medicina, alimentación, perfumería, etc.) (López et al., 2011).

2.3.8. Importancia de los extractos vegetales

Según la Organización Mundial de la Salud, alrededor del 25% de los medicamentos disponibles en el mercado en la actualidad derivan de fuentes vegetales, mientras que otro 25% contiene principios activos vegetales que han sido alterados químicamente. El número de sustancias químicas sintetizadas en el laboratorio que pueden ser utilizadas por su toxicidad es cada vez mayor, por consiguiente en la naturaleza tienen la posibilidad de obtener nuevas estructuras de uso terapéutico (Pardo, 2002).

2.3.9. Métodos de separación para la obtención de extractos vegetales

Los métodos de separación dependen de las propiedades físicas de los componentes de la mezcla derivados de plantas. Existen diferentes métodos disponibles para obtener extractos, como la maceración, destilación, decantación, filtración, evaporación, entre otras técnicas.

- Maceración: Hace referencia a la molienda de compuestos botánicos como semillas o frutos utilizando agua purificada ya que algunas plantas pueden perder sus principios activos si se exponen a altas temperaturas.

- Destilación: Se trata de un proceso en el cual se separan las mezclas de componentes en función de las disparidades en los puntos de ebullición de dichos componentes.
- Decantación: Consiste en separar dos fases o componentes de una mezcla mediante la separación de un sólido de otro o la diferenciación de dos líquidos con densidades distintas.
- Filtración: Se basa en el uso de papel, fibras o una malla para atrapar las partículas sólidas y lograr la separación del extracto de la mezcla.
- Evaporación: Implica la separación de los componentes que son volátiles por calor o flujo de aire seco (Ruiz, 2020).

2.3.10. Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* “culantro”

Tanto el aceite esencial como los extractos derivados de *Coriandrum sativum* se han empleado en el tratamiento de ciertas condiciones no relacionadas con enfermedades infecciosas. No obstante, se ha evidenciado que este aceite esencial exhibe propiedades antimicrobianas contra una variedad de bacterias grampositivas y gramnegativas. Tanto las hojas como las semillas y el tallo de esta planta han sido objeto de estudio para evaluar sus efectos (Ardila. et al., 2010).

2.3.11. Actividad antibacteriana: métodos de estudio de la sensibilidad

Estos métodos se pueden dividir en métodos cuantitativos y cualitativos. Los métodos cuantitativos son aquellos que permiten determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB). En cuanto a los métodos cualitativos (disco difusión) son aquellos procedimientos que permiten clasificar directamente a un microorganismo como sensible o resistente, es así que es uno de los métodos más utilizados en la prácticas de laboratorio (Taroco et al., s.f.).

2.3.11.1. Métodos cualitativos

Principalmente comprende los métodos de difusión.

Método del antibiograma disco-placa

El antibiograma disco-placa se basa en el trabajo de Bauer, Kirby y colaboradores siendo uno de los métodos recomendados por el National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) para la determinación de la susceptibilidad de las bacterias a los fármacos antimicrobianos. El antibiograma disco-placa consiste en colocar discos de papel impregnadas con diversos antibióticos sobre la superficie de agar de una placa de Petri en la que se ha inoculado el microorganismo de interés. Una vez que el disco impregnado con el antibiótico entra en contacto con

la superficie húmeda del agar, el filtro absorbe agua y el antibiótico se distribuye por el disco. A través del espesor del agar, el antibiótico se difunde en forma radial, creando un gradiente de concentración. Después de un período de incubación de 18-24 horas, los discos exhiben una zona de inhibición alrededor de ellos. La concentración de antibiótico en la interfaz entre las bacterias en crecimiento y las bacterias inhibidas se conoce como concentración crítica, y se aproxima a la concentración mínima inhibitoria (CMI) obtenida mediante métodos de dilución. Sin embargo, los procedimientos de disco-placa no permiten una lectura directa del valor de la CMI (Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica [Seimc], s.f.a).

Método modificado de pozos de agar

El objetivo de este procedimiento es evaluar, de manera cualitativa, el impacto de un conjunto de sustancias individuales en las cepas bacterianas aisladas de infecciones. El método se fundamenta en la relación entre la concentración necesaria de una sustancia para inhibir el crecimiento de una cepa bacteriana y la formación de una zona de inhibición en la superficie de una placa de agar. Esta placa de agar contiene un medio de cultivo apropiado y ha sido sembrada de manera uniforme con la bacteria objeto de estudio; al igual que el método de difusión disco placa, pero a diferencia de este el antibiótico a ensayar se coloca en un en un pozo de 6 mm de diámetro obtenido con un sacabocado, en dicho pozo es donde se agrega una cantidad conocida de la sustancia (Ramirez y Castaño, 2009).

2.3.11.2. Métodos cuantitativos

Método de E-test

La epsilometría (E-test) es un método que integra los principios de la difusión en disco y la dilución en agar para evaluar la susceptibilidad in vitro de microorganismos. Este método es aplicable a diversos tipos de microorganismos, incluyendo aquellos de naturaleza fastidiosa y anaerobia. La epsilometría se caracteriza por su simplicidad y facilidad de uso, y a diferencia de la difusión en disco, proporciona resultados cuantitativos. La gradiente obtenida cubre las concentraciones adecuadas para realizar la CIM del antimicrobiano (Triantafilo, 2002).

Métodos de dilución

Estos métodos se basan en determinar el crecimiento de un microorganismo en presencia de una concentración creciente de un agente antimicrobiano diluido en

un medio de cultivo (caldo o agar). Inicialmente, se llevaron a cabo las primeras evaluaciones utilizando conjuntos de tubos que contenían caldo de cultivo con un rango definido del agente antimicrobiano (macrodilución). Este método es muy laborioso debido a la cantidad de material y las manipulaciones necesarias para realizarlo. La implementación del sistema de multiinoculación mediante placas de agar utilizando micropipetas, así como la disponibilidad de placas de microtitulación, ha simplificado el uso del método de microdilución en caldo. Históricamente, estos métodos se han empleado para determinar la concentración inhibitoria mínima (MIC) y la concentración bactericida mínima (MBC) de agentes antimicrobiano (Seimc, s.f.a).

2.3.12. *Salmonella* sp, ubicación taxonómica

El género *Salmonella* forma parte de la siguiente estructura taxonómica:

División : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Clase : Gamma-proteobacteria
Orden : Enterobacteriales
Familia : Enterobacteriaceae
Género : *Salmonella*
Especie : *Enterica*
Subespecie : *Enterica*
Serovariedad : Typhimurium.

El género incluye 2 especies diferentes *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*. *S. bongori*, que contiene diez serovares que son extremadamente raros, es una especie no considerada patógena para humanos y se ha encontrado principalmente en animales de temperatura corporal baja, como reptiles, aunque también se han reportado algunas enfermedades en humanos. *Salmonella enterica* contiene muchas cepas patógenas para los seres humanos, así como para varios reptiles, aves y mamíferos. (Betancor y Yim 2012; Holt et al., 1994).

La especie *S. enterica* se puede dividir en seis subespecies diferentes: subespecies *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) e *indica* (VI). La mayoría de las subespecies se aíslan principalmente de los reptiles, por lo tanto, rara vez se asocian con infecciones humanas. No obstante, *S. enterica* subespecie *enterica*, se aísla principalmente de mamíferos y aves, alcanzando la cadena alimenticia infectando así accidentalmente a los seres humanos. Se estima que el 99 % de los casos de los casos humanos de salmonelosis son causados por cepas de la subespecie I (Betancor y Yim 2012).

Según la nomenclatura actualizada que refleja los avances taxonómicos recientes, aparte de las especies importantes *S. enterica* y *S. bongor*, se ha identificado una tercera especie llamada *S. subterranea*. Este descubrimiento se hizo en marzo de 2005 a partir de una única cepa ambiental muy inusual, y fue aceptado posteriormente por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (Delgado, 2015).

En cuanto a los cambios taxonómicos recientes, se han realizado modificaciones significativas en la nomenclatura, ahora solo se conservan los nombres de los serovares de la subespecie *enterica*. Estos nombres no deben ir en cursiva para destacar que no se refieren a especies y deben comenzar con mayúscula. Siguiendo esta lógica y de acuerdo con las regulaciones actuales, el nombre correcto sería *Salmonella* Typhi o *Salmonella enterica*, subespecie *enterica*, serovariedad Typhi para referirse al mismo patógeno. Sin embargo, en la práctica clínica, no es necesario mencionar el nombre de la subespecie, ya que solo se nombran los serotipos de la subespecie *enterica*, como Typhimurium, London o Montevideo. En la práctica común, se utiliza el género *Salmonella* seguido del nombre del serotipo, por ejemplo, *Salmonella* Typhimurium. Este enfoque se utiliza en muchos informes clínicos de laboratorios de microbiología médica. Solo se conservan los nombres de los serotipos de la subespecie *enterica*. Por lo tanto, se recomienda seguir las nuevas convenciones abreviadas, como el uso de *S. Typhimurium* en lugar de la nomenclatura más detallada *Salmonella enterica*, subespecie *enterica*, serovariedad Typhimurium (Delgado, 2014; 2015).

2.3.13. Hábitat

Las bacterias del género *Salmonella* se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza y pueden actuar como comensales y patógenos en el tracto digestivo de una variedad de animales, incluyendo animales domésticos y salvajes, reptiles, aves e insectos. Estas bacterias son responsables de numerosas enfermedades en humanos y animales. Desde una perspectiva epidemiológica, se pueden clasificar en tres grupos:

- Aquellos que no muestran preferencia por un huésped en particular, por lo que pueden infectar tanto a los seres humanos como a los animales. La mayoría de los agentes causales de la salmonelosis se encuentran en este grupo.
- Los que solo infectan a los seres humanos se encuentran: *S. enterica* serovar Typhi, *S. enterica* serovar Paratyphi A y *S. enterica* serovar Paratyphi C.

- Los que están adaptados exclusivamente a un huésped animal: *S. enterica* serovar Abortusovis, a los ovinos, *S. enterica* serovar Abortusequi, a los equinos y *S. enterica* serovar Gallinarum, a las aves (Lopardo et al., s.f.).

2.3.14. Características de *Salmonella Typhimurium*

Salmonella Typhimurium es un enteropatógeno primario que infecta tanto a humanos como a animales. La infección comienza con el consumo de agua o alimentos contaminados, por lo que las salmonelas llegan al epitelio intestinal y desencadenan enfermedades gastrointestinales. El primer obstáculo a superar en el huésped es el pH ácido del estómago. Para proteger contra el choque ácido severo, *S. Typhimurium* activa la respuesta de tolerancia al ácido (ATR), que contribuye a tener la homeostasis del pH inducible para que así se mantenga el pH intracelular con valores más altos en comparación al entorno extracelular. Las salmonelas que han llegado al intestino delgado deben alcanzar y atravesar la mucosa intestinal antes de encontrarse y adherirse a las células epiteliales intestinales. En algunos pacientes, la infección se disemina después de la invasión del epitelio intestinal, la entrada a los fagocitos y la posterior diseminación. En este caso, es adecuado utilizar una terapia antimicrobiana basada en fluoroquinolonas y cefalosporinas de amplio espectro, de las cuales actualmente hay opciones (Fábrega y Vila, 2013).

2.3.15. La Salmonelosis

La salmonelosis es una enfermedad infecciosa que se encuentra ampliamente distribuida a nivel mundial y puede transmitirse de animales a humanos. Se reporta con mayor frecuencia en países desarrollados, ya que cuentan con sistemas de notificación más robustos. Esta enfermedad se considera de origen alimentario, ya que los alimentos contaminados son la principal fuente de transmisión. Desde una perspectiva epidemiológica, las infecciones por *Salmonella* pueden causar epidemias en la población general, pero el 60-80% de los casos son esporádicos. A veces se producen grandes brotes en hospitales, guarderías, asilos de ancianos y restaurantes.

Puede transmitirse a las personas de manera directa o a través de alimentos de origen animal que estén contaminados, como huevos crudos o semicocidos, carne y derivados cárnicos, aves (especialmente pollo y pavo), leche sin pasteurizar, productos lácteos y agua. También se han registrado casos de brotes causados por el consumo de frutas, jugos de frutas y vegetales crudos contaminados. Otras fuentes de contaminación incluyen la presencia de mascotas (perros, gatos,

caballos, aves, tortugas e iguanas) y ciertos productos farmacéuticos de origen animal no esterilizados (como polvo de tiroides, hormonas pancreáticas y sustancias de la corteza suprarrenal).

Los signos y síntomas abarcan: una inflamación aguda del tracto gastrointestinal, dolores de cabeza, un repentino malestar abdominal, diarrea, náuseas, fiebre y vómitos. La deshidratación puede ser especialmente grave en niños menores de un año, personas mayores y aquellos con sistemas inmunológicos debilitados. Aunque la salmonelosis tiene una alta tasa de incidencia, su tasa de mortalidad es baja, a excepción de los niños pequeños, las personas mayores y aquellos con sistemas inmunológicos comprometidos. Una infección que comienza con diarrea aguda puede evolucionar hacia una infección focal o sepsis. El período de incubación oscila entre 6 y 72 horas, generalmente de 12 a 36 horas, y la gastroenteritis dura entre 2 y 72 horas. La cantidad de microorganismos necesaria para causar infección varía entre 10^5 a 10^8 (Lopardo et al., s.f.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Microbiología Clínica e inmunología como también en el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1.1. Ubicación política

País : Perú
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho

3.1.2. Ubicación geográfica

El laboratorio de Microbiología Clínica e Inmunología y el laboratorio de Bioquímica perteneciente a áreas básicas, se encuentran en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ubicado en el Jr. Independencia S/N° Huamanga-Ayacucho a una latitud 13°08'43", longitud; 74°13'16" y una altitud de 2788 msnm.

