Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Desarrollo de un sistema conservante a base de dos aceites esenciales en la formulación de emulsiones cosméticas

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTORES

Renzo Alexis DIAZ BARRIENTOS

Analucia TOCHE TUESTA

ASESOR

Bertran SANTIAGO TRUJILLO

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Diaz R, Toche A. Desarrollo de un sistema conservante a base de dos aceites esenciales en la formulación de emulsiones cosméticas [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2025.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Renzo Alexis Diaz Barrientos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75151970
URL de ORCID	No aplica
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Analucia Toche Tuesta
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72942709
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Bertran Santiago Trujillo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07186287
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0286-4892
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Gustavo Vladimir Bravo Orellana
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10541754
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Eva Ramos Llica

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29735069
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Celia Bertha Vargas De la Cruz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42354741
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.2.2.4 Tecnología de cosméticos
Grupo de investigación	Grupo de Investigación de Recursos Naturales para el desarrollo de Productos Farmacéuticos y Dermocosméticos - DERFARM
Agencia de financiamiento	Autofinanciamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Farmacia y Bioquímica País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Jirón Puno N° 1002 Latitud: -12.0553931 Longitud: -77.021947
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2022-2025
URL de disciplinas OCDE	Química coloidal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.04.06

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Decanato

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Desarrollo de un sistema conservante a base de dos aceites esenciales en la formulación de emulsiones cosméticas

Que presentan los Bachilleres en Farmacia y Bioquímica:

RENZO ALEXIS DIAZ BARRIENTOS Y
ANALUCIA TOCHE TUESTA

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, ha obtenido la siguiente calificación final:

17 (DIECISIETE), APROBADO CON MENCIÓN HONROS

de conformidad con el Art. 14.° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Lima, 11 de octubre de 2025.

Mg. Gustavo Vladimir Bravo Orellana
Presidente

Mg. Eva Ramos Llica
Miembro

Mg. Celia Bertha Vargas De la Cruz
Miembro

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú
Teléfonos: (511) 619-7000 anexo 4826 Ap. Postal 4559 – Lima 1
E-mail: decanofyb@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Bertran Santiago Trujillo**, en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000525-2024-D-FFB-UNMSM de la tesis cuyo título es **"Desarrollo de un sistema conservante a base de dos aceites esenciales en la formulación de emulsiones cosméticas"**, presentado por los bachilleres: Diaz Barrientos, Renzo Alexis y Toche Tuesta, Analucia, para optar el título profesional de Químico Farmacéutico,

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **17%** de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Químico Farmacéutico

Lima, 20 de agosto de 2025

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: Bertran Santiago Trujillo

DNI: 07186287

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A mis padres, Minervo y Lucy, por su amor incondicional, apoyo y compañía al cumplir cada objetivo en mi vida, este logro es para ustedes con todo mi amor, gracias por todo. A mi hermano lindo, Toño, que es un ejemplo por seguir y siempre, a pesar de todo, está para apoyarme. Familia les agradezco inmensamente todo lo que hacen por mí, los amo.

ANALUCIA TOCHE TUESTA

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo constante y a todas las personas que me acompañaron a lo largo de este camino.

RENZO DIAZ BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su amor, guía e inspiración en nuestro camino por esta maravillosa etapa y vida.

A nuestras amadas familias por siempre motivarnos, amarnos y ser un apoyo fundamental en nuestras vidas.

A nuestra querida Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por ser nuestra segunda casa dándonos una excelente educación.

A nuestro asesor Q.F. Mg. Bertran Santiago Trujillo y co-asesora Q.F. Mg. Jannelle Mendoza León por compartir sus conocimientos, experiencia y apoyo durante el desarrollo de nuestra tesis, gracias por su tiempo y consejos.

A nuestros apreciados amigos que siempre nos brindaron su apoyo, amistad y motivarnos a no rendirnos.

INDICE

Abreviaturas 9

Resumen 10

I.1 Planteamiento del problema 13

I.2 Objetivos 14

I.2.1 Objetivo general 14

I.2.2 Objetivos específicos 14

I.3 Importancia y alcance de la investigación 15

I.4. Limitaciones de la investigación 17

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA 20

II.1 Antecedentes del estudio 20

II.2 Bases Teóricas 22

II.3. Glosario de términos 32

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 34

III.1 Hipótesis 34

III.3 Operacionalización de variables 35

IV. METODOLOGÍA 36

IV.1 Materiales y Métodos 36

IV.2 Área de estudio 36

IV.3 Diseño de investigación 37

IV.4 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información 38

IV.5 Análisis estadístico 50

IV.5.1 Prueba ANOVA 51

IV.5.2 Prueba de Tukey 51

V. RESULTADOS 52

V.1 Identificación Taxonómica 52

V.2 Caracterización de los aceites esenciales 53
V.2.1 Caracterización física de los aceites esenciales 54
V.2.2 Caracterización química de los aceites esenciales 55
V.3 Evaluación de la actividad antimicrobiana 57
V.4 Challenge test 59
V.5 Estabilidad 64
VI. DISCUSIÓN 69
VII. CONCLUSIONES 73
VIII. RECOMENDACIONES 74
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75
X. ANEXOS 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del trabajo experimental. 39
Figura 2. Método de fabricación de la emulsión o/w 46
Figura 3. Procedimiento de challenge test. 48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones Cromatográficas 42
Tabla 2. Condiciones de Espectrometría de Masas 42
Tabla 3. Composición del sistema conservante 44
Tabla 4. Fórmula cuali-cuantitativa de la emulsión O/W (Para control negativo, positivo y muestras) 45
Tabla 5. Muestras para estabilidad acelerada 4953Tabla 6. Criterios de aceptación de parámetros organolépticos 50
Tabla 7. Especificaciones microbiológicas de la emulsión o/w 51
Tabla 8. Características físicas de aceite esencial de canela 54
Tabla 9. Características físicas de aceite esencial de muña 54
Tabla 10. Compuestos del aceite esencial de canela 55
Tabla 11. Compuestos del aceite esencial de muña 57
Tabla 12. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de canela 59
Tabla 13. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de muña 60
Tabla 14. Actividad antimicrobiana de la mezcla de aceite esencial 60
Tabla 15. Recuento microbiano control negativo 61
Tabla 16. Reducción logarítmica microbiana control negativo 61
Tabla 17. Recuento microbiano control positivo 62
Tabla 18. Reducción logarítmica microbiana control positivo 62
Tabla 19. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 0.25% 63
Tabla 20. Reducción logarítmica microbiana de crema o/w conservante natural 0.25% 63
Tabla 21. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 0.50% 64
Tabla 22. Reducción logarítmica de crema o/w conservante natural 0.50% 64
Tabla 23. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 1.00% 65
Tabla 24. Reducción logarítmica microbiana de crema o/w conservante natural 1.00% 65
Tabla 25. Control Negativo (Emulsión o/w sin conservantes naturales ni parabenos) 66
Tabla 26. Control Positivo (Emulsión o/w con parabenos) 67
Tabla 27. Emulsión o/w con conservante natural al 0,25% 68
Tabla 28. Emulsión o/w con conservante natural al 0,50% 69

Tabla 29. Emulsión o/w con conservante natural al 1,00% 70

Abreviaturas

c.s.p.: capacidad suficiente para

mm: milímetros

mL: mililitros

m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar

o/w: aceite en agua

Resumen

En los últimos años, ha crecido notablemente el interés por los cosméticos elaborados con ingredientes naturales, lo que ha motivado la búsqueda de sustitutos para los conservantes sintéticos. En esta investigación, se formuló un sistema conservante empleando aceites esenciales de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) y *Minthostachys mollis* (muña), pensado para su uso en una emulsión cosmética tipo aceite en agua (O/W). Los aceites fueron analizados mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), identificándose como principales componentes el cis-cinamaldehído (69,23%) y el β-cariofileno (7,08%) en el aceite de canela, mientras que en el aceite de muña se encontró principalmente pulegona (58,86%) y mentona (25,08%). Para evaluar la efectividad del sistema conservante, se aplicó la prueba de reto microbiano, en las muestras sin conservantes (control negativo), no se observa disminución en el crecimiento microbiano. En cambio, tanto las muestras con parabenos como aquellas con el sistema conservante en concentraciones de 0,25%, 0,5% y 1,0% mostraron una reducción significativa a partir del segundo día. Además, se realizaron pruebas de estabilidad tanto físicas como microbiológicas de la emulsión. Los resultados indicaron que el sistema conservante no provocó cambios importantes en la formulación, y los recuentos microbiológicos se mantuvieron dentro de los límites establecidos por las normativas internacionales. En conjunto, estos hallazgos apoyan el uso de los aceites esenciales estudiados como una alternativa natural viable a los conservantes sintéticos en productos cosméticos.

Palabras claves:

Cosmética natural, aceites esenciales, conservantes naturales, *Cinnamomum zeylanicum*, *Minthostachys mollis*, emulsión O/W, actividad antimicrobiana.

ABSTRACT

The growing demand for cosmetics formulated with natural ingredients has driven the search for alternatives to synthetic preservatives. In this study, a preservative system based on essential oils from *Cinnamomum zeylanicum* (cinnamon) and *Minthostachys mollis* (muña) was developed for application in an oil-in-water (O/W) cosmetic emulsion. The essential oils were characterized using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), which identified *cis-cinnamaldehyde* (69.23%) and *β-caryophyllene* (7.08%) as the major components in cinnamon oil, and *pulegone* (58.86%) and *menthone* (25.08%) as the major components in muña oil. Antimicrobial activity was evaluated using the agar diffusion method, demonstrating efficacy against microorganisms of cosmetic relevance within the tested concentration range (0.25%, 0.5%, and 1.0%). Additionally, physicochemical and microbiological stability studies of the emulsion showed that the preservative system did not produce significant alterations in the formulation. Microbial counts remained within acceptable limits, as per international regulations. These findings support the potential use of these essential oils as a natural alternative to conventional preservatives in cosmetic products.

Keywords:
Natural cosmetics, essential oils, natural preservatives, *Cinnamomum zeylanicum*, *Minthostachys mollis*, O/W emulsion, antimicrobial activity.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los consumidores de productos cosméticos presentan una creciente preocupación por la naturaleza y seguridad de los componentes incluidos en las formulaciones. Esta tendencia responde a una mayor conciencia sobre los posibles efectos adversos que ciertos ingredientes sintéticos pueden generar, tanto en la salud humana como en el medio ambiente, particularmente en lo que respecta a su biodegradabilidad y toxicidad tras el uso y descarte de los productos.

Entre los ingredientes de especial atención en cosmética se encuentran los conservantes, los cuales desempeñan un papel fundamental en la inhibición del crecimiento microbiano, garantizando así la seguridad del producto y prolongando su vida útil. Sin embargo, diversos estudios han asociado el uso prolongado de ciertos conservantes sintéticos con reacciones adversas como irritación cutánea, sensibilización e incluso efectos endocrinos[1].

Como respuesta a esta problemática, los aceites esenciales han emergido como una alternativa prometedora en el desarrollo de conservantes de origen natural. Estas sustancias volátiles, obtenidas de plantas aromáticas, poseen reconocidas propiedades antisépticas, antimicrobianas y antifúngicas.Estudios han demostrado que ciertos aceites esenciales, como el de árbol de té (*Melaleuca alternifolia*), lavanda (*Lavandula officinalis*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*), exhiben una actividad antimicrobiana superior a la del metilparabeno en emulsiones cosméticas, inhibiendo eficazmente el crecimiento de bacterias y hongos comunes[2].

Además, investigaciones han explorado la combinación de aceites esenciales con conservantes tradicionales en concentraciones reducidas, observando efectos sinérgicos que potencian la actividad antimicrobiana y permiten disminuir la cantidad de conservantes sintéticos necesarios[3].