3.2. Materiales

3.2.1. Muestra vegetal

La especie botánica de *Coriandrum sativum* "culantro" fue cultivado en el valle de Totorilla, en el departamento de Ayacucho provincia de Huamanga distrito de Jesús Nazareno.

- **Ubicación geográfica**

Por la carretera Ayacucho-Huanta S/N° Huamanga – Ayacucho a una latitud 13°08'19", longitud; 74°12'26" y una altitud de 2613 msnm.

- **Obtención de la muestra vegetal**

Para la obtención de *Coriandrum sativum* "culantro", se realizó el cultivo del mismo en un área total de terreno, 12 m de largo por 4 m de ancho, no se

agregó ningún tipo de fertilizante, y el agua obtenida para su desarrollo fue solo a partir de la lluvia, pues todo el proceso se realizó entre los meses de enero a marzo. Posteriormente se separó en cuatro grupos, para lograr un trabajo menos tedioso y más ordenado, donde se encontraron muestras aptas para el estudio, es decir plantas sanas sin amarillamiento; luego se obtuvo las hojas y tallos de la planta para la investigación, se procedió a la obtención de la unidad muestral para ser procesada.

3.2.2. Cepa bacteriana

La cepa bacteriana utilizada para la presente investigación fue la de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium cepa ATCC: 14028 (obtenido de GenLab del Perú SAC), (Anexo 9 y10).

3.3. Diseño metodológico

3.3.1. Preparación de las muestras vegetales

Teniendo en cuenta la preparación de muestras vegetales descrita por Azuero (2016) y Ardila et al. (2010), de la planta *Coriandrum sativum* se utilizó sólo las hojas y tallos que contaban con un peso fresco de 3,350 g y 5,850 g respectivamente, éstas se lavaron con suficiente agua destilada para eliminar suciedades y contaminantes, fueron secadas a temperatura ambiente por tres semanas en un lugar seco bajo cubierta y posteriormente se llevó en una estufa marca Memmert, se dejó a 42 °C hasta su estabilización, para finalmente realizar la molienda de cada uno de los órganos de la planta mencionados.

3.3.2. Preparación del extracto metanólico

Se obtuvo 850 g de tallos y 900 g de hojas (peso seco) de *Coriandrum sativum* ya pulverizadas, a las que se agregó por cada 167 g un litro de metanol puro. Tomando en cuenta lo descrito por Rojas et al., (2005) y Delgadillo et al. (2017), toda la mezcla se introdujo en frascos de color ámbar, fue sellada y agitada vigorosamente por diez minutos; posteriormente se dejó macerar durante una semana a temperatura ambiente agitando todos los días la mezcla. El sobrenadante fue filtrado usando papel filtro de lenta filtración en forma de embudo, el producto resultante obtenido se llevó a una estufa marca mLW-BSU220 a 45°C por el periodo de una semana, obteniéndose así el extracto seco.

Preparación del extracto metanólico de la muestra vegetal a diferentes concentraciones

Tomando en cuenta el procedimiento descrito por Corzo (2012), se pesó 5 g de extracto crudo de las hojas y tallos de *Coriandrum sativum* "culantro", y se

solubilizó en 10mL de Dimetilsulfóxido (DMSO) de grado analítico para lograr una concentración inicial de 500 mg/mL, luego se obtuvo las siguientes concentraciones decrecientes que son de 400 mg/mL, 300 mg/mL, 200 mg/mL y 100 mg/mL, todo a partir de la primera concentración.

3.3.3. Obtención de aceites esenciales

Teniendo como referencia el método para la obtención de aceites esenciales expuesto por Torrenegra et al. (2015). Las hojas y tallos colectados fueron pesados llegando a obtener 4,500 g y 7,500 g respectivamente, fueron lavados con agua y seleccionadas para garantizar su buen estado; seguidamente se dejaron secar durante el periodo de tres días donde se obtuvo muestras semisecas, se trocearon y pesaron donde se obtuvo 1,750 g de hojas y 3,550 g de tallos, se procesaron inmediatamente. La extracción del AE de las hojas y tallos se realizó para cada uno por destilación por arrastre con vapor de agua convencional. Se empleó un equipo fabricado de manera empírica donde se colocó del material vegetal, seleccionado y troceado, se introdujo al área de extracción, y por debajo de este se añadió el agua necesaria para empezar el proceso, el tiempo de extracción fue de 3-4 horas, el hidrolato se colectó en un matraz con capacidad de 2 L. Posteriormente este llevó a peras de Bromo donde el AE se separó por decantación e inmediatamente fue almacenado en un vial ámbar de 20 mL

Dilución del aceite esencial

Tomando como referencia el método para la determinación de la actividad antibacteriana de los aceites esenciales detallado por Argote et al. (2017), se realizó la dilución donde se obtuvo concentraciones de 500 mg/mL, 400 mg/mL, 300 mg/mL, 200 mg/mL y 100mg/mL. Se obtuvo un volumen final de 10 mL. Se diluyó utilizando Tween 20.

3.3.4. Análisis fitoquímico cualitativo

Se llevaron a cabo los análisis correspondientes para identificar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios importantes mediante cambios de coloración o formación de precipitados, todos los resultados se reportaron por cruces, se llevó a cabo solo en el caso extracto metanólico ya que para aceites esenciales no se realiza la marcha fitoquímica.

En el caso del extracto metanólico se tomó una porción de éste y diluyó en agua destilada se sacudió por treinta segundos (Lock, 1994,).

Con la muestra disponibles se realizó los ensayos para, alcaloides, aminos, antocianidinas, azúcares reductores, flavonoides, compuestos fenólicos, lactonas

cumarinas, quinonas, resinas, saponina, triterpenos y esteroides (Perera et al., 2006).

Alcaloides

- Reacción de Mayer. En un tubo de ensayo se resuspendió la muestra (extractos metanólicos) a la que se añadió una pizca de NaCl en polvo más tres gotas del reactivo, donde se observó opalescencia con color naranja, rojo, marrón (+), turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++).
- Reacción de Dragendorff. En un tubo de ensayo se resuspendió la muestra (extractos metanólicos) se añadió 0.5 mL de HCl dil (1% o 0,1M) se calentó suavemente y se enfrió, luego se añadió tres gotas de reactivo de Dragendorff. La formación de opalescencia con color naranja, rojo, marrón (+), turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++), indicó la presencia de alcaloides.
- Reacción de Wagner. En un tubo de ensayo se resuspendió la muestra (extractos metanólicos) donde se añadió 0.5 mL de HCl y posteriormente se agregó tres gotas del reactivo de Wagner. La formación de opalescencia con color naranja, rojo, marrón (+), turbidez definida (++) , precipitado coposo (+++), indicó la presencia de alcaloides. (Rodríguez et al., 2020; Miranda y Cuellar, 2000).

Aminas

Ensayo de ninhidrina: Se resuspendió la muestra (extractos metanólicos) en un tubo de ensayo donde se añadió tres gotas del reactivo de ninhidrina, esta mezcla se calentó de tres a cinco minutos. Este ensayo se consideró positivo con la aparición de un color azul violáceo (Miranda y Cuellar, 2000).

Antocianidinas

En un tubo de ensayo se colocó la muestra (extractos metanólicos) donde se añadió 0.5 mL de HCl concentrado, la mezcla se calentó por diez minutos, se dejó enfriar y se añadió 0.5 mL de agua y 1 mL de alcohol amílico; se agitó y se dejó enfriar hasta la aparición de dos fases. La formación de un color rojo a marrón fue indicativo de un ensayo positivo (Miranda y Cuellar, 2000).

Azúcares reductores

Benedict. Se resuspendió la muestra (extractos metanólicos) en un tubo de ensayo, se agregó 2 mL de reactivo de Benedict y se mezcló bien, se calentó en un baño de agua hirviendo durante cinco minutos. La aparición de un color rojo y un precipitado rojizo indicó un ensayo positivo (Díaz et al., s.f.; Miranda y Cuellar, 2000).

Flavonoides

- Shinoda. En un tubo de ensayo se colocó la muestra del extracto metanólico más 1 mL de HCl concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico, se dejó reposar por cinco minutos y se agregó alcohol amílico, se mezclaron las fases y se dejó reposar hasta que se hayan separado. La coloración fue variando según el compuesto presente, naranja por la presencia de flavonas, rojo por flavonoides, rojo azulado por flavonoles, verde por flavononas, verde azulado por flavonoles y violeta por xantanos (Rodríguez et al., 2020; Miranda y Cuellar, 2000).
- Kedde: Se dispuso en un tubo de ensayo la muestra a trabajar (extractos metanólicos) donde se añadió 0,5 mL de reactivo de kedde, se dejó en reposo de cinco a diez minutos. La aparición de una coloración violácea indicó un ensayo positivo (Miranda y Cuellar, 2000).

Compuestos fenólicos

Cloruro férrico (FeCl_3). Este ensayo nos permitió reconocer la presencia de compuestos fenólicos y/o taninos. A los extractos metanólicos se agregó tres gotas de solución de cloruro férrico al 5 %. Desarrollo de una coloración rojo-vino, indicó la presencia de compuestos fenólicos en general; de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos; coloración azul, taninos del tipo pirogalol, derivados del ácido gálico (Coy et al., 2014).

Lactonas y cumarinas

Ensayo de Baljet. Se dispuso un tubo de ensayo donde se colocó el extracto más 0,5 mL de solución Baljet. Se relacionó los cambios de color de rojo o naranja con la presencia de sesquiterpenlactonas (Rodríguez et al., 2020).

Quinonas

Ensayo de Borntranger. En un tubo de ensayo se dispuso la muestra (extractos metanólicos) y se añadió 0,5 mL de cloroformo más 0,5 mL de NaOH, se mezcló y se dejó en reposo hasta su separación. Si en la fase acuosa (alcalina) se coloreó de rosado (++) o rojo (+++) el ensayo se consideró positivo (Miranda y Cuellar, 2000).

Resinas

En un tubo de ensayo donde se encontraba la muestra problema se añadió 10 mL de agua destilada, se dejó reposar. La aparición de un precipitado indicó que el ensayo fue positivo (Miranda y Cuellar, 2000).

Saponinas

En un tubo de ensayo se colocó la muestra del extracto donde se añadió agua destilada en una proporción de 1:5. Se calentó ligeramente con agitación durante cinco a diez minutos. La presencia de espuma y su abundancia indicó la presencia de saponinas (Rodríguez et al., 2020; Miranda y Cuellar, 2000).

Esteroides y triterpenos

Prueba de Lieberman-Burchard. En un tubo de ensayo se colocó la muestra del extracto con 0.5mL de anhídrido acético y 0.5 mL de cloroformo. Se adicionó 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado. La aparición de un color azul que pasa a naranja para luego volverse verde indicó la presencia de núcleo esteroide (Rodríguez et al., 2020).

3.3.5. Determinación de la actividad antibacteriana

Para la determinación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico y aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro, frente *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, se utilizó el Método de Difusión de Pozos en Agar.

Preparación del inóculo bacteriano

- **Reactivación de los cultivos bacterianos**

Las cepas se encontraron congeladas, por lo que se procedió a reactivarlas sembrando en placas Petri conteniendo Agar SS, donde se obtuvo una muestra del cultivo bacteriano, se rayó suavemente sobre la superficie del agar, se dejó incubando por el periodo de 18 horas a una temperatura de 37° C (Instituto Nacional de Salud [INS], 2002; Cuervo, 2010)

- **Estandarización del inóculo bacteriano**

La turbidez de la suspensión fue estandarizada teniendo como referencia al estándar 0.5 de McFarland. Las suspensiones así ajustadas se utilizaron como inóculo dentro de los 15 minutos siguientes. Para la preparación de la suspensión de la cepa, se procedió tomando con asa de Kolle colonias de un cultivo masivo en Agar SS de 18 horas de incubación a 37°C, repicado de la cepa original. Las asadas se disolvieron en tubos de vidrio estériles con 5 mL de SSF al 0.9% hasta alcanzar la turbidez del estándar; se comparó la turbidez de las suspensiones poniendo los tubos frente a un papel blanco o una tarjeta de archivo con líneas negras (García y Herrera, 2007; Cavalieri y American Society for Microbiology, 2009).

Preparación del medio de cultivo

El medio de cultivo fue preparado utilizando la base deshidratada siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante, se llevó a esterilizar a la autoclave a $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 15 minutos; y se dejó enfriar en baño de agua hasta que alcance los $45^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$. Se distribuyó el medio en placas Petri estériles (60 mL – 70 mL, 25 mL – 30 mL o 20mL para placas de 150 mm, 100 mm o 90 mm de diámetro interno respectivamente), de manera que el grosor del agar en la placa fue de 4 mm (INS, 2002).