I.1 Planteamiento del problema

La creciente preocupación de los consumidores por la naturaleza de los componentes incluidos en sus productos cosméticos ha generado un cambio significativo en las tendencias de consumo a nivel global. Esta transformación ha llevado a la industria cosmética a adoptar enfoques más naturales y sostenibles en sus formulaciones. Según datos de la Asociación Nacional de Perfumería y Cosmética (Stanpa)[4], el 62 % de los consumidores prefiere cosméticos con ingredientes naturales y sostenibles. Asimismo, el Reporte de Tendencias del Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales[5] revela que más del 80 % de los consumidores manifiestan intención de compra, o ya adquieren, productos para el cuidado de la piel que contienen ingredientes de origen natural.

A pesar de este avance, uno de los principales retos en la formulación de cosméticos naturales es la sustitución de conservantes sintéticos, los cuales, aunque eficaces, han sido asociados con posibles efectos adversos para la salud y el medio ambiente. En este contexto, surge la necesidad de identificar y validar alternativas naturales que ofrezcan eficacia microbiológica sin comprometer la estabilidad del producto ni la seguridad del consumidor.

Ante esta problemática, el presente estudio propone el desarrollo de un sistema conservante basado en aceites esenciales, con el objetivo de evaluar su eficacia como alternativa natural para conservar una emulsión cosmética tipo O/W, respondiendo así a las nuevas demandas del mercado y a la tendencia hacia productos más limpios y sostenibles.

Formulación del problema:

¿El sistema conservante alternativo formado por aceites esenciales de canela y muña tiene actividad conservante en una emulsión cosmética?

I.2 Objetivos

I.2.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema preservante a base de destilados de aceite esencial de canela y aceite esencial de muña para ser aplicado en una emulsión cosmética.

I.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar la caracterización físico- química de los aceites esenciales obtenidos de canela y muña mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).
2. Determinar la eficacia del sistema conservante a base de aceite esencial de canela y muña en las emulsiones cosméticas mediante la prueba de eficacia antimicrobiana.
3. Evaluar el efecto del sistema conservante a base de aceite esencial de canela y aceite esencial de muña sobre la estabilidad de la emulsión mediante pruebas físicas y microbiológicas en estabilidad acelerada.

I.3 Importancia y alcance de la investigación

En los últimos años, la industria cosmética ha registrado un crecimiento significativo, impulsado por el aumento en la demanda de productos destinados al cuidado personal, la higiene y la belleza. Uno de los desafíos al elaborar productos cosméticos es garantizar que sean seguros y estables microbiológicamente durante su vida útil. Los conservantes son componentes fundamentales, puesto que previenen la proliferación de microorganismos patógenos; sin embargo, el uso de estos ha ocasionado preocupación en torno a la seguridad y tolerabilidad por parte de los consumidores[6].

Ante esta preocupación, existe un interés creciente en la búsqueda de alternativas naturales y seguras para la conservación de los productos cosméticos. Los aceites esenciales, han demostrado propiedades antimicrobianas y antioxidantes que los hacen candidatos como conservantes en formulaciones cosméticas.

Es por ello, que el presente estudio se enfocó en desarrollar un sistema conservante a base de la asociación de dos aceites esenciales en una emulsión cosmética, lo que permitió abordar tres factores claves:

Seguridad del consumidor: Los aceites esenciales pueden ofrecer una alternativa más natural y segura a los consumidores si se utilizan adecuadamente y en concentraciones seguras, basándonos en el listado de alérgenos de la Unión Europea[7].

Demanda del Mercado: Existe una creciente demanda por productos naturales y sostenibles. El desarrollo de un sistema conservante basado en aceites esenciales puede satisfacer esta demanda del mercado.

Efectividad antimicrobiana: De acuerdo con los antecedentes presentados, los aceites de canela y muña presentan propiedades antimicrobianas efectivas contra una amplia gama de microorganismos. Esto sugiere la utilidad en la protección contra la contaminación microbiológica.

En conclusión, el desarrollo de un sistema conservante a base de aceite esencial de canela y muña en una emulsión cosmética representa una respuesta

prometedora y viable a las preocupaciones por parte del consumidor y las demandas del mercado actual. Este enfoque no solo tiene potencial de garantizar la estabilidad microbiológica, sino también ofrecer a los consumidores una opción natural y sostenible. Además, abre oportunidades para la innovación en la industria cosmética al aprovechar los beneficios de los aceites esenciales en las formulaciones.

I.4. Limitaciones de la investigación

1. Obtención de certificados botánicos: debido a las restricciones de la pandemia y la falta de disponibilidad de instituciones oficiales, se optó por una evaluación botánica independiente para cumplir con los requisitos necesarios en ese periodo.
2. Costos de servicios: la prueba de reto microbiano, cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas y estabilidad fueron autofinanciada, por ello, tuvimos limitaciones de presupuesto; sin embargo, se implementó una estrategia de ahorro y planificación para financiar estos servicios de manera gradual. Esto permitió mantener la continuidad de las actividades dentro de las limitaciones de recursos.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

II.1 Antecedentes del estudio

Según El-Baroty GS et al., (2010), al caracterizar el aceite esencial de la corteza de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) mediante TLC analítica y GC/MS, detectaron dentro de los componentes principales, monoterpenos aromáticos como trans Cinamaldehído al 45.62% y al realizar la actividad antimicrobiana identificaron como componentes activos el Cinamaldehído (CA) y el eugenol en el aceite de corteza de canela con CIM que oscilan entre 20 y 120 µg/ml, según la especie microbiana. En este estudio se utilizaron cuatro bacterias gram positivas (*Bacillus subtilis, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus y Micrococcus luteus) y dos bacterias gram negativas (Klebsiella pneumoniae y Serratia marcescens)*[8].

En el estudio realizado por Nanasombat S, Wimuttigosol P. (2011), el aceite de canela fue el más eficaz para inhibir cepas de *Bacillus cereus* ya que contaba con la zona de inhibición más amplia (21-42 mm) y los valores MIC más bajos con 0.5 mg/mL. Asimismo, determinaron que CIM del aceite esencial de canela tenía la actividad antifúngica más potente contra todos los hongos con las CIM más bajas, especialmente frente a *A. ochraceus* (0,015 mg/mL de CIM). *S. pombe* fue la levadura más susceptible al aceite de canela con la MIC más baja de 0,063 mg/mL[9].

Según Gupta et al., (2008), el aceite de canela produjo una zona de inhibición de 29mm contra *Bacillus cereus,* mientras que con *Staphylococcus aureus* fue 20 mm y los autores mencionan que podría deberse a sus componentes activos como Cinamaldehído y el ácido cinámico[10].

En el trabajo realizado por Sánchez-Barrueto C y Luján-Corro M. (2013), trabajaron con seis concentraciones de 0.2 mg/ml, 0.4 mg/ml, 0.6 mg/ml, 1 mg/ml y pura, al analizar sus resultados concluyeron que existía una relación directamente proporcional entre la concentración del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* y el efecto antimicrobiano en el crecimiento de *Candida albicans* y *Streptococcus mutans*. El efecto antimicrobiano de todas las concentraciones de aceite esencial de canela tuvo efecto antimicrobiano sobre la *Candida albicans*[11].

En el estudio de la actividad antimicótica *in vitro* y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* (muña) de Cano C, et. al. (2008), los métodos utilizados fueron agar en difusión donde utilizaron cepas de *Microsporum canis, Trichophyton mentagrophytes, Trichophyton tonsurans Candida albicans* registrando el diámetro de los halos de difusión, prepararon el aceite esencial de muña al 100% y 50%, evidenciándose que para *C. albicans* hubo halos de inhibición de 30mm y 35mm, al 100% y 50% respectivamente[12].

Según Carhuapoma M, et al. (2009), el aceite esencial de muña recolectada en la región Ayacucho obtenida por destilación con arrastre de vapor, presenta actividad antimicrobiana ante *S. typhi* en 14,25 mm y *P. aeruginosa* en 11,45 mm determinada por el método de excavación placa cultivo. Por el método de dilución se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) de *S. typhi* a 4 µg/mL, y *P. aeruginosa* a 9 µg/mL de CMI y 10 µg/mL de CMB[13].

Según el estudio realizado por Torrenegra- Alarcón M et al. (2016), al evaluar la composición química del aceite esencial *Minthostachys mollis* mediante cromatografía de gases/ espectrómetro de masa hallaron dentro de sus componentes mayoritarios monoterpenos oxigenados como carvacrol y timol, reconocidos por ser agentes antimicrobianos. Estos componentes, según los autores, son los que le otorgan la actividad antimicrobiana al aceite esencial ya que realizaron las pruebas de sensibilidad antibacteriana y concentración mínima inhibitoria ante *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 y *Escherichia coli* ATCC 25922, obteniendo como resultados la susceptibilidad de estos ante el aceite esencial[14].

Según el estudio realizado por Culquipoma JO, Gil M. (2021), determinaron mediante difusión en pozo que al utilizar el 10% y 20% del aceite esencial de *Minthostachys mollis* en una crema mostraba actividad antibacteriana ante *Staphylococcus aureus*[15].

II.2 Bases Teóricas

Conservantes

Los conservantes son sustancias añadidas a productos cosméticos, alimenticios y farmacéuticos para prevenir el crecimiento microbiano y prolongar su vida útil. Su función principal es evitar el deterioro del producto y proteger la salud del consumidor al prevenir infecciones o reacciones adversas[16].

Se clasifican según su mecanismo de acción:

- *Antioxidantes*, que previenen la oxidación (ej. vitamina E, BHA, BHT)
- *Agentes antimicrobianos*, eficaces contra bacterias y hongos (ej. benzoatos, sorbatos)
- *Agentes quelantes*, que estabilizan el producto formando complejos (ej. EDTA, ácido cítrico)[17].

También pueden clasificarse por su origen:

- *Naturales*, como aceite de neem, limón o miel
- *Sintéticos*, como sorbatos y propionatos, eficaces en bajas concentraciones[17].

Los conservantes penetran la membrana bacteriana mediante tres vías: a través de porinas hidrofílicas, por la bicapa lipídica hidrofóbica, o por desplazamiento de cationes divalentes, lo que altera la estructura de la membrana y expone zonas vulnerables[18].

Aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas de compuestos volátiles que se extraen de plantas aromáticas. Se consideran "esenciales" porque contienen la esencia o fragancia característica de la planta[19]. Poseen múltiples propiedades biológicas, entre ellas antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias y antioxidantes[20].

Su actividad antimicrobiana depende de la composición química y la concentración. Compuestos fenólicos como el timol y el carvacrol alteran la estructura y permeabilidad de la membrana celular, provocando fuga de contenido intracelular y muerte celular[21,22]. En *E. coli*, causan desnaturalización de proteínas, inhibición de la respiración y lisis celular[23,24], mientras que en *S. aureus* provocan fuga del citoplasma y pérdida de viabilidad[25].

Emulsiones

Una emulsión es un sistema bifásico compuesto por dos líquidos inmiscibles, uno disperso en forma de glóbulos (fase dispersa) y otro que actúa como medio continuo (fase continua). Se estabiliza mediante emulsionantes, que forman una película en la interfaz de ambas fases[26].

Las emulsiones se clasifican en:

- *Aceite en agua (O/W)*: fase continua acuosa
- *Agua en aceite (W/O)*: fase continua oleosa
- *Emulsiones múltiples (W/O/W)*: combinaciones sucesivas de fases[26].

Muña

La muña es un arbusto de 0.9 a 1.5 m de alto con tallos semileñosos de cuatro lados y muchas hojas pequeñas ovaladas. Estas hojas presentan finas pilosidades en los pecíolos y envés que es donde se concentra la mayor parte de la esencia. Tiene flores de colores blancas o púrpuras y un fruto carcérulo. Las raíces tienen un aspecto leñoso. Es una planta semicríptica que crece en matas o arbustos. comúnmente crece en la zona de la cordillera de los Andes, en altitudes que van desde los 2000 hasta los 3900 msnm[27].

El género *Minthostachys* se compone de aproximadamente 17 especies de entre las cuales, en Perú siendo *Minthostachys mollis* (HBK) Griseb. la especie con mayor extensión pues se distribuye a través de Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela[28].

La muña tiene usos medicinales para la población local, los cuales la utilizan por medio de infusiones y decocciones de sus hojas, tallos y flores, en solitario o en conjunto con otras plantas, con el propósito de tratar malestares gastrointestinales, respiratorios, enfermedades cardiacas y neurológicas, así como antibacteriano y fungicida. También se emplea para el mal de altura al inhalar la fragancia de la planta (aromaterapia)[28].

La muña también tiene un uso como repelente de plagas protegiendo los cultivos y depósitos de almacén de papa y ocas del gorgojo andino, gusanos de tierra, orugas de polilla mediante la excreción de componentes químicos que reaccionan a la saliva del invertebrado, atrayendo parásitos de los cuales son huéspedes en el caso de las orugas[29].

El aceite esencial de muña está compuesto generalmente por terpenos y terpenoides como carvona, pulegona, mentano, isomentano, carvacrol acetato, siendo la pulegona la molécula de mayor interés en materia de salud pues tiene funciones bactericidas[30] y antifúngicas[30], citotóxica[31], hipotensoras[32], antiinflamatorias[33] y antioxidantes[34].

Canela

La canela (*Cinnamomum)* es un árbol originario de Sri Lanka, que se encuentra en el sur de la India hasta altitudes de 500m, también podemos encontrar en Malabar, Cochinchina, Sumatra[35,36]. El género Cinnamomun abarca más de 250 especies de árboles y arbustos de la familia Lauraceae conocidos como caneleros. Las más empleadas son *Cinnamomum zeylanicum* llamado canelero de Ceilán[37].

El árbol de canela crece en enero presenta hojas opuestas, coriáceas, ovaladas, con tres nervios prominentes. Las hojas jóvenes presentan color rojizo y al madurar se tornan de color verde oscuro. Las flores son pequeñas de color amarillo pálido y los frutos son drupas ovoides con una semilla, estos maduran de mayo a Agosto[37].

El canelero de Ceilán (*Cinnamomum zeylanicum)* es un árbol de 10m, hoja perenne y corteza gruesa y rugosa desprovista de felema, tiene forma de canutos enrollados, esto se debe al parénquima cortical de un anillo de células pétreas que cuando la corteza se deseca provoca un plegamiento hacia el interior de la misma[37].

La hoja y la corteza de *C. zeylanicum* se utilizan como especias y para la producción de aceites volátiles. Los compuestos volátiles son compuestos de bajo peso molecular (<300 Da) que se vaporizan fácilmente a temperatura ambiente. Como estos compuestos aromáticos son en gran medida volátiles, comúnmente se extraen mediante destilación al vapor o extracción con solventes[35].

La hoja y la corteza son utilizadas como especias y para la elaboración de aceites volátiles. Estos son de bajo peso molecular (<300Da) que se vaporizan fácilmente a temperatura ambiente y es común extraerlos por destilación al vapor o extracción con solventes[35].

Respecto a propiedades nutricionales, Rawat I *et al. (2020),* mencionan que es una buena fuente de hierro, calcio, fibra, manganeso, sodio, carbohidratos, azúcar, ácidos grasos, aminoácidos, etc[36].

Asimismo, se menciona el uso de la corteza como medicina natural, ya que tiene acción carminativa, astringente, estimulante y antiséptica. Actúa como antibacteriano, antifúngico, estimulante uterino, alivia dolores menstruales,

trastornos gastrointestinales como diarrea, flatulencias, infecciones causadas por bacterias y gusanos parásitos, reduce los niveles de azúcar y colesterol en la sangre. También reduce espasmos y ayuda a combatir el resfriado común y la gripe (influenza)[36].

Dentro de los constituyentes del aceite esencial de canela tenemos a los monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanoides, donde en la corteza se observa mayor cantidad de fenilpropanoides. Las composiciones del aceite se analizan mediante GC-MS y se encuentran componentes principales como (E)-cinamaldehído, linalol, β -cariofileno, eucaliptol y eugenol también contiene niveles notables de compuestos fenólicos y bioactivos con una capacidad sobresaliente para eliminar radicales libres e inhibir la oxidación del β -caroteno[38].

Importancia de conservantes en emulsiones

Muchos productos cosméticos están fabricados con una base acuosa, por ejemplo, las emulsiones. El agua tiene funciones importantes en una emulsión cosmética o/w, como ser la fase dispersante, hidratar, solubilizar componentes hidrosolubles; sin embargo, también es susceptible a la contaminación microbiana pues su naturaleza permite el funcionamiento de su metabolismo dada la semipermeabilidad de la membrana diseñada para el cruce de componentes nutricionales necesarios disueltos en agua[39,40].

Principalmente, en las emulsiones se suelen encontrar bacterias grampositivas y levaduras como contaminantes recurrentes pudiendo degradar al producto manifestando cambios organolépticos como en el color, la fragancia y la textura, además de representar un riesgo para la salud del consumidor pudiendo causar irritación o infección, así como ser aún más perjudicial en casos con piel dañada o con dermatitis[41,42,43].

Los cosméticos pueden contaminarse en su etapa de fabricación o bien durante el uso por parte del consumidor, introduciendo microorganismos ambientales en el envase abierto[39]. En ese contexto, es posible minimizar los riesgos de contaminación durante la fabricación empleando correctamente las buenas prácticas de manufactura hasta el envasado del producto, a partir del cual, los conservantes tienen la función de proteger la emulsión durante el almacenamiento y el tiempo de uso previsto[40]. Si bien los conservantes cumplen un rol importante manteniendo los parámetros de seguridad, eficacia y calidad del producto prolongando también su vida útil, muchos conservantes de origen sintético han sido reportados como agentes sensibilizantes por lo que las autoridades sanitarias limitan el uso de estos mediante regulaciones a una concentración máxima permitida[41.]

Eficacia antimicrobiana en aceites esenciales

La susceptibilidad de los microorganismos a la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se puede observar mediante diversos métodos. Uno de ellos es la prueba de difusión en agar basado en el método de Kirby-Bauer, siendo utilizados discos o pocillos. El método consiste en colocar la muestra problema (aceite esencial) sea impregnado en el disco de papel o bien directamente dentro del pocillo sobre una placa con agar inoculado. Luego de la incubación pertinente según el tipo de microorganismo estudiado, se observa si la inhibición del crecimiento microbiano mediante la medición del diámetro de los halos que se forman alrededor de la zona de aplicación del aceite esencial[44].

El método presenta algunas limitaciones en cuanto a la naturaleza propia de los aceites esenciales como lo son su volatilidad, su solubilidad, etc. Sin embargo, es una herramienta útil para la detección preliminar de la actividad antimicrobiana de una sustancia de interés, por lo que se emplea en la investigación de nuevos agentes conservantes naturales como los aceites esenciales para luego ser estudiado a profundidad con métodos más específicos como el challenge test, el cual es específico para productos cosméticos[45,46].

Challenge test

La ISO 11930 fue desarrollada por la organización internacional de estandarización de productos cosméticos para determinar la efectividad de los sistemas de conservación utilizados en los productos cosméticos[47]. El objetivo de la norma ISO 11930 es establecer un marco estándar para evaluar la capacidad de una formulación cosmética al crecimiento microbiano en condiciones de uso normales y, a lo largo del tiempo. La norma describe una prueba de desafío microbiológico que implica inocular intencionalmente el producto con cepas de microorganismos específicas y medir su capacidad para controlar o limitar su crecimiento durante un período específico[47].

Los microorganismos utilizados son cepas estándar de bacterias y hongos los cuales son representativos de las condiciones normales de contaminación que podría enfrentar un cosmético en uso[47]. Estas comprenden bacterias grampositivas (*Staphylococcus aureus*), bacterias gramnegativas (*Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*), levaduras (*Candida albicans*) y mohos (*Aspergillus brasiliensis*)[47].

El ensayo mide la capacidad del sistema conservante para disminuir la población de microorganismos en un lapso de 28 días con puntos de evaluación a los 7, 14 y 28 días, finalmente considerando dos criterios de aceptación en el cual se concluye si el conservante es eficaz o si el conservante tiene una actividad aceptable, sin embargo, necesita un control de riesgo microbiológico no relacionado a la formulación, por ejemplo, el sistema de envasado[47].

II.3.6 Recuento microbiano

El control microbiológico en cosméticos es un aspecto crítico en el proceso de elaboración, pues tiene un contacto directo con la piel y mucosas; además de su potencial para transmitir microorganismos al usuario o alterarse por contaminación microbiana[48]. La normativa internacional y la Comunidad Andina de Naciones (CAN)[49], mediante la Decisión 833 y la resolución N° 2120, establecieron parámetros para garantizar la seguridad microbiológica de los cosméticos describiendo métodos de recuento y brindando especificaciones de calidad a nivel regional[50,51]. Los ensayos microbiológicos permiten determinar la calidad microbiológica del producto terminado, a través de la medición de la carga microbiana total, es decir la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos y presencia de hongos; y la detección de posible presencia de patógenos como *Escherichia coli, Staphylococcus aureus y Pseudomonas aeruginosa*, los cuales deben encontrarse ausentes en el producto final[48,49].

En el caso de un cosmético de uso general en contacto con la piel, el recuento de microorganismos aerobios mesófilos no se debe superar las $5x10^3$ UFC/g o mL y los microorganismos patógenos específicos, no deben estar presentes en 1g o mL de producto[48,49].

II.3.7 Estabilidad

La estabilidad es la capacidad que tiene un producto cosmético para mantener las especificaciones de calidad dentro del rango establecido por el fabricante, asegurando sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas durante el tiempo de vida útil y en el envase asignado[52,53].

Los estudios de estabilidad nos brindan información de los posibles cambios organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos que pueden presentarse a lo largo del tiempo por factores ambientales como luz, temperatura, humedad que pueden acelerar o retardar alteraciones en los parámetros del producto[53].

Es importante realizar estos estudios, puesto que, sirve como base para definir la formulación y los materiales de acondicionamiento, definiendo las especificaciones de calidad; estimar el plazo de validez, condiciones de uso, almacenamiento y transporte más conveniente para garantizar la seguridad, funcionalidad y apariencia del producto. De esta manera, se protege la salud y se comercializa productos que cumplan con las expectativas del consumidor[52,53].

II.3.7.1 Variables que afectan la estabilidad

Cada materia prima utilizada en la elaboración de un producto cosmético puede afectar la estabilidad. Existen variables extrínsecas, es decir, variables que no dependen de la formulación sino del medio ambiente y variables intrínsecas que son factores propios de la formulación[53].

Entre las variables extrínsecas tenemos:

a. Tiempo: Puede llevar a cambios en el aspecto, color, olor, pH, viscosidad, microbiológicas y toxicológicas.
b. Temperatura: Altas temperaturas aceleran reacciones físico químicas alterando las características organolépticas. Bajas temperaturas aceleran alteraciones físicas como cristalización, precipitación, turbiedad.
c. Luz y Oxígeno: Ambos originan formación de radicales libres y desencadenan reacciones de óxido reducción.
d. Humedad: Altera aspectos físicos de formas sólidas, volviéndose blandos. Pegajosos y susceptibles a contaminación microbiológica.
e. Microorganismos: Los productos que presentan agua en su formulación son más susceptibles a la contaminación; por ello, es importante usar sistemas conservantes para cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
f. Vibración: El transporte puede generar la separación de fases de las emulsiones, compactación en suspensiones, alteración de la viscosidad.

Las variables intrínsecas son factores inherentes a la propia naturaleza de la formulación, así como la interacción entre ingredientes o material de acondicionado. Existen incompatibilidades físicas y químicas[53].

Incompatibilidades físicas:

Ocurren cambios en el aspecto de la formulación como: precipitación, separación de fases, cristalización, formación de grietas, etc.

Incompatibilidades químicas:

a. pH: Puede afectar la estabilidad, en consecuencia, la eficacia y seguridad del producto.
b. Reacciones de óxido reducción: Altera la actividad de las sustancias activas, características organolépticas y físicas.

c. Reacciones de Hidrólisis: Se presenta en formulaciones con elevado contenido de agua.
d. Interacción entre los ingredientes de la formulación
e. Interacción entre ingredientes de la formulación y el material de acondicionamiento: esto puede conllevar a modificaciones a nivel físico químico.