Inoculación de las placas

A los 15 minutos de haber ajustado la turbidez de la suspensión del inóculo se introdujo un hisopo de algodón estéril en la suspensión. Aplicando una presión firme contra la pared interna del tubo, justo por encima del nivel del líquido, se giró el hisopo para eliminar el exceso de líquido. Luego, se realizó un estriado en tres ocasiones sobre toda la superficie del medio, rotando la placa aproximadamente 60 grados después de cada aplicación para lograr una distribución uniforme del inóculo. Finalmente, se pasó el hisopo alrededor de todo el borde de la superficie y se dejó secar cinco minutos antes de realizar los pozos (Perilla et al., 2004; Seimc, s.f.a).

Después, se procedió a realizar los pozos en la superficie de los medios de agar utilizando un sacabocados estéril de 6 mm de diámetro. En cada uno de estos pocillos, se añadieron 20 μL de los extractos, estándares y controles respectivos. Se permitió un tiempo de reposo de 30 minutos para posteriormente incubarlos (Rojas et al., 2005)

Susceptibilidad antibacteriana con el control positivo (Ciprofloxacino 5 μg)

Se depositó, en la superficie de agar de las placas de Petri previamente inoculada con el microorganismo, discos de antibiótico (Ciprofloxacino 5 μg) se realizó manualmente con pinzas estériles. Se observó que este contacte perfectamente con la superficie del agar, por lo que se presionó ligeramente sobre la superficie. Una vez que el disco de antibiótico entró en contacto con la superficie húmeda del agar, el filtro absorbió el agua y el antibiótico se dispersó a través del agar, se difundió radialmente a lo largo del grosor del mismo, creando un gradiente de concentración a partir del disco. Se dejó incubar (Seimc, s.f.a).

Incubación

Se incubaron todas las placas invertidas (agar en la parte superior), en grupos no superiores a 5 placas, a 37°C en atmósfera aeróbica. Las placas se incubaron por el periodo de 24 horas (Seimc, s.f.a).

Utilización de controles

Control negativo

Dimetilsulfoxido (DMSO) y Tween 20.

Control positivo

Ciprofloxacino de 5 µg (5 repeticiones).

Diseño del cuasi experimento

Formar 5 grupos y cada uno de 5 repeticiones.

Método de difusión de pozos en agar

Grupo I: Administrado con extracto metanólico o aceite esencial a una concentración de 500 mg/mL.

Grupo II: Administrado con extracto metanólico o aceite esencial a una concentración de 400 mg/mL.

Grupo III: Administrado con extracto metanólico o aceite esencial a una concentración de 300 mg/mL.

Grupo IV: Administrado con Extracto metanólico o aceite esencial a una concentración de 200 mg/mL.

Grupo V: Administrado con Extracto metanólico o aceite esencial a una concentración de 100 mg/mL.

Lectura de placas

Se registraron los diámetros de las áreas de inhibición completa, incluyendo el diámetro del disco o del pozo, utilizando un vernier. Se aseguró que la parte posterior de la placa Petri estuviera iluminada con una fuente de luz reflejada situada a unos centímetros por encima de un fondo negro. Se tuvo cuidado de observar la placa siguiendo una línea vertical directa para evitar errores en la lectura de las marcas del vernier debido a efectos de paralelismo (INS, 2002).

3.3.6. Cálculo del porcentaje de inhibición

El porcentaje de inhibición se calculó mediante la fórmula 1, teniendo como referencia los promedios de las medidas que se obtuvieron, a partir de la medición del diámetro de la zona de inhibición del control positivo y de los halos de los extractos testeados (Corzo, 2012).

Fórmula 1.

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{(\text{Diámetro halo de inhibición} - \text{diámetro halo del blanco})}{(\text{Diámetro halo de control positivo} - \text{diámetro halo del blanco})} * 100$$

3.3.7. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)

Para determinar la concentración mínima inhibitoria se utilizó el método de dilución en Agar detallado en Seimc (s.f.a) y Seimc. (s.f.b):

- Se usaron diez placas Petri pequeñas estériles para las concentraciones de 100 mg/mL, 90 mg/mL, 80 mg/mL, 70 mg/mL, 60 mg/mL, 50 mg/mL, 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL y 10 mg/mL, para cada uno de los cuatro extractos, haciendo un total de 40 placas.
- Se prepararon las concentraciones respectivas para cada uno, ya que en cada placa Petri se usaron 10 mL de medio Agar Müeller hinton, los extractos se prepararon diez veces su concentración inicial para que por cada 1mL se encuentre la concentración a estudiar.
- Se vertió 1 mL del antibacteriano (extracto metanólico o aceite esencial de tallos y hojas, diluidos en DMSO y Tween 20 respectivamente) en dichas placas, posteriormente se añadió a cada una de ellas 10 mL de agar Müeller Hinton, evitando la formación de burbujas que dificultarían la posterior inoculación de las placas, se dejó solidificar por el periodo de 24 horas.
- Transcurrido el tiempo se añadió a cada una de las placas 2 μ L de la suspensión bacteriana que corresponde al estándar 0,5 de la escala de MacFarland.
- Se dejó incubar por el periodo de 24 horas para poder observar los resultados, se consideró la última concentración en la que hubo crecimiento.

3.3.8. Determinación de la concentración mínima bactericida (CMB)

- Transcurrida las 24 horas para determinar la CMI se anotaron los resultados, posterior se volvió a incubar las placas por otras 24 horas más, dando un total de 48 horas de incubación para la determinación de CMB
- Al pasar las 48 horas se anotaron los resultados obtenidos, se consideró la última concentración en la que hubo crecimiento. (Seimc, s.f.b).

3.4. Alcance de investigación

Estudio explicativo. Básicamente este tipo de investigación pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian y es qué condiciones se manifiestan además de por qué se relacionan dos o más variables (Hernández et al., 2014).

3.5. Diseño de investigación

Cuasiexperimental. En este diseño, se controla con plena deliberación al menos una variable independiente con el fin de observar su impacto en una o más

variables dependientes. Además, en este caso, los sujetos no son asignados aleatoriamente a los grupos ni emparejados, sino que los grupos ya están formados antes del experimento. En resumen, el origen y la composición de los grupos son independientes y separados del experimento en sí (Hernández et al., 2014).

3.6. Análisis estadístico

Para establecer si hubo diferencias de los halos de inhibición por solución se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad junto a un ANOVA (análisis de varianza), utilizando el programa estadístico spss. Se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con lo que se evaluó las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* "culantro" sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.

Especie bacteriana	Actividad antibacteriana de <i>Coriandrum sativum</i> "culantro"		
	Extracto metanólico	Aceite Esencial	Blanco
<i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028	+	+	-

Leyenda:

No presenta actividad antibacterina : -

Presenta actividad antibacterina : +

Tabla 2. Promedio de halos de inhibición de los extractos metanólicos y aceites esenciales de *Coriandrum sativum* "culantro" sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.

Tipo de extracto	órgano de la planta	Concentración (mg/mL)	Actividad antibacteriana sobre cepa de <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028
			Promedio de halos de inhibición (mm)
Extracto metanólico	Hojas	500	13,7
		400	11,3
		300	11,0
		200	10,4
		100	8,8
	Tallos	500	13,9
		400	13,2
		300	12,4
		200	10,6
		100	8,8
Aceites esenciales	Hojas	500	13,6
		400	10,6
		300	10,1
		200	8,7
		100	8,2
	Tallos	500	14,4
		400	11,8
		300	11,7
		200	11,5
		100	9,5

Tabla 3. Porcentaje de inhibición de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos *Coriandrum sativum* "culantro" en comparación al estándar de ciprofloxacino (5µg) sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.

Tipo de extracto	órgano de la planta	Concentración (mg/mL)	Actividad antibacteriana sobre cepa de <i>Salmonella enterica</i> , serovar Typhimurium ATCC 14028	
			Porcentaje de inhibición (%)	
Extracto metanólico	Hojas	500	44,3	
		400	36,4	
		300	35,5	
		200	33,7	
		100	28,4	
	Tallos	500	45,8	
		400	43,5	
		300	40,9	
		200	34,9	
		100	29,1	
Aceites esenciales	Hojas	500	43,0	
		400	33,4	
		300	32,0	
		200	27,5	
		100	26,0	
	Tallos	500	46,3	
		400	37,9	
		300	37,5	
		200	37,0	
		100	30,7	

Tabla 4. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* "culantro" en cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022.

Tipo de extracto	Órgano de <i>Coriandrum sativum</i>	Actividad antibacteriana sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028 (mg/mL)	
		CMI	CMB
Metanólico	Hojas	60	70
	Tallos	70	80
Aceites esenciales	Hojas	80	90
	Tallos	70	80

Leyenda CMI : Concentración mínima inhibitoria
 CMB : Concentración mínima bactericida

Tabla 5. Marcha fitoquímica cualitativa de extractos metanólicos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, Ayacucho 2022.

Metabolito secundario	Reacción	Resultados	
		Hojas	Tallos
	Dragendorf	+	+
Alcaloides	Mayer	-	++
	Wagner	+	++
Aminas	Ninhidrina	+++	+++
Antocianidinas	HCl (c)	+	++
Azúcares reductores	Benedict	-	+
	Kedde	-	-
Flavonoides	Shinoda	++	+++
	FCI ₃	++	++
Lactonas y cumarinas	Baljet	-	+++
Quinonas	Borntranger	-	-
Resinas	Ensayo de precipitado	-	++
Saponina	Ensayo de espuma	+++	+++
Triterpenos y esteroides	Lieberman-Burchard	-	-
Leyenda	Trazas:	+	
	Cantidad moderada:	++	
	Cantidad abundante:	+++	
	No detectable:	-	

V. DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra que los extractos metanólicos y aceite esencial de *Coriandrum sativum* “culantro” presenta actividad antibacteriana sobre la cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Azuero (2016) en su investigación, donde el extracto metanólico obtenido de las hojas de *Coriandrum sativum*, ante cepas bacterianas Gram positivas (*Staphylococcus aureus*) y Gram negativas (*Escherichia coli* y *P. aeruginosa*) y un hongo patógeno (*Candida albicans*). Reporta que el extracto examinado de *Coriandrum sativum*, mostró un efecto bactericida frente a cada una de las cepas bacterianas con las que se trabajó, lo que demuestra el valor de esta especie en la producción de fitofármacos con propiedades antibióticas.

Contrario a este argumento, en la investigación de Jimenez e Iman (2016), se hizo uso del método de difusión en disco y el método de macrodilución para evaluar la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de cilantro y sachaculantro, reporta en sus conclusiones que no se observó ningún halo de inhibición, lo que confirma que las cepas bacterianas *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* utilizados en el estudio exhiben resistencia al extracto etanólico.

Teniendo en cuenta dicha información, se conoce el por qué en la presente investigación se trabajó con extractos metanólicos para evaluar la actividad antibacteriana del *Coriandrum sativum* “culantro”, frente a *Salmonella entérica* serovar Typhimurium ATCC 14028, ya que los resultados varían de acuerdo al solvente utilizado, esto debido a la diferentes características químicas y físicas como la polaridad que poseen; se tiene en cuenta también el grado de pureza con la que se utiliza el solvente.

En la tabla 2 muestra la actividad antibacteriana que fue expresada como promedios de halos de inhibición, que presentó tanto el extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*, frente a *Salmonella*

enterica serovar Typhimurium ATCC 14028, donde se puede observar que el mayor promedio de los halos de inhibición se presenta en el aceite esencial de tallos con 14,4 mm seguido por el extracto metanólico de tallos con 13,9 mm, en caso de hojas en aceite esencial y extracto metanólico se obtuvo 13,6 mm y 13,7 mm respectivamente.

En relación a las pruebas estadísticas inicialmente se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad, consiguiente se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA), para poder observar si los datos tienen o no distribución normal se realizó la prueba de Shapiro Wilk (anexo 3), donde en todos los casos, tanto en extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos, se obtuvo una significancia mayor a 0,05 (acepta la hipótesis nula), estableciéndose así que los datos tienen una distribución normal. Con respecto a la homogeneidad de varianzas se realizó la prueba de Levene donde, como en el caso anterior se obtuvo una significancia mayor a 0,05, asegurando que los grupos son homogéneos. Teniendo en cuenta todo esto en la prueba de análisis de varianza (anexo 5) se obtuvo un p-valor=0,000; siendo este menor a 0,05 (rechaza la hipótesis nula) lo que indica que existe diferencia estadística significativa entre las medias de cada una de las concentraciones esto se observa tanto para el extracto metanólico y para el aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* sobre la cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Para saber cuáles medias son las que difieren se aplicó la prueba de Tukey, donde se observa que existe diferencia significativa intragrupo tanto para el extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*.

En cuanto al extracto metanólico de hojas (anexo 6.1.1), se observa que se formaron tres subconjuntos o grupos, donde las concentraciones de 100 mg/mL y 200 mg/mL se encuentran en el subconjunto 1, es decir, estas dos concentraciones tienen igual actividad antibacteriana, lo mismo en el caso de 200 mg/mL, 300 mg/mL y 400 mg/mL que al encontrarse en el subconjunto 2 tienen también igual actividad antibacteriana. Para el extracto metanólico de tallos (anexo 6.1.2), se muestra que también se formaron tres subconjuntos o grupos, pero en este caso las concentraciones 100 mg/mL y 200 mg/mL, tienen igual actividad antibacteriana, lo mismo con las concentraciones 300 mg/mL y 400 mg/mL (subconjunto 2), y finalmente las concentraciones 300 mg/mL, 400 mg/mL y 500 mg/mL que al encontrarse en el subconjunto 3 hace que se deduzca que éstas también poseen igual actividad antibacteriana.

En el caso del aceite esencial de hojas (anexo 6.2.1) se forman cuatro sub conjuntos, donde las concentraciones de 100 mg/mL y 200 mg/mL tienen igual actividad antibacteriana lo mismo en el caso de las concentraciones de 200 mg/mL y 300 mg/mL, 300 mg/mL y 400 mg/mL, a excepción de 500 mg/mL que presenta diferente actividad antibacteriana; en el aceite esencial de tallos (anexo 6.2.2) las concentraciones que van de 100 mg/mL a 300 mg/mL presentan igual actividad antibacteriana, lo mismo con las concentraciones que van de 200 mg/mL a 400 mg/mL, y finalmente de 400 mg/mL y 500 mg/mL que describe el mismo caso.

Como se muestra en la descripción de los resultados existe actividad antibacteriana por parte del extracto metanólico y aceites esenciales de hojas y tallos de culantro, pero este efecto se encuentra también en el caso de aceites esenciales de semillas del mismo espécimen, como describe Ortuño (2019) al realizar pruebas en placa de Petri invertida en el que se obtuvieron halos de inhibición de hasta 20 mm y 17 mm usando concentraciones de 100% y 50% de aceite esencial de semillas de cilantro en este caso sobre *Xanthomona sp.* (p. 97). Ello nos indica que aparte del aceite esencial de hojas y tallos, también el aceite de semillas posee actividad antibacteriana, se puede evidenciar que es contra diversas bacterias; por lo que también se utilizan diferentes solventes para comprobar si el extracto obtenido posee actividad antibacteriana.

Es así que según Ardila et. al (2010) en los resultados de su investigación reporta que cuando se determinó la actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum*, sobre el crecimiento de *Clostridium perfringens* mostró actividad inhibitoria en extractos obtenidos a partir de una mezcla de hexano-diclorometano. El diámetro de todos los extractos que mostraron inhibición en comparación con la vancomicina osciló entre 72% y 133% de inhibición. (p. 52)

En la tabla 3 se describe los porcentajes de inhibición obtenidos del extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028; se observó que el mayor porcentaje de inhibición hallado en comparación al estándar ciprofloxacino (5 µg), se obtuvo por parte del aceite esencial de tallos con un 46,3% seguido del extracto metanólico y aceite esencial de hojas con 44,3 % y 43,0 % respectivamente.

En caso de otra especie botánica utilizada como lo describe Díaz (2018) en los resultados de su investigación donde se evaluó la actividad inhibitoria de las hojas de la especie *Brunfelsia grandiflora* "sanango" sobre *Salmonella* Typhimurium y *Escherichia coli* haciendo uso del extracto Hexano-Etanol (70:30) generado

mediante extracción Soxhlet, mediante el método microbiológico de Kirby-Bauer, teniendo como resultado un porcentaje de efecto inhibitorio para *Escherichia coli* del 4,28% haciendo uso del extracto concentrado y 3,94% a una dilución 9:1 del mismo, en caso de *Salmonella typhimurium* se obtuvo un 7,89% usando el extracto concentrado.

También como describe Vega et al. (s.f.): el extracto etanólico de *Justicia spicigera* en concentraciones $\leq 2,5$ mg/mL inhibió el crecimiento de *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La fracción de hexano mostró actividad inhibitoria sobre el crecimiento bacteriano a concentraciones $\leq 1,25$ mg/mL, así como el de *Candida albicans* (0,25 mg/mL). Estos hallazgos respaldan la utilización empírica de *Justicia spicigera* en el manejo de la disentería.

Estos datos obtenidos a partir del trabajo realizado y de las diferentes investigaciones dan a conocer que a mayor concentración se obtiene un mayor porcentaje de inhibición, en este caso la mayor concentración usada fue de 500 mg/mL.

En la tabla 4 se muestra la concentración mínima inhibitoria y bactericida para el extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* donde para el extracto metanólico y aceite esencial de tallos se encontraron resultados iguales con un CMI de 70 mg/ mL y una CMB de 80 mg/ mL, con respecto al extracto metanólico de hojas, presentó un CMI de 60 mg/ mL y CMB de 70 mg/ mL, el aceite esencial de hojas un CMI de 80 mg/ mL y CMB de 90 mg/ mL.

Estos resultados siempre van a variar según el tipo de extracto que se use en las diferentes investigaciones, o según las condiciones en las que se realice; como en el caso de la investigación de Ardila et. al (2010) donde explica que se obtuvo extractos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” utilizando diferentes solventes, donde las concentraciones mínimas inhibitorias (MIC) y concentraciones mínimas bactericidas (MBC) de diferentes diluciones del extracto obtenido a partir de la mezcla de hexano-diclorometano, mostró más del 50% de inhibición, sobre *Clostridium perfringens*.

En la investigación descrita por Vélez et al. (2020) donde evalúa la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *Linum usitatissimum* “lino” ante los agentes patógenos *Salmonella Typhimurium* (ATCC 14028) y *Salmonella Typhi* (ATCC 9298) se utilizó la presencia o ausencia de turbidez en los tubos después

del período de incubación para determinar que la concentración mínima inhibitoria (CIM) es de 5 mg/mL para ambos microorganismos. Luego, a través de un subcultivo de los tubos sin turbidez, se determinó que la concentración mínima bactericida (CBM) es de 10 mg/mL para ambos microorganismos

En la tabla 5 se observa la marcha fitoquímica realizada solo para el extracto metanólico de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*, en ambos casos hay presencia de aminas y saponinas en cantidad abundante; flavonoides solo en el caso del extracto de tallos; en cantidad moderada para ambos extractos solo se encontró compuestos fenólicos; alcaloides también en el extracto metanólico de tallos, la presencia de estos metabolitos secundarios en la estructura química de los extractos también explica la actividad antibacteriana que ejerce sobre la cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Como indican Peñarrieta et al. (2014) en las plantas se pueden identificar una amplia variedad de compuestos fenólicos, los cuales se clasifican en diversos grupos funcionales. Estos compuestos fenólicos desempeñan diversas funciones metabólicas en las plantas, incluyendo el crecimiento, la reproducción y la protección contra patógenos externos y los depredadores.

Dentro de los compuestos fenólicos se encuentran los flavonoides, con respecto a este compuesto se ha documentado su actividad hepatoprotectora, antialérgica, antitrombótica, anticancerígena, principalmente antibacteriana y antifúngica. Por estas razones fue claramente necesario conocer los valores de flavonoides presentes en el extracto metanólico tanto de tallos y hojas (Soto, 2015)

Las saponinas según Carvajal et al. (2008) son compuestos glucosídicos cuya aglicona está compuesta por un núcleo esterooidal o triterpénico. Esta estructura particular les otorga propiedades anfóteras, lo que les permite actuar como tensioactivos. Debido a su naturaleza tensioactiva, las saponinas desestabilizan la membrana celular.

Los alcaloides según Lock (1994) constituye el grupo más grande de metabolitos secundarios de las plantas, estas manifiestan significativa actividad farmacológica. En el caso de los aceites esenciales uno de los compuestos principales que lo conforma es el linalool, este se encuentra dentro de los terpenos, posee una amplia variedad de propiedades farmacológicas que van desde propiedades antisépticas, antifúngicas y antimicrobianas. El linalool interrumpe la vía de síntesis de lipopolisacáridos extracelulares y activa el metabolismo de ácidos grasos y función ribosómica para compensar el daño de la membrana celular.

El metabolismo es gravemente alterado por el linalool y múltiples ATP sintasas son sobreexpresadas, por lo que no se puede garantizar el consumo de ATP. La sobreexpresión simultánea de múltiples proteínas ribosómicas funcionales y transportadores hace que se produzca una carga adicional que hace que las células lleguen a colapsar (Bueno y Mendez, 2015; Li et al., 2022).

Por todo lo mencionado el estudio que brinda información acerca de la presencia de diferentes metabolitos secundarios, mediante el tamizaje fitoquímico, en los diferentes extractos, es de vital importancia para saber cuál es la razón que relaciona la propiedad antibacteriana de un extracto sobre una determinada cepa fúngica o bacteriológica.

VI. CONCLUSIONES

1. Los extractos metanólicos y aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” presentan actividad antibacteriana sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.
2. El mayor promedio del diámetro de los halos inhibición del extracto metanólico y aceites esenciales de *Coriandrum sativum* “culantro”, sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, a una concentración de 500 mg/mL se obtuvo de los tallos con 13,9 mm y 14,4 mm respectivamente.
3. A mayor concentración (500 mg/mL) se obtuvo mayor porcentaje de inhibición, donde los valores más altos fueron de los extractos metanólicos y aceites esenciales a partir de tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, con 45,8% y 46,3%, respectivamente.
4. La concentración mínima inhibitoria del extracto metanólico de *Coriandrum sativum* “culantro, sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028 en tallos, 70mg/mL, hojas 60 mg/mL; en cuanto a los aceites esenciales, hojas 80 mg/mL; tallos 70 mg/mL.
5. La concentración mínima bactericida del extracto metanólico de *Coriandrum sativum* “culantro”, sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028 en tallos 80mg/mL, hojas 70 mg/mL; para aceites esenciales, hojas 90 mg/mL; tallos 80 mg/mL.
6. Se determinó cualitativamente la presencia de metabolitos secundarios en el extracto metanólico de *Coriandrum sativum* “culantro”, en hojas las aminas y saponinas se encuentran en cantidad abundante, mientras que en tallos fueron aminas, flavonoides, lactonas y cumarinas, finalmente saponinas.

VII. RECOMENDACIONES

- Si se desea obtener aceites esenciales de especies vegetales no utilizadas usualmente para este proceso, se recomienda considerar que se debe trabajar con grandes cantidades de muestra para adquirir lo necesario, ya que su cantidad es mínima.
- Para obtener mejor rendimiento en la obtención de aceite esencial es recomendable utilizar muestras semisecas, mas no frescas ni secas.
- Al utilizar la Pera de Bromo para la decantación del aceite esencial es aún más productivo realizarlo con la tapa semiabierta para mejores resultados.
- Para el caso de la dilución del extracto metanólico seco, se recomienda al menos dejar por 48 horas en contacto con el diluyente que es el DMSO, sin contacto a la luz, para así poder obtener una mezcla homogénea.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, R. (2018). Aspectos relevantes sobre Salmonella sp en humanos. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(3), 110-122.
- Ardila, I., Vargas, F., Pérez, E., y Mejía, F. (2010). Ensayo preliminar de la actividad antibacteriana de extractos de *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eugenia caryophyllata*, *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris* frente a *Clostridium Perfringens*. *Biosalud*, 8(1), 37-46.
- Argote, E., Suarez, J., Tobar, E., Perez, A., Hurtado, M., y Delgado Ospina, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 52. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(15\).593](https://doi.org/10.18684/bsaa(15).593)
- Ávalos, A. y Pérez-Urria, E. (2009). Metabolismo secundario de las plantas. *Reduca*. 2 (3): 119-145. Recuperado 10 de noviembre de 2022, de https://eprints.ucm.es/id/eprint/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf
- Azuero, A., Jaramillo C., San Martín, D., y Haydelba, D. (2016). Análisis antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*. 9(20), 11 – 18
- Barreto, M., Castillo-Ruiz, M., y Retamal, P. (2016). *Salmonella enterica*: Una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. *Revista chilena de infectología*, 33(5), 547-557. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182016000500010>
- Betancor, L. (s.f.). *Salmonella* y salmonelosis. *Departamento de Bacteriología y Virología, Departamento de Desarrollo Biotecnológico, Facultad de Medicina, UdelaR*, 11.
- Bernal, M., y Guzmán, M. (1984). El antibiograma de discos. Normalización de la técnica de Kirby Bauer. *BIOMÉDICA*. 4. 3-4. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1891>
- Bueno, Y., y Mendez, S. C. (2015). Linalool effect on mitochondrial bioenergetics rat liver. *Revista Vitae*, 22(1). <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v22n1a04>
- Carvajal Rojas, L., Uribe, Y. H., Sierra Martínez, N., & Rueda Niño, D. (2008). Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff). *Colombia Forestal*, 12(0), 161. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a11>
- Cavaliere, J. y American Society for Microbiology. (2009). *Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiano*. American Society for Microbiology.
- Ceballos, M., y Giraldo, I. (2011). El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) como fuente potencial de antioxidantes naturales. *Vector*. 6. 85-93.
- Chávez, B. (2018). Efecto antibacteriano *in vitro* del aceite esencial de las semillas de *Coriandrum sativum* (cilantro) en cepas de *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615 [Tesis de Licenciatura, Universidad Inca Garcilaso De La Vega] Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://core.ac.uk/reader/230585670>

- Corzo, D. (2012). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 43(3), 81-86.
- Coy, A., Parra, J., y Cuca, E. (2014). Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie *Raputia heptaphylla* (rutaceae). *ELEMENTOS*, 4(4). <https://doi.org/10.15765/e.v4i4.513>
- Cruz, A., Rodríguez, N., Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Rodríguez, E., y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2010). Evaluación *in vitro* del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa*, *Lantana camara*, *Schinus molle* y *Silybum marianum*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v13.n2.2010.738>
- Cruz, S. (2007). *Cilantro-Coriandrum sativum* L. Recuperado 20 de enero de 2022, de <http://www.agaetespacioweb.com/cilantroconfotos.pdf>
- Delgado, R., (2014). Acerca de la nomenclatura científica en el caso particular de *Salmonella*. *Mediciego*. 20(2). Recuperado 20 de enero de 2022, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/mediciego/mdc-2014/mdcs142a.pdf>
- Delgado, R. (2015). *Peculiaridad de la clasificación taxonómica y nomenclatura del género Salmonella*. 9(4), 3.
- Díaz, A., Jorrín, J., y Bárcena, J. (s.f.). *Reacciones coloreadas para la determinación cualitativa de azúcares*. Universidad de Córdoba. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/20%20REACCIONES%20COLOREADAS%20DE%20AZUCARES.pdf>
- Díaz, T. (2018). Evaluación de la actividad antibacteriana de la especie *Brunfelsia grandiflora* sobre las enterobacterias *Salmonella Typhimurium* y *Escherichia coli*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Recuperado el 11 de noviembre del 2022 de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3433>
- Errecalde, J. (2004). *Uso de antimicrobianos en animales de consumo*. FAO. Recuperado 20 de diciembre de 2021, de <https://www.fao.org/3/y5468s/y5468s0g.htm>
- Fábrega, A. & Vila, J. (2013). *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium Skills To Succeed in the Host: Virulence and Regulation. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(2), 308-341. <https://doi.org/10.1128/CMR.00066-12>
- Fica, A. (2005). Aspectos básicos sobre antimicrobianos I. *Medwave*, 5(02). <https://doi.org/10.5867/medwave.2005.02.2522>
- García, R. y Herrera, F. (2007). Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar *in vitro*. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas* Recuperado 6 de noviembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/903/90350207.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*.