II.4. Glosario de términos

II.4.1 Antimicrobiano

Sustancia que destruye microorganismos o impide crecer y causar enfermedades[54].

II.4.2 Cosmético

Sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar o mejorar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales[55].

II.4.3 Calidad

Grado en el que un producto cumple con los requisitos establecidos[56.]

II.4.4 Características Organolépticas

Características que son perceptibles por los sentidos, como: aspecto, color, olor y sabor. Estas características determinan los parámetros de aceptación ya que son las primeras que percibe el consumidor[52].

II.4.5 Compatibilidad

Capacidad de los ingredientes y materiales de acondicionado de interactuar sin alterar los atributos de calidad, manteniendo las especificaciones iniciales planteadas sin causar efectos negativos como pérdida de eficacia e inestabilidad[52].

II.4.6 Estudio de estabilidad acelerado

Estudio que tiene por finalidad verificar especificaciones de calidad definidas y estimar la vida útil del producto.[53]

II.4.7 Ingredientes

Es la sustancia(s) química(s) (materia prima) empleada en una fórmula para la elaboración de un producto cosmético[52].

II.4.8 Miscibilidad

Capacidad de dos o más líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una solución homogénea. Los líquidos miscibles se pueden combinar sin que se separan en fases diferentes, mientras que los líquidos inmiscibles no se mezclan y tienden a formar capas distintas[57].

II.4.9 Parámetro de calidad

Descripción de características o variables en la formulación, materia prima y material de empaque que se utilizan para evaluar y asegurar que el producto cumple con normas o estándares establecidos por la empresa para asegurar la calidad de los mismos[53].

II.4.10 Solubilidad

Cantidad máxima de soluto que admite un volumen dado de disolvente en condiciones preestablecidas de temperatura y presión, y se puede expresar como unidades de masa disueltas en una unidad de volumen[58].

II.4.11 Vida útil

Periodo de tiempo asignado al producto durante el cual cumple con especificaciones de calidad y desempeño establecidos[52].

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

III.1 Hipótesis

El sistema conservante a base de aceites esenciales de canela y muña tiene actividad conservante en emulsiones.

III.2 Variables

III.2.1 Variable Independiente

- Proporción de aceites esenciales de canela y muña

III.2.2 Variable Dependiente

- Eficacia preservante
- Estudio de estabilidad de la emulsión

III.3 Operacionalización de variables

VARIABLE (S)	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	OBSERVACIONES
Proporción de aceites esenciales	Variable independiente	La proporción es una relación de correspondencia entre las partes y el todo	La proporción de aceites esenciales se realiza pesando en partes iguales cada aceite esencial	Analisis Fisicoquímico Caracterización química mediante GM-MS	Aceite esencial de muña Aceite esencial de canela	% Tiempo de retención pH cp	Aromacademia A. Control de Calidad: Adulteración [Internet]. Aromacademia.com. [citado el 11 de octubre de 2024]. Disponible en: https://aromacademia.com/sitio/wp-content/uploads/2019/05/1c.-Control-de-Calidad-y-Adulteracio%CC%81n.pdf Fuertes C, Munguia CH. Estudio comparativo del aceite esencial de Minthostachys mollis (Kunth.) Griseb "muña" de tres regiones peruanas por cromatografía de gases y espectrometría de masas. Ciencia e Investigación. 2001; 4: 23-39.
Eficacia preservante	Variable dependiente	Es una prueba donde se somete intencionalmente la formulación propuesta a agentes microbianos.	La prueba de eficacia preservante se realizará mediante los lineamientos de la ISO 11930 empleando cepas ATCC.	-	Ausencia *Pseudomonas aeruginosa* en 1g o ml. Ausencia *Staphylococcus aureus* en 1g o ml. Ausencia de *Escherichia coli* en 1g o ml. Ausencia de *Candida albicans* en 1g o ml Ausencia de *Aspergillus brasillensis* en 1g o ml	UFC/ mL o g	Método ISO 11930
Estudio de Estabilidad de la emulsión	Variable dependiente	Las pruebas de estabilidad sirven para obtener información de la calidad e integridad de un producto con el paso del tiempo bajo parámetros establecidos.	Las pruebas de estabilidad se realizan mediante especificaciones de calidad como: organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas.	Análisis organoléptico	Aspecto Color Olor	- - -	-
				Análisis fisicoquímico	pH Viscosidad	- Cp	-.
				Análisis Microbiológico	Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales, Ausencia de P*seudomonas aeruginosa*	UFC/ mL o g	Solo el primer análisis tiene un límite máximo 1x 10^3 UFC/g o mL

IV. METODOLOGÍA

IV.1 Materiales y Métodos

IV.1.1 Materiales

- Placas Petri de 10 cm de diámetro marca Pyrex
- Probeta de 50 mL Boeco
- Tubo Eppendorf de 30 mL
- Tiras reactivas para pH marca Panpeha
- Picnómetro LMS marca Germany
- Micropipeta de 1000 µL marca Boeco modelo Axygen
- Pinzas de metal
- Reglas de metal de 20cm
- Frascos de vidrio
- Beackers de vidrio de 1L, 500L y 250mL.
- Balanza analítica marca Sartorius
- Cocinilla eléctrica

IV.1.2 Equipos

- Baño termostático “marca Memmert”, modelo WNB 14
- Equipo Clevenger
- Balón de destilación de 1000ml fondo redondo
- Condensador de laboratorio de 300mm
- Esmerilados de empalme 29/32
- Estufa marca Memmert GMBH
- Cámara climática a temperatura de 40°C ± 5 y Humedad relativa de 75% ±5 marca Tecnal modelo TE-4001
- Potenciómetro marca Mettler Toledo

- Viscosímetro marca Brookfield (SP N°5 / 10 rpm 25°C x 1 minuto)

IV.2 Lugar de recolección de muestra

Ravira, Provincia de Huaral, Lima, Perú (-11.22322 -76.67704 -11.18322 -76.63704)

IV.3 Diseño de investigación

Experimental prospectivo, longitudinal y comparativo

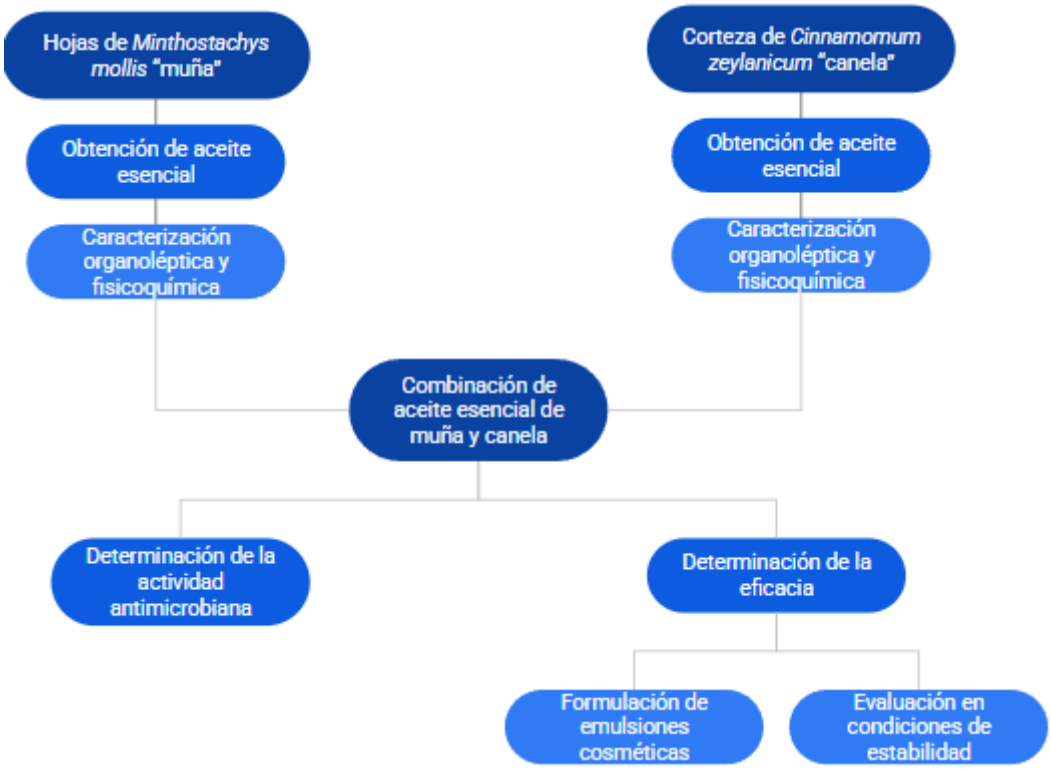


Figura 1. Flujograma del diseño de investigación. Fuente: Propia de los autores.

IV.3 Población y Muestra

Las hojas de muña del departamento de Lima de la provincia de Huaral dentro de la circunscripción del Gobierno Regional de Lima-Provincias en la Comunidad Campesina de Ravira del Distrito de Pacar

aos a 3061 m.s.n.m.

Las cortezas de canela son proporcionadas por la empresa “Frutos y especias S.A.C” que cuenta con ficha técnica - certificado de análisis.

Muestra: 6kg de corteza de canela y 10kg de hojas de muña

IV.4 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información

IV.4.1 Recolección y Revisión sistemática

La recolección de la especie vegetal se realizó a partir de plantas frescas. Para la especie vegetal muña, se recolectó de la Comunidad Campesina de Ravira del Distrito de Pacaraos, de la provincia de Huaral a 3061 m.s.n.m., se conservaron en condiciones óptimas hasta su uso en la obtención del aceite esencial de la muña. Para la especie vegetal canela, se realizó una búsqueda de los principales proveedores donde se evaluó si contaban con ficha técnica y certificado de análisis para garantizar la originalidad de la muestra optándose por “Frutos y especias S.A.C” como proveedor.

IV.4.2 Identificación taxonómica

Las muestras recolectadas se mandaron a identificar con el reconocido consultor Botánico Hamilton W. Beltrán S., acorde al sistema de clasificación de Cronquist (1981).

IV.4.3. Obtención de aceite esencial

Los aceites esenciales de *Minthostachys mollis* “muña” y *Cinnamomum zeylanicum* “canela” se obtuvieron por arrastre de vapor[14,59] en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica en el Departamento de Ciencias Farmacéuticas de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

IV.4.4 Caracterización Físico- Química de los aceites esenciales

IV.4.4.1 Caracterización Física

Se determinó las siguientes características:

a) Organolépticas, se determinó aspecto, color y olor.

b) Índice de refracción, a una temperatura estable 20°C, se midió 1mL de muestra, utilizando el refractómetro marca Baush Lomb.

c) Densidad, se midió con un picnómetro previamente calibrado, para ello, se determinó su peso y el peso de agua contenida en este a 20 ºC. Luego, se ajustó la temperatura de la muestra aproximadamente a 18 ºC y se llenó el picnómetro. Por último, se ajustó la temperatura del picnómetro lleno a 20 ºC, se eliminó cualquier exceso de muestra, y se procedió a realizar el pesaje[60]

IV.4.4.2 Caracterización Química

Se realizó en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

Tabla 1. Parámetros Cromatográficas

Parámetro	**Valor/ Configuración**
Equipo GC	Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 7890
Columna	J&W 122-1545.67659 DB-5ms
Tipo de Columna	Polímero de fenil arileno no polar
Fase estacionaria	DB-5MS
Dimensiones	60 m × 250 µm × 0.25 µm
Temperatura inicial	47 °C
Rampa de temperatura	3° C/min ✇130°C (hold 5 min) 3° C/min ✇200°C 20° C/min ✇300°C (hold 3 min)
Tiempo de mantenimiento	3 min
Temperatura final	300°C
Gas portador	Helio (He)
Flujo	1mL/min
Modo de inyección	Split (20:1)
Volumen de inyección	3 µL
Temperatura de inyección	250°C
Temperatura de línea de transferencia del GC al MS	280°C
Tiempo de corrida	64 minutos
Derivatización	No

Tabla 2. Parámetros de Espectrometría de Masas

Parámetro	**Valor/Configuración**
Equipo MS	Espectrómetro de masas Agilent Technologies 5975C
Tipo	Cuadrupolo simple
Modo de escaneo	SIM (EI)
Rango de masas	1,6u – 1,050u
Energía de electrones	70 eV
Voltaje de multiplicador de electrones	1200 – 1800 V
Tiempo de permanencia	5 – 100 ms por ion
Resolución	1u a m/z 300
Retardo de solvente	1 – 7 minutos
Fuente de ionización	Ionización por impacto de electrones
Base de datos	NIST 08.L

IV.4.5 Evaluación de actividad antimicrobiana

Se determinó la actividad del aceite esencial de canela, del aceite esencial de muña y la combinación de ambos, mediante el método Kirby- Bauer utilizando pocillos por medio de difusión en agar.[61,62]

Servicio brindado por el Centro de Control Analítico (CCA) de la Facultad de Farmacia y Bioquimica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Las muestras interactuaron experimentalmente con las siguientes cepas bacterianas y de hongos:

Escherichia coli (ATCC N°.8739)
Pseudomonas aeruginosa (ATCC N°. 6538)
Staphylococcus aureus (ATCC N°.15442)
Candida albicans (ATCC N°. 10231),
Aspergillus brasillensis (ATCC N°. 16404).