- Herrera, Y., y Jabib, L. (2015). Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenia muy particular. *Redvet*. 13(1). 1-19
- Holt, J., Krieg R., Sneath P., Staley J. y Williams S. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Ibarra Gómez, F., Bascopé Maida, S. C., Bazan Antezana, Y., Bejarano Forqueras, H. A., Bustamante Butrón, R. C., Cadima Terrazas, M. A., y Peláez Molina, C. (2005). Sensibilidad y resistencia de las salmonellas a los antimicrobianos en la ciudad de Cochabamba. *Gaceta Médica Boliviana*, 28(1), 3-7.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2007). Guía práctica para la exportación a EE.UU. 11. Recuperado el 11 de noviembre del 2022 de <http://repiica.iica.int/docs/B3444e/b3444e.pdf>
- Instituto Nacional de Salud (2002). Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. *Instituto Nacional de Salud*. Recuperado 6 de noviembre de 2021, de <http://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/417394/439893732843877347520191106-32001-1v6txak.pdf>
- Jimenez, J., Iman, A. (2016). Actividad antioxidante y antibacteriana *in vitro* de las hojas del *Coriandrum sativum* (culantro) y *Eryngium foetidum* (sachaculantro), frente a dos bacterias [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Recuperado 3 de noviembre de 2021, de https://campus.usal.es/~micromed/Practicas_odontologia/unidades/labv/LabMicro/Antibiograma.html
- Li, Y., Ren, F., Chen, D., Chen, H., y Chen, W. (2022). Antibacterial Mechanism of Linalool against *Pseudomonas fragi*: A Transcriptomic Study. *Foods*, 11(14), 2058. <https://doi.org/10.3390/foods11142058>
- Lock, O. (1994). *Investigación Fitoquímica, Métodos en el estudio de productos naturales. Segunda Edición*. Univ Católica Peru.
- Lopardo, A., Predari, S. y Vay, C. (Ed.). (s.f.). *Bacterias de Importancia Clínica*. 429. Recuperado el 11 de noviembre del 2022 de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/148989/CONICET_Digital_Nro.0b9d1201-c855-4647-a5f5-82e001257a96_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Lopez, M. (2004). Los aceites esenciales aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *Offarm*. 23(7). Recuperado 20 de enero de 2022, de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296>
- López, N., Quintin, D., Gimenez, S., Araque, E., Díaz, E., Meniño, J. y Gonzáles, R. (2011). Obtención y aplicación de extractos naturales. *ANFACO-CECOPESCA* 152.
- Manzano, C., Landa, A. y Calva, D. (s.f.). Un método simple para la medida de halos de difusión en cultivos biológicos. 5.
- Martínez, A. (2003). *Aceites esenciales*. Recuperado 20 de enero de 2022, de http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

- Mestas, Y. (2018). "Efecto antibacteriano del aceite esencial de *Coriandrum sativum* L. "cilantro" frente a *Escherichia coli*, Arequipa, 2017 [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada Autónoma del Sur]. Recuperado el 29 de octubre del 2021 de <http://repositorio.upads.edu.pe/bitstream/handle/UPADS/11/TESIS%20YSABEL%20MESTAS%20QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de agricultura, ganadería y pesca (s.f.). *Coriandrum sativum-Ficha técnica del coriandro*. Recuperado 28 de noviembre de 2021, de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Coriandro_2011_07Jul.pdf
- Miranda, M. y Cuellar, A. (2000). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Farmacognosia y productos naturales*.
- Monreal, A. (s.f.). Cilantro: La hierba con múltiples beneficios para tu salud. *Revista Pahham*. 3.
- Morales, J. (1995). Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. *Fundación de desarrollo agropecuario INC*. Recuperado 7 de noviembre de 2021, de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cilantro.pdf>
- Mostacedo, B., y Fredericksen, S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. 92.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/95008>
- Ortuño M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. Aiyana ediciones.
- Ortuño, W. (2019). Determinación de la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de Chilca (*Baccharis latifolia*) y Cilantro (*Coriandrum sativum*) para el control de la *Xanthomona sp.*, en condiciones *in vitro*. [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Recuperado el 29 de octubre del 2021 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17341/1/UPS-CT008278.pdf>
- Palacios, M. (2013). Texto digital de Farmacognosia y fitoquímica. Recuperado 21 de enero de 2022, de https://issuu.com/leono/docs/farmacognosia_y_fitoqu__mica_tf
- Pardo, J. (2002). *Patentabilidad de los extractos vegetales*. 40. Recuperado el 3 de noviembre del 2021 de http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/doc_dilluns_CP/pardo_patentesextractosplantas.pdf
- Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, 31, 15.
- Peredo, A., Palou E., y López A. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*.3(1). 24-32 Recuperado 21 de diciembre de 2021, de [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3\(1\)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No3-Vol-1/TSIA-3(1)-Peredo-Luna-et-al-2009.pdf)

- Perera, W., González, L., y Payo, L. (2006). Metabolitos secundarios y actividad antimicrobiana de *Pluchea carolinensis*. *Revista Cubana de Farmacia*, 40(2), 0-0.
- Perilla, J., Ajello, G., Bopp, C., Elliott, J., Facklam, R., Knapp, S., Popovic, T., Wells, J. y Dowell, F. (2004). Manual de Laboratorio para la Identificación y Prueba de Susceptibilidad a los Antimicrobianos de Patógenos Bacterianos de Importancia para la Salud Pública en el Mundo en Desarrollo. 410. Recuperado el 6 de noviembre del 2021 de https://www.who.int/drugresistance/infosharing/WHO-CDS_CSR_RMD_2003_6_Manual_Laboratorio.pdf
- Pérez, A., y Aguilar, P. (1999). Fiebre tifoidea: caracterización epidemiológica. *Instituto Finlay*. 6, 10.
- Puerta, A., y Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 10(51), 3426-3431. [https://doi.org/10.1016/S0304-5412\(10\)70056-1](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(10)70056-1)
- Ramirez, L. y Castaño, D. (2009). Metodologías para evaluar *in vitro* la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. *Universidad Tecnológica de Pereira*.42
- Revilla, V. (2019). *Los procesos de la vigilancia epidemiológica en el Perú: ¿Qué debemos mejorar para generar información útil y confiable?* Boletín epidemiológico del Perú Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/15.pdf>
- Rodenas D. (2018). Efecto antibacteriano del extracto etanólico de tallos de *Rosmarinus officinalis*.L (romero) en cultivos de “*Staphylococcus aureus*” estudio *in vitro* [Tesis de Licenciatura, Universidad Inca Garcilaso de La Vega]. Recuperado 28 de noviembre de 2021, de http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2632/TESIS_DIANA%20CAROLINA_%26_AIDELY%20RODRIGUEZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Rodríguez, J., Hernández, M., Méndez. L. (2020). *Manual de prácticas de farmacognosia*. Universidad Veracruzana. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Guia-de-Farmacognosia.pdf>
- Rodríguez, M., Alcaraz, L., y Real, M. (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. *Proyecto sagarpa-conacyt*, 47.
- Rojas, J., García, M., y López, J. (2005). Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales. *Redalyc*. 5, 28-32. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85640204.pdf>
- Ruiz, C., Díaz, C., y Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(2), 81-94. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i2.10>
- Ruiz, M. (2020). *Métodos Físicos de Separación Obtención de Extractos e Hidrodestilación* Recuperado 11 de noviembre de 2022, de <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7991/Gu%C3%ADa%20de%20M%C3%A9todos%20F%C3%ADsicos%20de%20Se>

- paraci%C3%B3n_Obtenci%C3%B3n%20de%20Extractos%20e%20Hidro
destilaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. aiyana ediciones.
- Santamaría, C., Martín, A., y Astorga, F. (2015). *Extractos vegetales aplicación para la reducción de estrés*. European Natural Additives. Recuperado 3 de noviembre de 2021, de <https://nutricionanimal.info/download/0315-ena-WEB.pdf>.
- Scarpetta, S. (2017). Reconocimiento Fitoquímico y etnobotánico de *Erythroxylum coca* en la población Nasa del Departamento del Cauca – Colombia. *Criterio Libre Jurídico*, 14(1), 10-19. <https://doi.org/10.18041/1794-7200/criteriojuridico.2017.v14n1.1601>
- Sistema de bibliotecas SENA (s.f.). Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de Plantas Medicinales y Aromáticas. *Servicio Nacional de Aprendizaje SENA*. Recuperado 1 de noviembre de 2021, de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/pdf/ACEITES%20ESENCIALES%20EXTRAIDOS%20DE%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Y%20AROMATICAS.pdf
- Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. (s.f.). Recuperado 29 de octubre de 2021, de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/coriandrum-sativum>
- Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (s.f.a). *Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos*. 54. Recuperado el 29 de octubre del 2021 de: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>
- Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (s.f.b). *Métodos especiales para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos*. 39. Recuperado el 29 de octubre del 2021 de: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia11.pdf>
- Soto M. (2015.). *Estudio Fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de Piper peltatum L. y Piper aduncum L. procedente de la región Amazonas*. 6.
- Taroco, R., Seija, V., y Vignoli, R. (s. f.). Métodos de estudio de la sensibilidad antibiótica. *Temas de bacteriología y virología médica*. 663. Recuperado el 3 de noviembre del 2021 de <http://higiene.edu.uy/cefa/2008/BacteCEFA36.pdf>
- Torrenegra, E., Matiz, E., Gil, J., y León, G. (2015). Actividad antibacteriana *in vitro* de aceites esenciales frente a microorganismos implicados en el acné. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(3), 0-0.
- Torrenegra, M., Granados, C., Durán, M., León, G., Yáñez, X., Martínez, C., y Pájaro, N. (2016). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Minthostachys mollis*. *Orinoquia*, 1(20), 69. <https://doi.org/10.22579/20112629.32>

- Torrenegra, M., Granados, C., Pájaro, N., León, G., y Tejada, C. (2017). Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de *Matricaria chamomilla* L. *Revista cubana de farmacia*. 51(1). <http://www.revfarmacia.sld.cu/index.php/far/rt/printerFriendly/195/156>
- Torrenegra, M., Pájaro, N., y León, G. (2017). Actividad antibacteriana *in vitro* de aceites esenciales de diferentes especies del género Citrus. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 46(2), 160-175. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v46n2.67934>
- Triantafilo, V. (2002). Evaluación e indicación de las técnicas de difusión-dilución (epsilometría). *Chil Infect*. 19(2). 85-87. Recuperado 20 de enero de 2022, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v19s2/art03.pdf>
- Tulio, J. y Prado, D. (2005). *Microbiología lo esencial y lo práctico* (1.ª ed.) Editorial organización Panamericana de Salud. Recuperado 10 de noviembre de 2022, de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51601/MicrobiologiaPractico_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Uribe, C., y Suárez, M. (2006). Salmonelosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colombia médica*. 37(2). 151-158. Recuperado 20 de enero de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v37n2/v37n2a10.pdf>
- Vega, E., Tapia, R., Reyes, R., Guzmán, S., y Pérez, J. (s.f.). ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y ANTIFÚNGICA DE JUSTICIA SPICIGERA. 8. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rlq/v40n2/v40n2a3.pdf>
- Vélez, M., Navarrete, C. y Morales, D. (2020). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto Hidroalcohólico obtenido de la semilla de lino (*linum usitatissimum*), frente a *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) y *Salmonella* Typhi (ATCC 9298). *RECIAMUC*, 4(1), Art. 1. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(1\).enero.2020.314-324](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(1).enero.2020.314-324)

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos de la actividad antibacteriana sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Tipo de extracto	órgano de la planta	Concent. (mg/mL)	Actividad antibacteriana sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028							Promedio halo de inhibición	Porcentaje de inhibición
			Halos de inhibición (mm)								
			r1	r2	r3	r4	r5				
Extracto metanólico	Hojas	500	13,6	14,8	13,5	14,2	12,6	13,7	44,3		
		400	12,4	9,9	11,5	10,9	11,8	11,3	36,4		
		300	11,9	10,1	12,1	11,8	9,1	11,0	35,5		
		200	9,4	10,2	11,0	12,1	9,5	10,4	33,7		
		100	7,7	8,2	10,1	7,4	10,6	8,8	28,4		
	Tallos	500	13,4	12,5	16,1	13,9	13,6	13,9	45,8		
		400	14,0	14,9	12,5	12,1	12,5	13,2	43,5		
		300	11,9	13,3	13,4	12,5	10,9	12,4	40,9		
		200	9,6	10,6	10,4	11,2	11,1	10,6	34,9		
		100	8,1	9,3	7,8	9,9	9,0	8,8	29,1		
Aceites esenciales	Hojas	500	13,5	13,7	12,6	13,1	14,9	13,6	43,0		
		400	10,7	11,0	9,4	10,1	11,6	10,6	33,4		
		300	11,6	9,3	8,8	9,8	11,0	10,1	32,0		
		200	7,9	9,3	8,0	8,9	9,4	8,7	27,5		
		100	8,2	8,5	8,4	7,4	8,6	8,2	26,0		
	Tallos	500	14,2	14,1	13,0	15,4	15,3	14,4	46,3		
		400	13,3	10,8	14,2	11,2	11,9	11,8	37,9		
		300	11,3	12,1	12,8	11,4	10,8	11,7	37,5		
		200	11,0	10,8	11,0	12,9	11,9	11,5	37,0		
		100	11,3	8,1	11,0	8,8	8,5	9,5	30,7		

Anexo 2A. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida del extracto metanólico de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* en cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Tipo de extracto	Órgano de la planta	Concentración mg/mL	Actividad antibacteriana sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028	
			CMI 24 horas	CMB 48 horas
Extracto metanólico	Hojas	100	-	-
		90	-	-
		80	-	-
		70	-	-CMB
		60	-	+CMI
		50	+	+
		40	+	+
		30	+	+
		20	+	+
	10	+	+	
	Tallos	100	-	-
		90	-	-
		80	-	-CMB
		70	-	+CMI
		60	+	+
		50	+	+
		40	+	+
30		+	+	
20	+	+		
10	+	+		

Leyenda + Con crecimiento bacteriano
 - Sin crecimiento bacteriano
 CMB Concentración mínima bactericida
 CMI Concentración mínima inhibitoria

Anexo 2B. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* en cepa de *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Tipo de extracto	Órgano de la planta	Concentración mg/mL	Actividad antibacteriana sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028	
			CMI 24 horas	CMB 48 horas
Aceites esenciales	Hojas	100	-	-
		90	-	_ CMB
		80	-	+CMI
		70	+	+
		60	+	+
		50	+	+
		40	+	+
		30	+	+
		20	+	+
	10	+	+	
	Tallos	100	-	-
		90	-	-
		80	-	_ CMB
		70	-	+CMI
		60	+	+
		50	+	+
		40	+	+
30		+	+	
20	+	+		
10	+	+		

Leyenda + Con crecimiento bacteriano
 - Sin crecimiento bacteriano
 CMB Concentración mínima bactericida
 CMI Concentración mínima inhibitoria

Anexo 3. Prueba de normalidad: Shapiro Wilk de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*; concentración vs halo de inhibición.

3.1. Extracto metanólico

3.1.1. Hojas

Concentración (mg/mL)	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
100	,866	5	,249
200	,913	5	,488
300	,833	5	,146
400	,975	5	,907
500	,981	5	,940

*Esto es un límite inferior de la significancia verdadera
a. Corrección de la significancia de lilliefors

3.1.2. Tallos

Concentración (mg/mL)	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
100	,951	5	,742
200	,922	5	,540
300	,925	5	,566
400	,864	5	,243
500	,885	5	,331

*Esto es un límite inferior de la significancia verdadera
a. Corrección de la significancia de lilliefors

3.2. Aceite esencial

3.2.1. Hojas

Concentración (mg/mL)	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
100	,816	5	,108
200	,850	5	,196
300	,941	5	,676
400	,989	5	,976
500	,949	5	,728

*Esto es un límite inferior de la significancia verdadera
a. Corrección de la significancia de lilliefors

3.2.2. Tallos

Concentración (mg/mL)	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
100	,835	5	,150
200	,837	5	,157
300	,955	5	,769
400	,930	5	,598
500	,911	5	,473

*Esto es un límite inferior de la significancia verdadera
a. Corrección de la significancia de lilliefors

Anexo 4. Prueba de homogeneidad de varianzas: estadístico de Levene, de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*.

4.1. Extracto metanólico

4.1.1. Hojas

Estadísticos	Estadístico de Levene	gl1	Sig.
Se basa en la media	1,518	4	,235
Se basa en la mediana	,329	4	,855
Se basa en la mediana y con gl de ajustado	,329	4	,854
Se basa en la media recortada	,142	4	,266

4.1.2. Tallos

Estadísticos	Estadístico de Levene	gl1	Sig.
Se basa en la media	,660	4	,627
Se basa en la mediana	,225	4	,921
Se basa en la mediana y con gl de ajustado	,225	4	,920
Se basa en la media recortada	,626	4	,650

4.2. Aceite esencial

4.2.1 Hojas

Estadísticos	Estadístico de Levene	gl1	Sig.
Se basa en la media	1,452	4	,254
Se basa en la mediana	,829	4	,522
Se basa en la mediana y con gl de ajustado	,829	4	,525
Se basa en la media recortada	1,429	4	,261

4.2.2. Tallos

Estadísticos	Estadístico de Levene	gl1	Sig.
Se basa en la media	2,213	4	,104
Se basa en la mediana	,568	4	,689
Se basa en la mediana y con gl de ajustado	,568	4	,689
Se basa en la media recortada	2,123	4	,116

Anexo 5. Prueba de análisis de varianza de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*.

5.1. Extracto metanólico

5.1.1. Hojas

Halo de inhibición (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63,678	4	15,919	11,808	,000
Dentro de grupos	26,964	20	1,348		
Total	90,642	24			

5.1.2. Tallos

Halo de inhibición (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	85,484	4	21,371	19,592	,000
Dentro de grupos	21,816	20	1,091		
Total	107,300	24			

5.2. Aceite esencial

5.2.1. Hojas

Halo de inhibición (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	87,978	4	21,995	30,909	,000
Dentro de grupos	14,232	20	,712		
Total	102,210	24			

5.2.2. Tallos

Halo de inhibición (mm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	63,778	4	15,194	11,426	,000
Dentro de grupos	26,596	20	1,330		
Total	87,374	24			

Anexo 6. Comparación de medias de Tukey de los halos de inhibición de los extractos metanólicos y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum*.

6.1. Extracto metanólico

6.1.1. Hojas

Concentración (mg/mL)	N	Subconjuntos para alfa =0.05		
		1	2	3
100	5	8,8000		
200	5	10,4400	10,4400	
300	5		11,0000	
400	5		11,3000	
500	5			13,7400
Sig		,208	,767	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000

6.1.2. Tallos

Concentración (mg/mL)	N	Subconjuntos para alfa =0.05		
		1	2	3
100	5	8,8200		
200	5	10,5800	10,5800	
300	5		12,4000	12,4000
400	5			13,2000
500	5			13,9000
Sig		,096	,080	,195

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000

6.2. Aceite esencial

6.2.1. Hojas

Concentración (mg/mL)	N	Subconjuntos para alfa =0.05			
		1	2	3	4
100	5	8,2200			
200	5	8,7000	8,7000		
300	5		10,1000	10,1000	
400	5			10,5600	
500	5				13,5600
Sig		,894	,103	,907	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000

6.2.2. Tallos

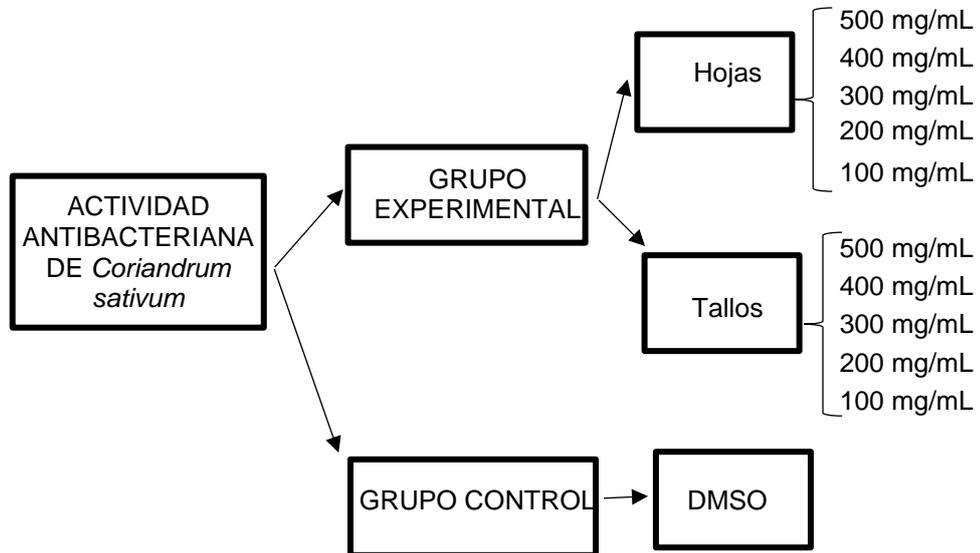
Concentración (mg/mL)	N	Subconjuntos para alfa =0.05		
		1	2	3
100	5	9,5400		
200	5	11,5200	11,5200	
300	5	11,6800	11,6800	
400	5		12,2800	12,2800
500	5			14,4000
Sig		,056	,833	,059

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos

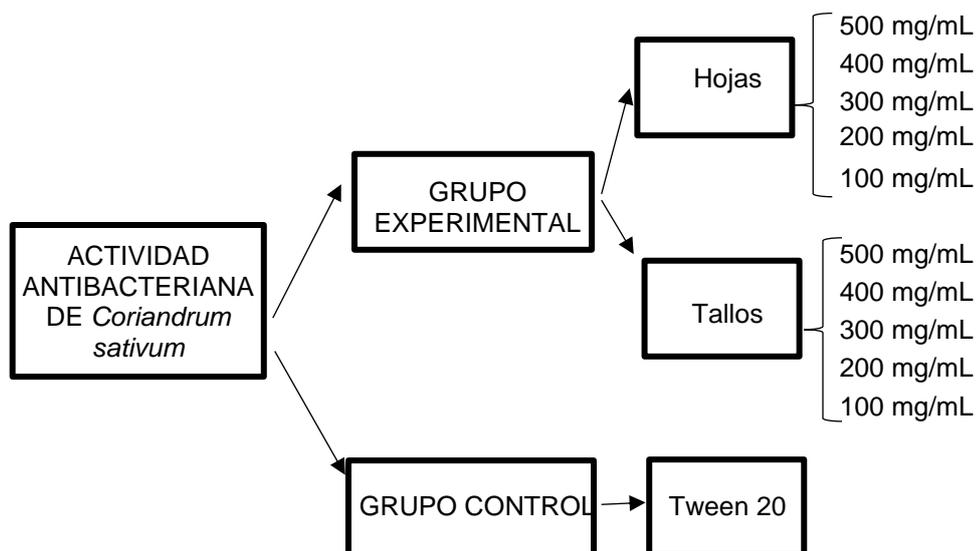
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000

Anexo 7. Diseño de experimento de las concentraciones establecidas para el extracto metanólico y aceite esencial de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* con sus respectivos grupos control.

PARA EXTRACTO METANÓLICO



PARA ACEITES ESENCIALES



Anexo 8. Cotización de cepa bacteriana *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium cepa ATCC: 14028.



COTIZACION GL - 21 / 051327

FECHA: miércoles, 24 de Noviembre de 2021
 CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 ATENCION: Victor Luis CARDENAS LOPEZ, <victor.cardenas@unsh.edu.pe>

REFERENCIA: CEPAS DE REFERENCIA
 Los Precios Incluyen I.G.V. (18%) de Ley

PRECIO: NUEVOS SOLES VALIDEZ: 7 DIAS
 ENTREGA: A 45 DIAS DE RECIBIDA SU O/C PAGO: ADELANTADO

CODIGO	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO S/.	CANT	PRECIO TOTAL S/.
H05550-A	<p><i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium derived from ATCC® 14028™ Marca: Microbiologics Cod. Proveedor: 0363P Expira: No menor a 06 meses</p> <p>Marca: Microbiologics Procedencia: USA</p> <p>KWIK-STIK: Pack de 2 cepas liofilizadas no mayor al 3er. pasaje → Certificado de Análisis. Producto sujeto a disponibilidad del proveedor y a la política de fechas de expira de Microbiologics.</p>	484.10	1	484.10
TOTAL			484.10	

BLGO. GINO SAAVEDRA COTRINA
 Asesor Comercial
 correo: gsaavedra@genlabperu.com

Revisar términos y condiciones.
 No se aceptan cambios y/o devoluciones.