PROCEDIMIENTO:

1. Cultivo inicial de microorganismos[63,64].

   Bacterias cultivadas en medio Agar Triptona y Soja a 37°C.
   Hongos y levaduras cultivados en medio Agar Sabouraud Dextrosa a 35 ± 2 °C
   Ambos durante 24 horas.

2. Preparación del inóculo[63,64]

   Las colonias fueron suspendidas en solución salina estéril al 0,85 %.
   La densidad celular fue ajustada visualmente a una turbidez correspondiente a 0,5 en la escala de McFarland.
   Esto representa una concentración estimada de 1,5 x 10^8 UFC/mL.

3. Preparación del medio y aplicación de muestras[63,64]

   Se utilizó Agar Mueller Hinton como medio de prueba y con ayuda de un sacabocado estéril, se practicaron orificios de 6mm de diámetro en el agar.

   En cada orificio (pocillo) se depositaron 50 µL de las muestras a evaluar, sin dilución (concentración 100%)

4. Incubación posterior al tratamiento[63,64]

   Bacterias incubadas a 35 ± 2 °C durante 16 a 18 horas.
   Hongos y levaduras: incubadas a 35 ± 2 °C entre 20 y 24 horas.

5. Evaluación de la actividad antimicrobiana[63,64]
   Se midieron los diámetros de los halos de inhibición en milímetros (mm).
   Interpretación de resultados:

   - Halos ≥ 8 mm: considerados indicativos de actividad antimicrobiana.
   - Halos < 8 mm: interpretados como ausencia de efecto antimicrobiano.
   - Ausencia total de crecimiento: clasificada como “inhibición total”.

     La interpretación se realizó siguiendo criterios establecidos en estudios previos sobre aceites esenciales[63,64].

IV.4.6 Formulación

IV.4.6.1 Elaboración de la mezcla de conservantes naturales

Con el objetivo de desarrollar un conservante de amplio espectro que requiere menores concentraciones individuales, se elaboró un sistema conservante, combinando aceites esenciales previamente evaluados..

Las proporciones empleadas para cada componente (Tabla N°3) fueron definidas tomando como referencia a Rao et al.[65](2014) y Lundov et al.[66](2011), resaltan que debe usarse la menor concentración posible y utilizar combinaciones para disminuir los posibles efectos adversos. La base de la formulación está compuesta por el aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum*, mezclado con el aceite esencial de *Minthostachys mollis* en proporciones equivalentes.

Los aceites esenciales fueron medidos y combinados en un beaker de vidrio de 20 mL. Luego la mezcla fue mezclada manualmente durante 3 minutos, posteriormente se trasvasó a un frasco de vidrio ámbar.

Tabla 3. Compuestos empleados en la formulación del sistema conservante

Componentes	Proporción (%p/p)
Aceite esencial *Cinnamomum zeylanicum*	50,00%
Aceite esencial *Minthostachys mollis*	50,00%
Total	100,00%

IV.4.6.2 Desarrollo de emulsiones cosméticas

Se llevó a cabo la elaboración de la formulación de la emulsión cosmética tipo O/W tomando como referencia los lineamientos propuestos en la Enciclopedia de Formulación Magistral[67]. La eficacia de los aceites esenciales está relacionada con la cantidad libre de este (fuera de las micelas) en la fase acuosa; por lo tanto, su interacción con micelas generadas por los tensoactivos podría alterar su capacidad antimicrobiana. Considerando este aspecto, los excipientes seleccionados para la emulsión fueron aquellos que no presentan antecedentes de interacción (positiva o negativa) en la actividad de los conservantes analizados. Se excluyeron ingredientes como tween 20 y tween 80, debido a reportes sobre su capacidad para formar micelas o complejos que pueden neutralizar los compuestos fenólicos[68]. Asimismo, se evitó el uso de EDTA, ya que podría potencia de forma sinérgica la actividad de los aceites esenciales[69]. Finalmente, se elaboró una emulsión O/W con 20 % de fase oleosa y 80 % de fase acuosa.

Tabla 4. Fórmula cuali-cuantitativa de la emulsión O/W (Para control negativo, positivo y muestras)

Composición	Función	Control Negativo	Control Positivo	Muestra al 0,25%	Muestra al 0,50%	Muestra al 1,00%
Cetearyl alcohol	Estabilizador de Emulsiones	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Beeswax	Estabilizador de Emulsiones	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Propylene glicol	Solvente	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Cetearyl Olivate, Sorbitan olivate	Surfactante - Emulsionante	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Methylparaben	Preservante	-	0,18	-	-	-
Propylparaben	Preservante	-	0,02	-	-	-
Mezcla de aceites esenciales	Conservantes naturales	-	-	0,25	0,50	1,00
Water	Solvente	c.s.p. 100%	c.s.p. 100%	c.s.p. 100%	c.s.p. 100%	c.s.p. 100%



Figura 2. Método de fabricación de la emulsión o/w. Fuente propia de los autores.

(a) Cetearyl alcohol y Beeswax

(b) Cetearyl Olivate, Sorbitan olivate

(*) temperatura que permite la homogeneización completa

IV.4.7 Challenge test

Se evaluó la actividad conservante de las formulaciones con conservantes tradicionales y propuestos, utilizando el challenge test o también llamado prueba de eficacia antimicrobiana, de acuerdo a lo establecido por la norma ISO 11930:2019[47] llevandose a cabo los ensayos en el Centro de Control Analítico (CCA) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Se utilizaron inóculos estandarizados de las siguientes cepas:

Escherichia coli (ATCC N°.8739)
Pseudomonas aeruginosa (ATCC N°. 6538)
Staphylococcus aureus (ATCC N°.15442),
Candida albicans (ATCC N°. 10231),
Aspergillus brasillensis (ATCC N°. 16404).

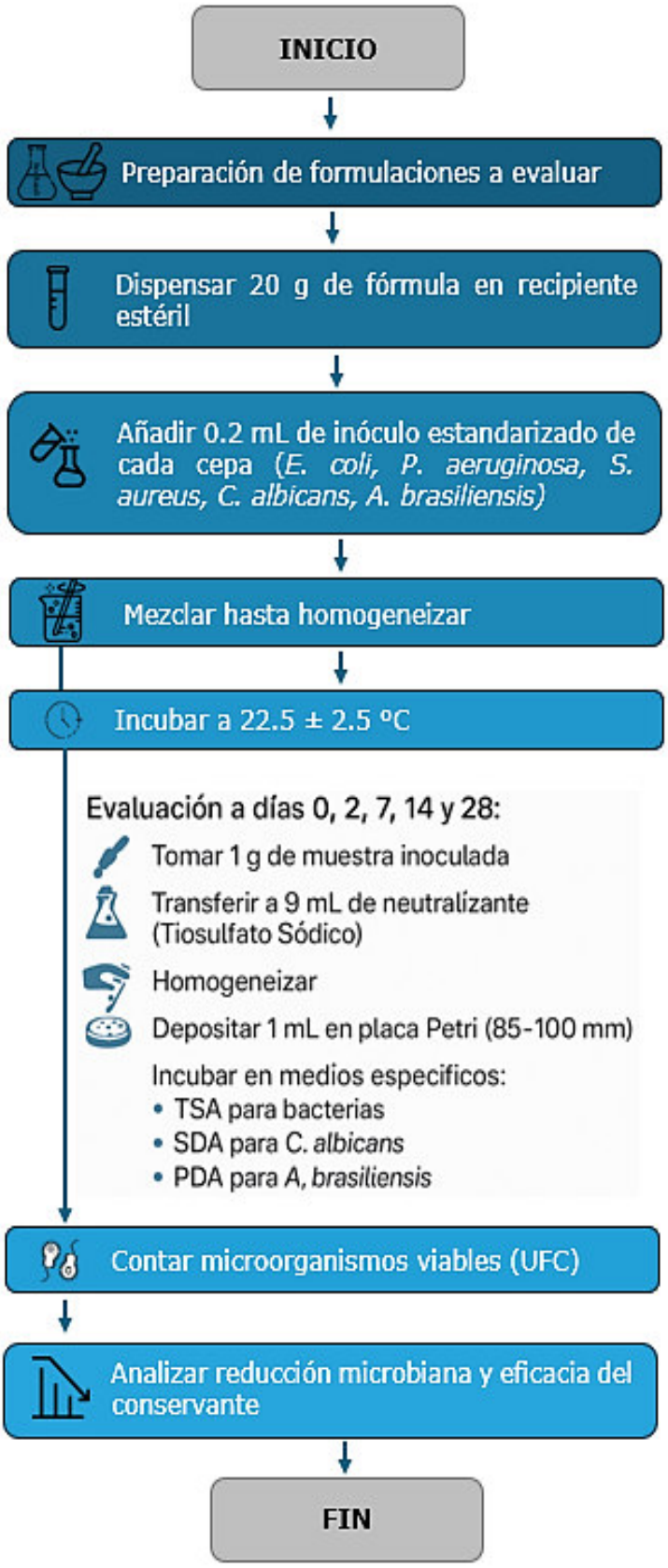


Figura 3. Procedimiento de challenge test. Fuente: Propia de los autores

IV.4.8. Estabilidad

Se realizó el estudio de estabilidad acelerada de acuerdo con la Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos[52] en el Centro de Investigación, Tecnología e Innovación Cosmética (CITIC) de la Universidad San Ignacio de Loyola.

Condiciones de estabilidad acelerada: Temperatura 40ºC ± 5ºC y Humedad relativa de 75% ± 5

Tabla 5. Muestras para estabilidad acelerada

Muestra	Descripción
Muestra 1	Control negativo (Emulsión base sin conservantes naturales ni parabenos)
Muestra 2	Control positivo (Emulsión con parabenos)
Muestra 3	Emulsión con conservantes naturales al 0.25%
Muestra 4	Emulsión con conservantes naturales al 0.50%
Muestra 5	Emulsión con conservantes naturales al 1.00%

La estabilidad acelerada es una evaluación anticipada que permite proyectar la vida útil del producto. Este tipo de análisis también se utiliza en situaciones donde se introducen modificaciones en ingredientes, proceso de fabricación, materiales de acondicionado que entra en contacto con el producto, o para validar nuevos equipos o cuando terceros realizan la fabricación del producto[52,53].

Frecuencia de evaluación:

0 días	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días

De manera general, se evalúan:

Características organolépticas, éstas determinan la aceptación del producto por el cliente final:

• Aspecto, se observó de manera visual las características de la muestra como consistencia, uniformidad y/o presencia de algunas materias, además si ocurrieron modificaciones macroscópicas. Se utilizó una espátula para observar estas características.