Realice el pago con cheque a nombre de GEN LAB DEL PERU S.A.C., en caso de Depósito Bancario, realice el abono en nuestra Cuenta Bancaria:
 Banco Continental - Soles 0011-0139-0100024183-34 ó Banco BCP - Soles 193-1440607-0-84
 CCI Continental - Soles 011-139-000100024183-34 ó CCI Banco BCP - Soles 002-193-001440607084-18

Jr. Capac Yupanqui Nº 2434 - (Alt. Cdra. 8 Av. 2 de Mayo) - Lince - Lima 14 PERU
 Telf.: 2037500 / 2037504 TeleFax: (51-1) 2037501
 e-mail: ventas@genlabperu.com

Anexo 9. Comprobante de pago de la cepa bacteriana *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium cepa ATCC: 14028.



GenLab
del Perú S.A.C.
Tecnología para la Vida

RAZON SOCIAL: GEN LAB DEL PERU S.A.C.

Edificio Tiquipaya N° 2031, Av. Lima Lima - P.O. Box 1547 - San Juan de los Rios (San Juan)
Av. Las Flores de Primavera N° 809 196, Los Hornos, San Juan de los Rios (San Juan Lima)
Central telef. 703 7969, fax (51 1) 203 7541
e-mail: ventas@genlabperu.com web: www.genlabperu.com

R.U.C. 20501262260

GUIA DE REMISION REMITENTE

N° 002- 0039057

Fecha	Comprobante de Pago N°
20/12/2021	0039057

Sr(es): UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

Dpto. REGIONAL INDEPENDENCIA 5711 y PARQUE SIERRA VACION
AV. CENTRO DE LA ZANGA AYMULLO

Punto de Llegada: BUENOS AIRES VASCOQUEZ

Punto de Partida: AV. LAS FLORES DE PRIMAVERA N° 809 196 LIMA 15

R.U.C.: 20141650751

Cod. Cliente: 102

Orden de Compra: 05

Numero de Pedido: 05

Tipo de Movimiento: 17

Fecha de Traslado:

Del N°: 0039057

Fecha de Compra: 20/12/2021

Unidad de Transporte y Conductor	Empresa de Transporte
Marca y Placa: N° Licencia de Conducir:	Sr(es): R.U.C.:

MOTIVO DEL TRASLADO

Ventas Compras Consignación Ventas con Entrega a Terceros Ventas Sujeta a Confirmación por el Proveedor Traslado entre Establecimientos de la misma Empresa Devolución Otros

COD.	CANT.	UNIT.	DESCRIPCION
10-530-A	1	URU	Salmonella enterica serovar typhimurium cepa ATCC: 14028 (Lote: 181957-1) - Microbiología: 11/06/2021

BIENES TRANSPORTADOS Una vez recepcionada la mercadería no habrá lugar a devoluciones Firma y Sello

A.C.

[Firma]
p. GEN LAB DEL PERU S.A.C.
Departador

Mico
20-12-2021

[Firma]
p. GEN LAB DEL PERU S.A.C.
Almacén

20-12-21

RECIBI CONFORME

DESTINATARIO

Anexo 10. Certificado de identificación botánica de *Coriandrum sativum* “culantro”.

<p>JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ CONSULTOR BOTÁNICO Email: jocamde@gmail.com Cel: 963689079</p>	
<h2>CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA</h2>	
<p>JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO - CBP N° 3796 – INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.</p>	
<p>CERTIFICA.</p>	
<p>Que, la Bachiller PALOMINO RUIZ, Estefany Astrid, tesista de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología, especialidad de Microbiología, con fines de investigación para desarrollar su proyecto de tesis y optar el Título Profesional de Bióloga en la especialidad de Microbiología, ha solicitado la identificación y certificación botánica de una planta proveniente del Valle de Totorilla del distrito de Jesús Nazareno, de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho donde es cultivada con el nombre de “culantro”, la muestra ha sido identificada como: <i>Coriandrum sativum</i> L., perteneciente a la Familia Apiaceae y al Orden Apiales. Según la base de datos TROPICOS del Missouri Botanical Garden que sigue el sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG), publicado en 1998 por El Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, revisado por APG II (2003), APG III (2009) y APG IV (2016), este Sistema de clasificación considera a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida (Chasse, MW y JL. Reavel. 2009), la muestra vegetal estudiada se ubica en las siguientes categorías taxonómicas.</p>	
<p>Reino: Plantae División: Angiospermas Clase: Equisetopsida Subclase: Magnoliidae Superorden: Asteranae Orden: Apiales Familia: Apiaceae Género: <i>Coriandrum</i> Especie: <i>Coriandrum sativum</i> L.</p>	
<p>Nombre vulgar: “culantro”</p>	
<p>Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.</p>	
<p>Lima, 09 de marzo del 2022</p>	
<p> <i>José R. Campos De La Cruz</i> José R. Campos De La Cruz BIOLOGO C.B.P. 3796</p>	
<p>Jr. Sánchez Silva N° 156- piso 2. Urb. Santa Luzmila. Lima 07. Email: jocamde@gmail.com; joricampos@yahoo.es</p>	

Anexo 11. Carta de conformidad de co-asesor.



CARTA DE CONFORMIDAD DE CO-ASESOR DE PROYECTO DE TESIS

Ayacucho, 21 de enero de 2022

Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez

Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Previo un cordial saludo y mediante la presente, doy fe de haber participado en la estructuración del proyecto y en mi condición de Co-asesor, hago saber mi conformidad al proyecto de tesis titulado “Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2022”, presentado por PALOMINO RUIZ, Estefany Astrid, por tanto, cuenta con mi aprobación y asumo la responsabilidad académica como Co-asesor.

Segura de contar con su atención, hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Brita Anaya'.

Bлга.Dra. R. Brita Anaya Gonzáles
Docente Co-asesor

Anexo 12. Área de cultivo ubicado en el valle de Totorilla.



Anexo 13. Obtención de muestra vegetal *Coriandrum sativum* “culantro”.



Anexo 14. Equipo de destilación por arrastre con vapor de agua para la obtención de aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* "culantro".



Anexo 15. Peras de Bromo utilizadas para el proceso de decantación de aceites esenciales, realizado en el laboratorio de Bioquímica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 16. Frascos conteniendo extracto metanólico de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, en maceración, realizado en el laboratorio de Bioquímica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 17. Proceso de filtración del extracto metanólico de hojas de *Coriandrum sativum* “culantro”.



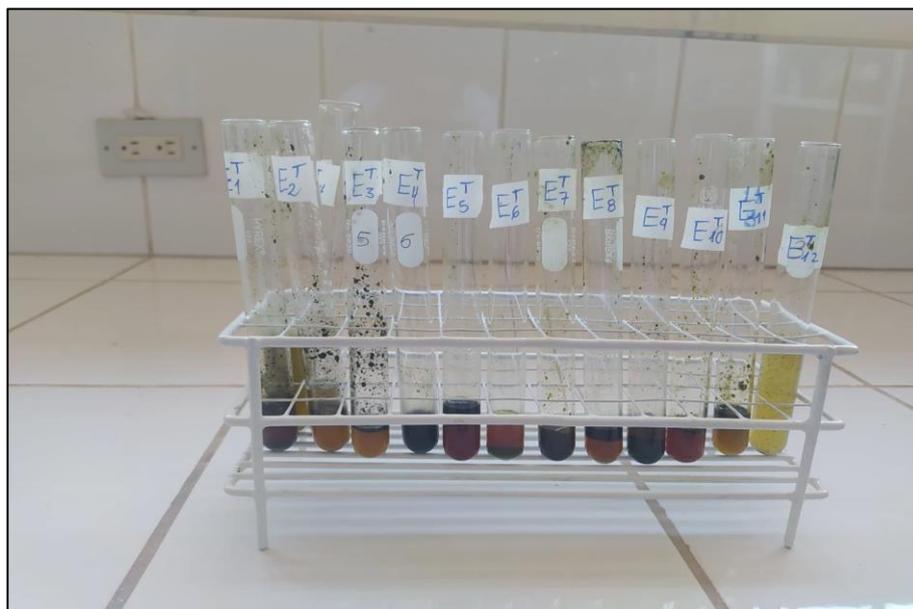
Anexo 18. Extracto seco de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”.



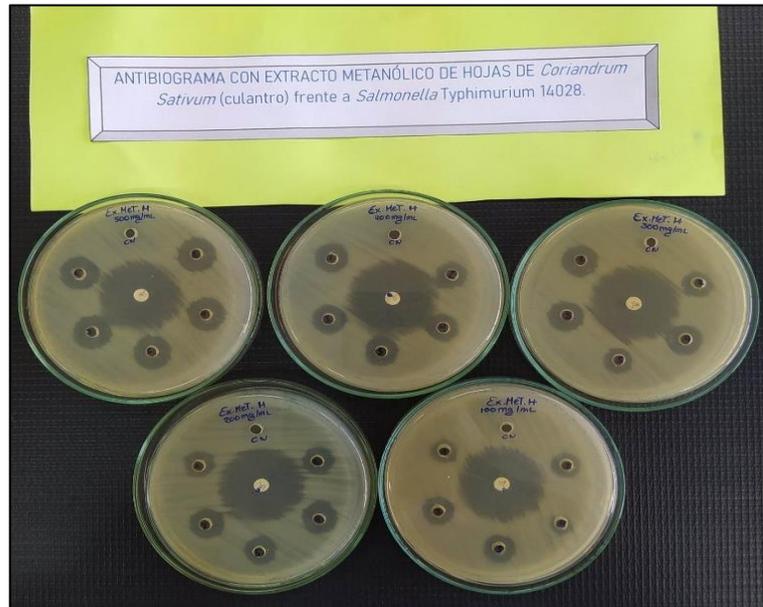
Anexo 19. Tubos de ensayo en los que se realizó el tamizaje fitoquímico para el extracto metanólico de hojas de *Coriandrum sativum* “culantro”, realizado en el laboratorio de Bioquímica en la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



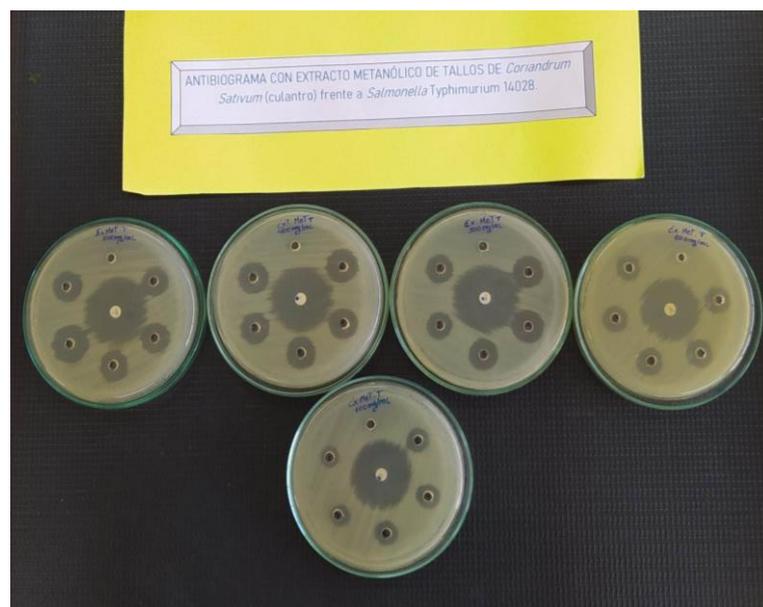
Anexo 20. Tubos de ensayo en los que se realizó el tamizaje fitoquímico para el extracto metanólico de tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, realizado en el laboratorio de Bioquímica en la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



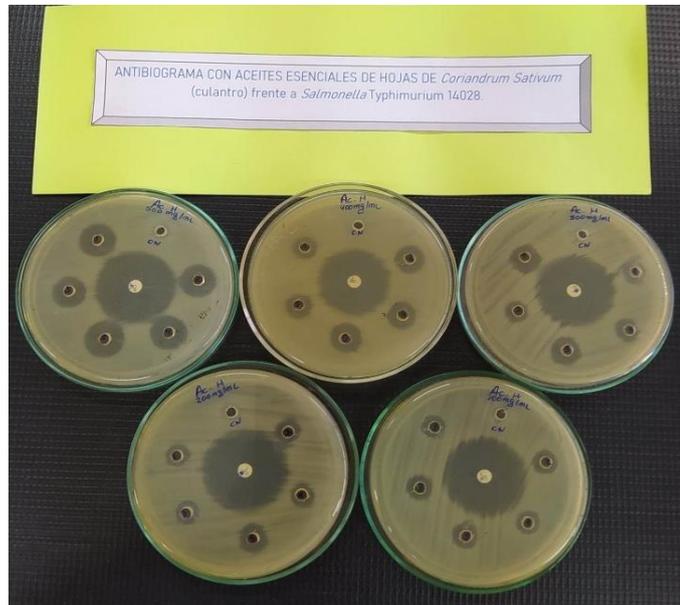
Anexo 21. Antibiograma del extracto metanólico de hojas de *Coriandrum sativum* “culantro”, frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



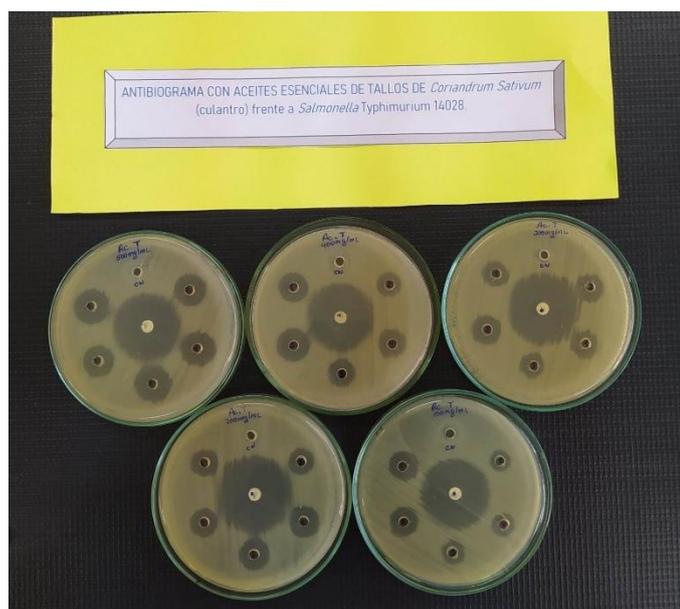
Anexo 22. Antibiograma del extracto metanólico de tallos de *Coriandrum sativum* “culantro”, frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 23. Antibiograma de aceite esencial de hojas de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



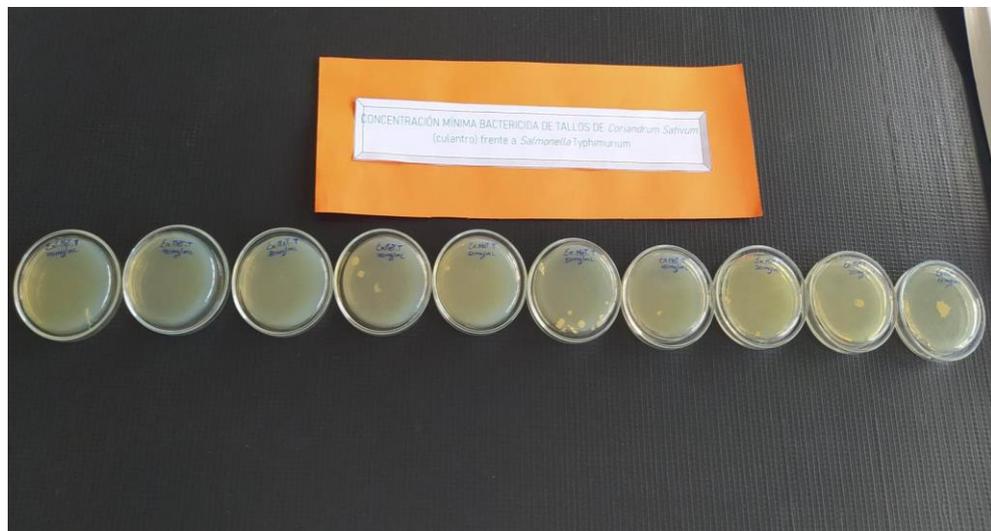
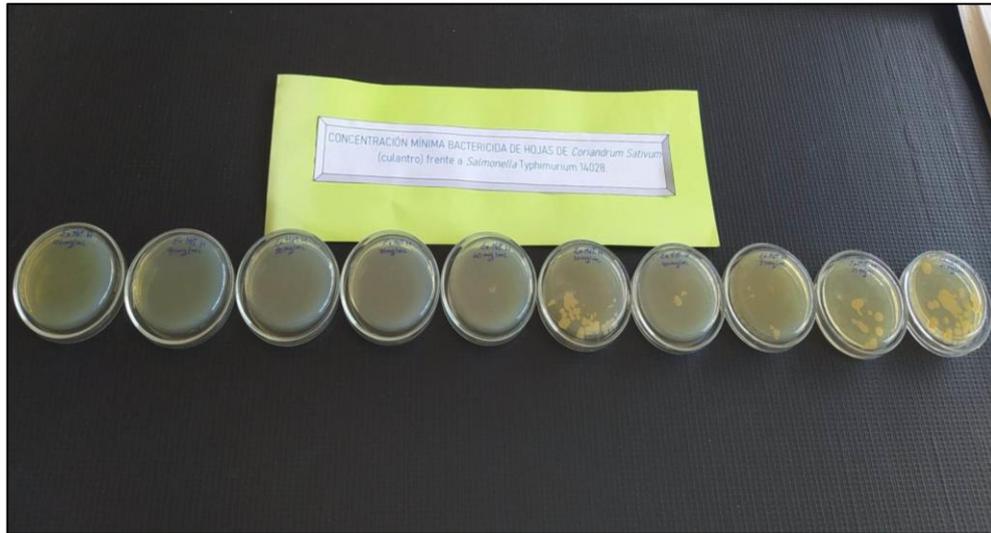
Anexo 24. Antibiograma de aceite esencial de tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



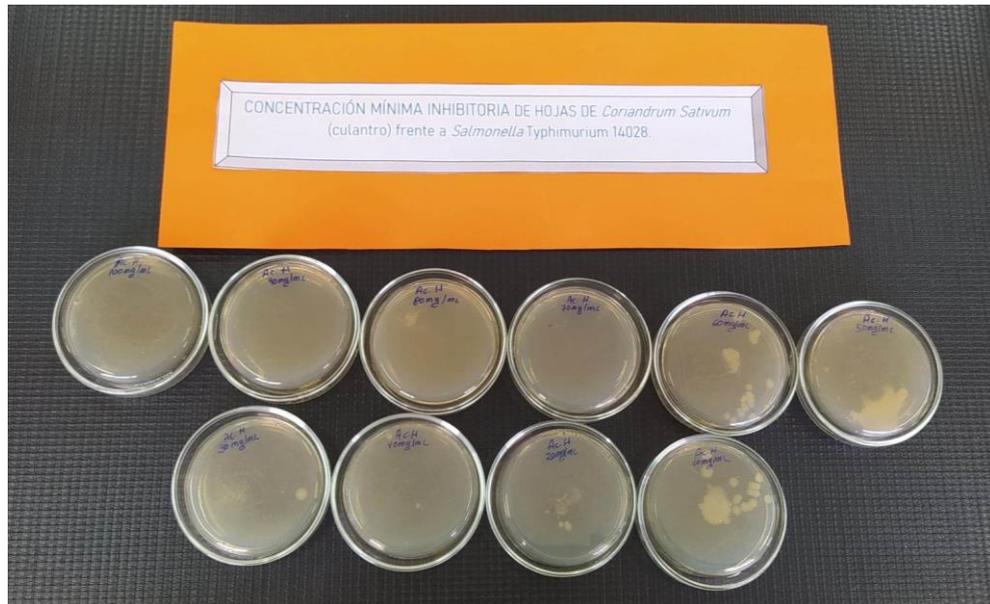
Anexo 25. Placas después de 24 horas de incubación que mostraron la concentración mínima inhibitoria (CMI) de extractos metanólicos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 26. Placas después de 48 horas de incubación que mostraron la concentración mínima bactericida (CMB) de extractos metanólicos de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 27. Placas después de 24 horas de incubación que mostraron la concentración mínima inhibitoria (CMI) de aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



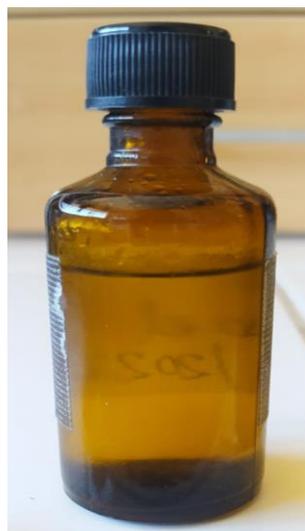
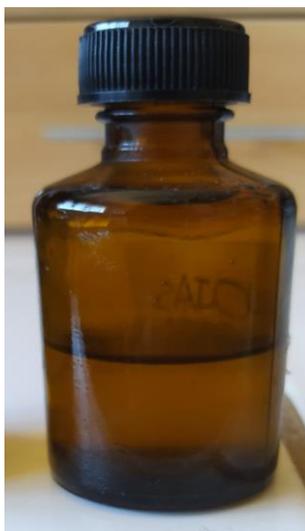
Anexo 28. Placas después de 48 horas de incubación que mostraron la Concentración mínima bactericida (CMB) de aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* “culantro” frente a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 29. *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, luego de 18 horas de incubación en Agar SS, realizado en el laboratorio de Inmunología y Microbiología Clínica de la Escuela profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



Anexo 30. Frascos conteniendo aceites esenciales de hojas y tallos de *Coriandrum sativum* "culantro".



Anexo 31. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Tendrá actividad antibacteriana del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuál será el diámetro de los halos de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021? ¿Cuál será el porcentaje de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021? ¿Cuál será la concentración mínima inhibitoria del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021? ¿Cuál será la concentración mínima bactericida del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021? ¿Cuáles serán los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, Ayacucho 2021?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la actividad antibacteriana del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.</p> <p>Objetivos específicos: Determinar el diámetro de los halos de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021. Determinar el porcentaje de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021. Determinar la concentración mínima inhibitoria del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021. Determinar la concentración mínima bactericida del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021. Determinar e identificar cualitativamente los metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, Ayacucho 2021.</p>	<p>Hipótesis general El extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” presenta actividad bactericida sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021.</p> <p>Hipótesis específicas: El diámetro de los halos de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, serán mayores a 10 mm en todos los casos. El porcentaje de inhibición del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, será mayor al 50% con respecto al ciprofloxacino. La concentración mínima inhibitoria del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, será menos al 50 mg/mL y 70 mg/mL respectivamente. La concentración mínima bactericida del extracto metanólico y aceite esencial de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro” sobre <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028, será mayor a 60 mg/mL y 70 mg/mL respectivamente. El extracto metanólico de las hojas y tallos de <i>Coriandrum sativum</i> “culantro”, posee todos los metabolitos secundarios estudiados a excepción de las saponinas</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE. Extractos de <i>Coriandrum sativum</i></p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE. Actividad antibacteriana</p>	<p>Alcance de investigación Explicativa</p> <p>Diseño de investigación Cuasiexperimental</p> <p>Población y muestra Unidad de Análisis: Muestra biológica de <i>Coriandrum sativum</i></p> <p>Unidad de análisis: Muestra biológica de cepas de <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium ATCC 14028</p> <p>Plan de análisis estadístico de los datos. Para establecer si hubo diferencias de los halos de inhibición por solución se realizará pruebas de homogeneidad, normalidad y ANOVA (análisis de varianza) utilizando el programa estadístico spss. Se aplicará la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

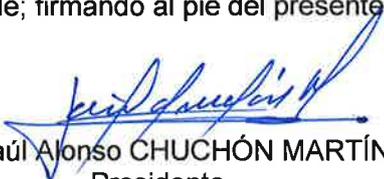
Bach. Estefany Astrid PALOMINO RUIZ

RESOLUCIÓN DECANAL N°130-2023-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del siete de julio del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ; Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN (Miembro-Jurado); Dr. José ALARCÓN GUERRERO (Miembro-Jurado); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro-Jurado); Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS (Miembro- Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Percy COLOS GALINDO; para presenciar la sustentación de tesis titulada: “Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* “culantro” sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021”; presentado por la Bach. Estefany Astrid PALOMINO RUIZ; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que consignan a continuación:

Miembros del jurado evaluado	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN	17	16	17
Dr. José ALARCÓN GUERRERO	17	17	17
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ	17	17	17
PROMEDIO			17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis y quince de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.



Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Presidente



Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN
Miembro – Jurado



Dr. José ALARCÓN GUERRERO
Miembro – Jurado



Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ
Miembro – Jurado



Dr. Aurelio CARRASCO VENEGAS
Miembro – Asesor



Mg Percy COLOS GALINDO
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 35-2023-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: "**Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* "culantro" sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021**". Presentado por **ESTEFANY ASTRID PALOMINO RUIZ**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 20%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 29 noviembre de 2023.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR

Actividad antibacteriana de
Coriandrum sativum "culantro"
sobre Salmonella enterica
serovar Typhimurium ATCC
14028, Ayacucho 2021

por Estefany Astrid Palomino Ruiz

Fecha de entrega: 29-nov-2023 11:51a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2242074205

Nombre del archivo: -PALOMINO-RUIZ-Estefany-Astrid-pregrado-2023-TURNITIN_Word.docx (167.68K)

Total de palabras: 12927

Total de caracteres: 71930

Actividad antibacteriana de *Coriandrum sativum* "culantro" sobre *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028, Ayacucho 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.aam.org.ar Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1%
7	www.revmediciego.sld.cu Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upads.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	ojs.unemi.edu.ec Fuente de Internet	1 %
11	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1 %
12	www.uv.mx Fuente de Internet	1 %
13	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
14	medicinavirtual.uas.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
15	Silvana Villarreal, Deisy Jaimez, Sindy Moreno, Luis B. Rojas, Alfredo Usubillaga, María Rodríguez. " Volatile Constituents from the Flowers of from the Venezuelan Andes ", Natural Product Communications, 2015 Publicación	<1 %
16	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
17	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1 %

18	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
19	dspace.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Rafael Landívar Trabajo del estudiante	<1 %
21	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
22	repository.udca.edu.co Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
25	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
27	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1 %
28	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

29	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.reciamuc.com Fuente de Internet	<1 %
31	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
34	id.123dok.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words