• Color, se observó visualmente el color de la muestra con ayuda de fuente de luz artificial-blanca.

• Olor, se percibió directamente con el olfato la intensidad de la fragancia de la muestra y se comparó el olor entre las condiciones que se encontraban las muestras.

Se utilizó los siguientes criterios de aceptación:

Tabla 6. Criterios de aceptación de parámetros organolépticos

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN					
OLOR		**COLOR**		**ASPECTO**	
5	Sin cambio	5	Normal, Sin Alteración	5	Normal, Sin Alteración
4	Muy ligero/ Imperceptible/ Nada/ Ninguno	4	Levemente Modificado	4	Levemente Separado, Levemente Precipitado o turbio
3	Ligero/ Suave	3	Moderado	3	Separado, Precipitado o Turbio
2	Fuerte	2	Modificado	2	—
1	Muy Fuerte / Excesivo	1	Intensamente Modificado	1	—

Características fisicoquímicas, dichos análisis permiten evidenciar inestabilidades entre los ingredientes o alteraciones asociadas a las condiciones de elaboración que no son comúnmente perceptibles, en este caso se aplicarán los siguientes[52,53]:

- Valor de pH, se determinó por método potenciométrico, se usó el equipo de marca Thermo Scientific Orion y modelo 3 Star. Se midió el pH de las muestras directamente a 25°C.
- Viscosidad, se utilizó el viscosímetro marca Brookfiled y modelo DV, se midió directamente la muestra contenida en un vaso de precipitados, se consideró el número de aguja o spindle y las revoluciones (rpm)

Características microbiológicas, como recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales, de mohos y levaduras, de *Escherichia coli*, de *Pseudomonas aeruginosa* y de *Staphylococcus aureus*.

Según el Reglamento Técnico Andino - Resolución N°2120[70], se considera las siguientes especificaciones microbiológicas para productos cosméticos

Tabla 7. Especificaciones microbiológicas de la emulsión o/w

Análisis microbiológicos	Límites de aceptabilidad
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g
Escherichia coli	Ausente en 1g

IV.5 Análisis estadístico

Los resultados fueron expresados en desviación estándar y medios. Se realizó la comparación múltiple de medidas por medio del análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, con el fin de buscar diferencias significativas entre los grupos de los resultados del challenge test y pruebas de estabilidad. Se consideró que el resultado es significativo si el valor asociado de $p<0,05$. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 30.0.

IV.5.1 Prueba Anova

Su propósito es analizar si las diferencias observadas entre varios conjuntos de datos son estadísticamente relevantes.

IV.5.2 Prueba de Tukey

Esta prueba permite precisar qué grupos son diferentes cuando el ANOVA muestra que hay diferencias generales.

V. RESULTADOS

V.1 Identificación Taxonómica

Acorde al certificado emitido por el Biólogo - Botánico Hamilton Beltran (Anexo N°1) detalla que la planta proporcionada de canela se ubica en las siguientes categorías:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Magnoliidae
Orden: Laurales
Familia: Lauraceae
Género: Cinnamomum
Especie: *Cinnamomum zeylanicum* Blume
Syn. C. verum J. Presl.

Acorde al certificado emitido por el Biólogo - Botánico Hamilton Beltran (Anexo 2) detalla que la planta proporcionada de muña se ubica en las siguientes categorías:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Lamiales
Familia: Lamiaceae
Género: Minthostachys
Especie*: Minthostachys mollis* Griseb.

V.2 Caracterización De Los Aceites Esenciales

V.2.1 Caracterización física de los aceites esenciales

V.2.1.1 Aceite esencial de canela

Tabla 8. Características físicas de aceite esencial de canela

Parámetro	Resultado
Aspecto	Líquido ligeramente amarillo a amarillo, traslúcido de olor característico.
Índice de refracción	1,604
Densidad	1,011g/mL

V.2.1.2 Aceite esencial de muña

Tabla 9. Características físicas de aceite esencial de muña

Parámetro	Resultado
Aspecto	Líquido ligeramente marrón rojizo, translúcido de olor característica
Índice de refracción	1,472
Densidad	0,944g/mL

V.2.2 Caracterización química de los aceites esenciales

V.2.2.1 Aceite esencial de canela

Se identificaron un total de 19 compuestos. Se observa en la tabla 10. que el cinamaldehído es el componente identificado en mayor cantidad, con una presencia de 69.23%, los componentes que le siguen son: β-caryophyllene, eugenol y cinnamyl acetate con presencia de 7,08%, 5,63% y 4,95% respectivamente.

Tabla 10. Compuestos del aceite esencial de canela

Número	Nombre del compuesto	Tr (min)	% en la muestra
1	α-thujene	14.53	0.09
2	α-pinene	14.94	1.19
3	Camphene	15.78	0.14
4	β-pinene	17.11	0.11
5	α-phellandrene	18.44	0.63
6	α-terpinene	18.96	0.22
7	o-cymene	19.35	4.23
8	D-limonene	19.58	0.25
9	β-phellandrene	19.70	0.75
10	Eucalyptol	19.79	0.94
11	β-linalool	22.99	2.82
12	trans-cinnamaldehyde	29.12	0.28
13	cis-cinnamaldehyde	32.44	69.23
14	Eugenol	37.02	5.63
15	α-copaene	38.59	0.35
16	β-caryophyllene	41.13	7.08
17	Cinnamyl acetate	42.21	4.95
18	α-caryophyllene	43..01	0.42

19	Benzyl benzoate	45.62	0.12

V.2.2.2 Aceite esencial de muña

Se identificaron un total de 29 compuestos. Se observa en la tabla 10. que el mentona y la pulegona son los componentes identificados en mayor proporción, con una presencia de 25,08% y 56,86% respectivamente.

Tabla 11. Compuestos del aceite esencial de muña

Número	Nombre del compuesto	Tr (min)	% en la muestra
1	α-pinene	10.61	0.35
2	β-pinene	12.37	0.36
3	o-cymene	14.25	0.32
4	D-limonene	14.46	0.95
5	β-linalool	17.65	1.29
6	Menthone	20.85	25.08
7	Isomenthone	21.30	1.45
8	Isopulegone	21.81	0.82
9	trans-dihydrocarvone	23.00	0.96
10	Pulegone	25.30	56.86
11	Carvone	25.49	0.32
12	Piperitone oxide	26.03	0.68
13	Piperitone	26.12	0.90
14	Cinnamaldehyde, (E)-	27.26	1.13
15	Desconocido C13H18O3	28.11	0.32
16	Piperitenone	31.04	1.08
17	Desconocido C10H14O2	32.12	0.71
18	α-cubebene	32.97	0.18
19	1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-1-methoxypropane	34.90	0.17

20	Isocaryophyllene	35.11	0.85
21	α-bisabolene	36.68	0.22
22	Aromandendrene	36.86	0.22
23	β-copaene	37.71	0.51
24	Bicyclogermacren	38.29	0.70
25	δ-cadinene	39.06	0.19
26	α-spathulenol	41.37	1.31
27	Desconocido C15H24O	41.62	0.19
28	Carotol	42.32	1.43
29	β-spathulenol	43.24	0.44

V.3 Evaluación de la actividad antimicrobiana

Se determinó la actividad antimicrobiana de cada aceite esencial y del sistema conservante desarrollado. Según el análisis estadístico (Anexo 8) el valor de significancia es de 0.456 lo que indica que no hay diferencia significativa entre la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales por separado y en combinación. En conclusión, las medias de los grupos no son lo suficientemente diferentes para rechazar la hipótesis nula, donde asumimos que no hay diferencias entre ellos.

Tabla 12. Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de canela

Microorganismos	Halo de inhibición 1 (mm)	Halo de inhibición 2 (mm)	Halo de inhibición 3 (mm)	Media (mm)	Desviación estándar
Staphylococcus aureus	37.940	37.380	39.560	38.293	1.132
Escherichia coli	22.750	20.360	22.020	21.710	1.225
Pseudomonas aeruginosa	13.870	13.600	16.810	14.760	1.780
Candida albicans	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa
Aspergillus brasillensis	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa

Control negativo: agua purificada.

Las mediciones incluyen 6mm correspondientes al tamaño de los pocillos

El inóculo se preparó a una concentración de: $1x\ 10^8$ UFC/ml

Tabla 13. Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de muña

Microorganismos	Halo de inhibición 1 (mm)	Halo de inhibición 2 (mm)	Halo de inhibición 3 (mm)	Media (mm)	Desviación estándar
Staphylococcus aureus	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa
Escherichia coli	10.090	08.330	08.510	9.977	0.968
Pseudomonas aeruginosa	6.000	6.000	6.000	6.000	0.000
Candida albicans	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa
Aspergillus brasillensis	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa

Las mediciones incluyen 6mm correspondientes al tamaño de los pocillos

El inóculo se preparó a una concentración de: 1x 10^8 UFC/ml

Tabla 14. Eficacia antimicrobiana de la mezcla de aceite esencial

Microorganismos	Halo de inhibición 1 (mm)	Halo de inhibición 2 (mm)	Halo de inhibición 3 (mm)	Media (mm)	Desviación estándar
Staphylococcus aureus	31.560	30.140	33.900	31.867	1.899
Escherichia coli	18.020	17.310	17.820	17.717	0.366
Pseudomonas aeruginosa	10.240	9.520	11.220	10.327	0.853
Candida albicans	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa
Aspergillus brasillensis	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa	Inhibición Completa

Las mediciones incluyen 6mm correspondientes al tamaño de los pocillos

El inóculo se preparó a una concentración de: 1x 10^8 UFC/ml

V.4 Challenge test

Se evaluó la eficacia del sistema conservante del control negativo (sin conservantes)

Tabla 15. Recuento microbiano control negativo

Microorganismo	DIA 0	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Staphylococcus aureus	$1.7X10^6$	Incontable $>1,7 \times 10^6$	Incontable $>1,7 \times 10^6$	Incontable $>1,7 \times 10^6$	Incontable $>1,7 \times 10^6$
Escherichia coli	$1.1X10^6$	Incontable $>1,1 \times 10^6$	Incontable $>1,1 \times 10^6$	Incontable $>1,1 \times 10^6$	Incontable $>1,1 \times 10^6$
Pseudomonas aeruginosa	$1.0X10^6$	Incontable $>1,0 \times 10^6$	Incontable $>1,0 \times 10^6$	Incontable $>1,0 \times 10^6$	Incontable $>1,0 \times 10^6$
Candida albicans	$1.2X10^5$	Incontable $>1,2 \times 10^6$	Incontable $>1,2 \times 10^6$	Incontable $>1,2 \times 10^6$	Incontable $>1,2 \times 10^6$
Aspergillus brasillensis	$1.5X10^5$	11	12	14	20

Tabla 16. Reducción logarítmica microbiana control negativo

Microorganismo	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Staphylococcus aureus	0 log	0 log	0 log	0 log
Escherichia coli	0 log	0 log	0 log	0 log
Pseudomonas aeruginosa	0 log	0 log	0 log	0 log
Candida albicans	0 log	0 log	0 log	0 log
Aspergillus brasillensis	4 log	NI	NI	NI

NI: No se produce incremento microbiano

De acuerdo con la normativa ISO 11930:2012, y tras analizar los datos presentados en las Tablas 15 y 16, se puede afirmar que el sistema conservante de la crema O/W control negativo no demuestra eficacia frente a la proliferación microbiana hasta los 28 días, lo que sugiere un riesgo microbiológico inaceptable.

Se evaluó la eficacia del sistema conservante del control positivo (parabenos)

Tabla 17. Recuento microbiano control positivo

Microorganismo	**DIA 0**	**DIA 2**	**DIA 7**	**DIA 14**	**DIA 28**
Escherichia coli	$1.1X10^6$	<10	<10	<10	<10
Pseudomonas aeruginosa	$1.0X10^6$	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus aureus	$1.7X10^6$	<10	<10	<10	<10
Candida albicans	$1.2X10^5$	<10	<10	<10	<10
Aspergillus brasillensis	$1.5X10^5$	<10	<10	<10	<10

Tabla 18. Reducción logarítmica microbiana control positivo

Microorganismo	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	5 log	NI	NI	NI
Pseudomonas aeruginosa	5 log	NI	NI	NI
Staphylococcus aureus	5 log	NI	NI	NI
Candida albicans	4 log	NI	NI	NI
Aspergillus brasillensis	4 log	NI	NI	NI

NI: No se produce incremento microbiano

De acuerdo con la normativa ISO 11930:2012, y tras analizar los datos presentados en las Tablas 17 y 18, se puede afirmar que el sistema conservante de la crema O/W control positivo demuestra eficacia frente a la proliferación microbiana hasta los 28 días, lo que sugiere un riesgo microbiológico aceptable.

V.4.1 Eficacia antimicrobiana del sistema natural propuesto

Se evaluó la eficacia del sistema conservante natural propuesto a tres concentraciones de uso (0,25, 0,5 y 1 %).

Tabla 19. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 0.25%

Microorganismo	DIA 0	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	$1.1X10^6$	19	<10	<10	<10
Pseudomonas aeruginosa	$1.0X10^6$	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus aureus	$1.7X10^6$	<10	<10	<10	<10
Candida albicans	$1.2X10^5$	12	<10	<10	<10
Aspergillus brasillensis	$1.5X10^5$	<10	<10	<10	<10

Tabla 20. Reducción logarítmica microbiana de crema o/w conservante natural 0.25%

Microorganismo	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	5 log	NI	NI	NI
Pseudomonas aeruginosa	5 log	NI	NI	NI
Staphylococcus aureus	5 log	NI	NI	NI
Candida albicans	4 log	NI	NI	NI
Aspergillus brasillensis	4 log	NI	NI	NI

NI: No se produce incremento microbiano

De acuerdo con la normativa ISO 11930:2012, y tras analizar los datos presentados en las Tablas 19 y 20, se puede afirmar que el sistema conservante de la crema O/W conservante natural 0.25% demuestra eficacia frente a la proliferación microbiana hasta los 28 días, lo que sugiere un riesgo microbiológico aceptable.

Tabla 21. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 0.50%

Microorganismo	DIA 0	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	$1.1X10^6$	15	<10	<10	<10
Pseudomonas aeruginosa	$1.0X10^6$	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus aureus	$1.7X10^6$	<10	<10	<10	<10
Candida albicans	$1.2X10^5$	<10	<10	<10	<10
Aspergillus brasillensis	$1.5X10^5$	<10	<10	<10	<10

Tabla 22. Reducción logarítmica de crema o/w conservante natural 0.50%

Microorganismo	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	5 log	NI	NI	NI
Pseudomonas aeruginosa	5 log	NI	NI	NI
Staphylococcus aureus	5 log	NI	NI	NI
Candida albicans	4 log	NI	NI	NI
Aspergillus brasillensis	4 log	NI	NI	NI

NI: No se produce incremento microbiano

De acuerdo con la normativa ISO 11930:2012, y tras analizar los datos presentados en las Tablas 21 y 22, se puede afirmar que el sistema conservante de la crema O/W conservante natural 0.50% demuestra eficacia frente a la proliferación microbiana hasta los 28 días, lo que sugiere un riesgo microbiológico aceptable.

Tabla 23. Recuento microbiano de crema o/w conservante natural 1.00%

Microorganismo	DIA 0	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	$1.1X10^6$	<10	<10	<10	<10
Pseudomonas aeruginosa	$1.0X10^6$	<10	<10	<10	<10
Staphylococcus aureus	$1.7X10^6$	<10	<10	<10	<10
Candida albicans	$1.2X10^5$	<10	<10	<10	<10
Aspergillus brasillensis	$1.5X10^5$	<10	<10	<10	<10

Tabla 24. Reducción logarítmica microbiana de crema o/w conservante natural 1.00%

Microorganismo	DIA 2	DIA 7	DIA 14	DIA 28
Escherichia coli	5 log	NI	NI	NI
Pseudomonas aeruginosa	5 log	NI	NI	NI
Staphylococcus aureus	5 log	NI	NI	NI
Candida albicans	4 log	NI	NI	NI
Aspergillus brasillensis	4 log	NI	NI	NI

NI: No se produce incremento microbiano

De acuerdo con la normativa ISO 11930:2012, y tras analizar los datos presentados en las Tablas 23 y 24, se puede afirmar que el sistema conservante de la crema O/W conservante natural 1.00% demuestra eficacia frente a la proliferación microbiana hasta los 28 días, lo que sugiere un riesgo microbiológico aceptable.

V.5 Estabilidad

Se evaluó las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de cada formulación

Tabla 25. Control Negativo (Emulsión o/w sin conservantes naturales ni parabenos)

Parámetro	Rango	Inicio	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días
Aspecto	Crema homogénea, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	No Conforme (4*)	No Conforme (4*)	No Conforme (4*)	No Conforme (4*)
Color	Blanco a ligeramente amarillo, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)
Olor	Característico, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	No Conforme (4*)	No Conforme (4*)	No Conforme (4*)	No Conforme (3*)
Ph	4.00 - 6.00	5,12	5,05	4,85	4,62	4,39	4,34	4,29	4,26
Viscosidad (Brookfield SP5/10 RPM)	10 000- 30 000 CPS	28 120 cps	29 200 cps	27 500 cps	22 150 cps	17 120 cps	16, 200 cps	15 800 cps	14 000 cps
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g	<10	-	-	-	<10	-	-	<10
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g	Ausente en 1g	-	-	-	Ausente en 1g	-	-	Ausente en 1g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g	Ausente en 1g	-	-	-	Ausente en 1g	-	-	Ausente en 1g
Escherichia coli	Ausente en 1g	Ausente en 1g	-	-	-	Ausente en 1g	-	-	Ausente en 1g

Los datos de la Tabla 25 refleja las características organolépticas no conformes a partir del 3er mes, fisicoquímicas donde la viscosidad desciende a partir de los 2 meses y microbiológicos conformes.

Tabla 26. CONTROL POSITIVO (Emulsión o/w con parabenos)

Parámetro	Rango	Inicio	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días
Aspecto	Crema homogénea, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)
Color	Blanco a ligeramente amarillo, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (4*)
Olor	Característico, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (3*)
pH	4.00 - 6.00	5,45	5,41	5,35	4,92	4,50	4,52	4,55	4,49
Viscosidad (Brookfield SP5/10 RPM)	10 000- 30 000 cps	18 900 cps	18 950 cps	19 100 cps	19 250 cps	20 400 cps	19 520 cps	18 700 cps	17 500 cps
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g	<10	-	-	-	<10	-	-	<10
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Escherichia coli	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g

Los datos de la Tabla 26 refleja las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicos conformes.

V.5.1 Emulsión O/W con conservantes naturales

Se evaluó las características fisicoquímicas y microbiológicas en estabilidad para el sistema conservante natural propuesto

Tabla 27. Emulsión o/w con conservante natural al 0,25%

Parámetro	Rango	Inicio	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días
Aspecto	Crema homogénea, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)
Color	Blanco a ligeramente amarillo, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)
Olor	Característico, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (4*)
pH	4.00 - 6.00	4,92	4,52	4,45	4,38	4,22	4,31	4,29	4,25
Viscosidad (Brookfield SP5/10 RPM)	10 000- 30 000 cps	15 940 cps	15 450 cps	19 320 cps	18 250 cps	19 600 cps	19 250 cps	18 560 cps	17 880 cps
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g	<10	-	-	-	<10	-	-	<10
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Escherichia coli	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g

Los datos de la Tabla 27 refleja las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicos conformes.

Tabla 28. Emulsión o/w con conservante natural al 0,50%

Parámetro	Rango	Inicio	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días

Aspecto	Crema homogénea, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)
Color	Blanco a ligeramente amarillo, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (4*)
Olor	Característico, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (3*)
pH	4.00 - 6.00	5,02	5,01	4,72	4,55	4,05	4,32	4,29	4,21
Viscosidad (Brookfield SP5/10 RPM)	10 000- 30 000 cps	17 200 cps	19 500 cps	18 800 cps	17 800 cps	16 900 cps	16 800 cps	15 750 cps	15 150 cps
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g	<10	-	-	-	<10	-	-	<10
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Escherichia coli	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g

Los datos de la Tabla 28 refleja las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicos conformes.

Tabla 29. Emulsión o/w con conservante natural al 1,00%

Parámetro	Rango	Inicio	15 días	30 días	60 días	90 días	120 días	150 días	180 días
Aspecto	Crema homogénea, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)
Color	Blanco a ligeramente amarillo, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (4*)
Olor	Característico, conforme a patrón	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (5*)	Conforme (4*)	Conforme (3*)
pH	4.00 - 6.00	5,05	4,89	4,55	4,25	4,05	4,09	4,11	4,06
Viscosidad (Brookfield SP5/10 RPM)	10 000- 30 000 cps	18 500 cps	17 200 cps	16 900 cps	16 200 cps	15 800 cps	16 200 cps	16 100 cps	15 800 cps
Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales	Límite máximo $5x10^3$ UFC/g	<10	-	-	-	<10	-	-	<10
Pseudomonas aeruginosa	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Staphylococcus aureus	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g
Escherichia coli	Ausente en 1g	Ausente en 1 g	-	-	-	Ausente en 1 g	-	-	Ausente en 1 g

Los datos de la Tabla 29 reflejan las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas conformes.

VI. DISCUSIÓN

Los análisis fisicoquímicos y cromatográficos realizados permitieron identificar los componentes mayoritarios de los aceites esenciales estudiados. En el caso de la muña (*Minthostachys mollis*), destacaron la pulegona (56.86%) y el mentona (25.08%), mientras que en la canela (*Cinnamomum zeylanicum*) predominaron el cinamaldehído (69.23%) y el eugenol (5.63%). Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura para especies botánicas similares, aunque con variaciones porcentuales atribuibles a factores geográficos y ambientales, como ha sido documentado en estudios previos. De acuerdo con Alkire *et al.*[71](1994), en su investigación en Ecuador, obtuvieron 19 componentes dentro de los principales se encuentran mentona (24,0%). Rojas y Usubillaga[72](1995), investigaron el aceite esencial de muña en Venezuela a altitudes de 3600 y 1600 m.s.n.m. en el que la pulegona fue el componente predominante con concentraciones de 79,32% y 75,2%, respectivamente. La mentona también estuvo presente con menor proporción, con valores de 3,98% y 10,38% respectivamente. Por otro lado, Fuertes y Munguia[73](2001), estudiaron la composición química del aceite esencial colectada en diferentes regiones de Perú, específicamente en Tarma, Huaraz y Huancavelica (Pampas). En Tarma, los principales componentes fueron 2S-trans-mentone (23,0%) y pulegona (13,21%); En Huaraz, los componentes fueron 2S-transmentone (41,48%) y pulegona (16,02%); mientras que en Huancavelica (Pampas), se encontraron 2S-trans-mentona (34,51%) y pulegona (28,62%); por último, Cano[74](2007), realizó su investigación de aceite esencial de muña recolectada en Huacrapuquio – Junín donde sus principales componente fueron pulegona (36,68%) y mentona (24,24%). Por otro lado, Ross MS[75](1976), los componentes químicos más importantes del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum s*on cinamaldehído y eugenol. Du W-X *et al.*[76](2009), indican la presencia de cinamaldehído en 70.42% y eugenol en 2.45% y Chang *et al*.[77](2001) obtuvieron 76% de cinamaldehído y 1.05% de eugenol.

La evaluación individual de ambos aceites reveló una notable actividad inhibitoria contra microorganismos relevantes en productos cosméticos. El aceite de canela demostró eficacia contra cepas como *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, lo que coincide con investigaciones anteriores que atribuyen esta acción

principalmente al cinamaldehído y eugenol. Estos compuestos fenólicos actúan alterando la permeabilidad de las membranas celulares microbianas[78]. Firmino *et al.* (2018) exploraron el potencial antimicrobiano de dos especies de *Cinnamomum* (*C. zeylanicum* y *C. cassia*), así como del compuesto activo cinamaldehído, utilizando el método de microdilución en caldo. También evaluaron su capacidad para inhibir biofilms, midiendo tanto la biomasa como la viabilidad celular. Sus hallazgos fueron notables: observaron una reducción de hasta el 99.9 % en la biomasa de biofilms formados por *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*. Esta potente acción antibiofilm se relacionó directamente con el cinamaldehído, ya que a una concentración de 2 mg/mL logró disminuir en 5.74 Log UFC/mL el número de células viables. Los autores destacan que este efecto podría deberse a las propiedades específicas de este compuesto, lo que sugiere un interesante potencial para su aplicación en formulaciones con actividad antimicrobiana[79]. Mientras que el aceite de muña exhibió un espectro de acción destacable tanto para bacterias Gram positivas como Gram negativas, así como actividad antifúngica. Los componentes mayoritarios (pulegona y mentona) interfieren con los procesos metabólicos de los microorganismos, inhibiendo su crecimiento[80].

El aspecto innovador de esta investigación radica en evaluar la combinación de ambos aceites (1:1) dentro de una emulsión O/W. Los resultados obtenidos (Tabla 14) sugieren que la mezcla presenta una eficacia reducida en comparación con la actividad del aceite esencial de canela por separado, particularmente frente a *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Este fenómeno podría deberse a interacciones químicas entre los componentes activos de ambos aceites, así como la posible neutralización del cinamaldehído, principal compuesto antimicrobiano del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum*, por metabolitos secundarios presentes en la muña[81]. Asimismo, investigaciones anteriores sugieren que ciertas combinaciones de aceites esenciales pueden producir efectos no sinérgicos provocadas por interferencias moleculares entre monoterpenos y aldehídos, como sugiere el estudio de Bassole y Juliani (2012), se evidenció que la mezcla de compuestos con mecanismos de acción diferentes

puede reducir la efectividad individual debido a competencia en los sitios de acción o efectos neutralizantes en la membrana celular del microorganismo.[82]

No obstante, pese a la interacción de los aceites esenciales en la prueba de Kirby-Bauer, se determinó, según los lineamientos de la norma ISO 11930:2019[47], que las concentraciones entre 0.25% y 1.00% de la mezcla son efectivas para garantizar la estabilidad microbiológica de la emulsión. Cabe destacar que los controles negativos (sin conservantes) mostraron contaminación microbiana, confirmando que la protección proviene específicamente de los aceites esenciales. Las pruebas de estabilidad acelerada indicaron que la formulación mantiene sus características organolépticas y fisicoquímicas dentro de parámetros aceptables. En el estudio de Herman *et al.* (2013) se comparó la actividad antimicrobiana de extractos vegetales (*Matricaria chamomilla*, *Aloe vera* y *Calendula officinalis*) y aceites esenciales (*Lavandula officinalis*, *Melaleuca alternifolia* y *Cinnamomum zeylanicum*) frente al conservante sintético metilparabeno, tanto en ensayos in vitro como en formulaciones cosméticas. Los resultados evidenciaron que la prueba de reto antimicrobiano del aceite esencial de canela fue la más eficaz, logrando eliminar completamente *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans* después de 28 días de incubación. Por otro lado, el aceite esencial de árbol de té mostró eficacia antimicrobiana, aunque con una acción limitada frente a *Pseudomonas aeruginosa*. Es importante destacar que la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales y extractos en las emulsiones cosméticas fue considerablemente menor que la observada en condiciones in vitro, lo que sugiere una posible interacción con los componentes de la formulación que podría limitar su eficacia real[83].

Ganic T *et al.* (2022) compararon las propiedades antibacterianas y antibiofilm del aceite esencial de canela y su uso en una emulsión. Los resultados que obtuvieron indican que tanto el aceite esencial como la emulsión mostraron efectos antibacterianos. El aceite esencial obtuvo un rango de 0,125 a 0,5 mg/ml en concentraciones inhibitorias mínimas y para la prueba de antibiofilm las inhibiciones de la formación y reducción del biofilm preformado fueron del 47 al 81 % para aceite esencial y del 30 al 62 % para la emulsión. Asimismo, la eficacia de la emulsión fue

mayor en comparación con el aceite esencial. Por otro lado, la citotoxicidad fue mayor en la emulsión al utilizar el 20% del aceite esencial[84].

Cecchini ME et al (2021) realizaron una nanoemulsión de aceite esencial de *Minthostachys verticillata* (Griseb.) Epling (Lamiaceae) evaluando su actividad antibacteriana *in vitro* contra cepas de *Staphylococcus aureus*. La incubación de *Staphylococcus aureus* con la nanoemulsión mostró una inhibición de crecimiento bacteriano de 58,87% ± 0,99, mientras que del aceite esencial mostró 46,72% ± 3,32 ($p < 0,05$). Asimismo, se probó la toxicidad de la nanoemulsión en glóbulos rojos porcinos y equinos donde se observa que el porcentaje de hemólisis de todas las muestras fue inferior al 5%, lo que sugiere la ausencia de actividad hemolítica[85].

Moliva MV *et al.* (2023) realizó una evaluación de las propiedades antibacterianas y antibiofilm del aceite esencial de *Minthostachys verticillata* y su emulsión para probar la eficacia sobre la mastitis bovina causada por *Staphylococcus aureus.* Del aceite esencial obtuvieron el 36.4% de inhibición de crecimiento y 96.06% de reducción en la producción de biopelículas. Respecto a la emulsión, probaron la actividad antimicrobiana *in vivo* como aplicación tópica en vacas lecheras después del ordeño aplicando 4 y 6 mg/ml, ello redujo la carga bacteriana y mostró efecto antibacteriano[86].

Boukhira S. et al (2024) evaluaron la actividad conservante de una crema tópica a la que se le agregó aceite esencial de *Thymus broussonetii* Boiss, la cual comparte familia con la muña (Lamiaceae), donde se realizó la prueba de eficacia basada en la Farmacopea Europea, observándose que las formulaciones con 1 y 2% del aceite esencial produjeron una reducción considerable de la carga microbiana desde el primer día y mantuvo esa inhibición hasta el día 28. Asimismo, el estudio resalta una sinergia entre los componentes del aceite esencial para lograr la eficacia conservante, lo que permite inferir que la presencia de componentes ajenos a los propios de la muña podría interaccionar con los de la canela generando una pérdida de potencia antimicrobiana, siendo necesario más estudios para determinar los compuestos dentro de aceites esenciales que interactúan en favor de su uso comercial a escala industrial.[87]

VII. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó el aceite esencial de canela, obteniéndose 1,604 de índice de refracción, 1,011g/mL de densidad, 19 compuestos siendo los principales: cis-cinnamaldehyde (69.23%), β-caryophyllene (7,08%), eugenol (5,63%), cinnamyl acetate (4,95%) y o-cymene (4,23%),
2. Se caracterizó el aceite esencial de muña, obteniéndose 1,472 de índice de refracción, 0,944g/mL de densidad, 29 compuestos siendo los principales: mentona (25,08%) y pulegona (58,86%).
3. Se determinó que el sistema conservante en los 3 rangos de concentraciones estudiadas (0,25%, 0,5% y 1,0%) es eficaz contra la proliferación microbiana en una emulsión O/W.
4. Se evaluó el efecto del sistema conservante (Aceite de muña: Aceite de canela 1:1) sobre la estabilidad de la emulsión, demostrando que los cambios observados fueron no significativos. Además, se llevó a cabo un recuento microbiológico, el cual arrojó resultados dentro de los límites aceptables establecidos.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el rango y diferentes concentraciones del sistema conservante para determinar el umbral mínimo de eficacia, de esta manera, se puede reducir el riesgo de posible sensibilización en los consumidores.
2. Realizar estudios bioquímicos para confirmar los mecanismos de acción antimicrobiana específicos para los aceites esenciales de canela y muña.
3. Realizar estudios antioxidantes de la mezcla de aceites esenciales dado su potencial en una emulsión cosmética.
4. Extender la aplicación del sistema conservante a otras formas cosméticas para evaluar su versatilidad y potencial comercial.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Webster ES. Por qué los parabenos podrían ser perjudiciales para la salud [Internet]. Teen Vogue. 2017 [citado el 19 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.teenvogue.com/story/parabens-in-beauty-products-explainer?utm_source=chatgpt.com

2. Herman A, Herman AP, Domagalska BW, Młynarczyk A. Aceites esenciales y extractos de hierbas como agentes antimicrobianos en emulsiones cosméticas. Indian J Microbiol. 2013;53(2):232-7. doi: 10.1007/s12088-012-0329-0.

3. Maccioni AM, Anchisi C, Sanna A, Sardu C, Dessì S. Sistemas conservantes que contienen aceites esenciales en productos cosméticos. Int J Cosmet Sci. 2002;24(1):53-9. doi: 10.1046/j.0412-5463.2001.00113.x.

4. Cuenca N. Cosmética natural: primer macroanálisis europeo neutral y objetivo [Internet]. STANPA | Asociación Nacional de Perfumería y Cosmética. 2019 [citado el 4 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.stanpa.com/notas-de-prensa/cosmetica-natural-primer-macroanalisis-europeo-neutral-y-objetivo/

5. Centro de Investigación de economía y negocios globales. Reporte de tendencias: Cosméticos. [Internet]. ADEX. 2024 [[citado el 4 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2024/03/Reporte_RT_Marzo_2024_.pdf

6. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Cosméticos microbiológicamente seguros: Guía para producir materias primas y productos cosméticos seguros desde el punto de vista microbiológico y de la conservación. [Internet]. 2021. Disponible en: https://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/cosmeticos-cuidado-personal/2021/guia-conservacion.pdf?x46478

7. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Cosméticos microbiológicamente seguros: Guía sobre aceites esenciales en productos cosméticos. [Internet]. 2016. Disponible en:

https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/docs/Guia_Aceites_Esenciales.pdf

8. El-Baroty GS, El-Baky H, Farag RS, Saleh MA. Caracterización de compuestos antioxidantes y antimicrobianos de aceites esenciales de canela y jengibre. Afr. J. Biochem. Res. 2010; 4(6): 167- 174.

9. Nanasombat S, Wimuttigosol P. Actividad antimicrobiana y antioxidante de los aceites esenciales de especias. 2011;20(1): 45-53. doi:10.1007/s10068-011-0007-8

10. Gupta C, Garg AP, Uniyal RC, Kumari A. Actividad antimicrobiana de algunos aceites herbales contra patógenos comunes transmitidos por alimentos. Afr. J. Microbiol. Res. 2008; 2: 258-261.

11. Sánchez-Barrueto C, Luján-Corro M. Efecto antimicrobiano del aceite esencial y del extracto acuoso de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre *Candida albicans* y *Streptococcus mutans.* SCIÉNDO. 2013; 16(1):68-78.

12. Cano C, Bonilla P, Roque M, Ruiz J. Actividad antimicótica *in vitro* y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys Mollis* (muña). Rev. Perú. med. exp. salud pública [Internet]. 2008 [citado 2022 Mayo 16] ; 25(3): 298-301. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000300008&lng=es.

13. Carhuapoma M, López S, Roque M, Velapatiño B, Bell C, Whu D. Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Griseb “ruyaq muña”. Ciencia e Investigación. 2009; 12(2): 83-89.

14. Torrenegra M, Granados C, Duran M, León G, Yáñez X, Martínez C. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*. Orinoquía. 2016; 20(1): 69-74.

15. Culquipoma J, Gil M. Efecto antibacteriano de una crema a base de aceite esencial de *Minthostachys mollis* (muña) sobre *Staphylococcus aureus*

ATCC N°25923. [TESIS DE PREGRADO]. Junín: Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt; 2021. Recuperado a partir de: http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/ROOSEVELT/518

16. Conservantes. Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y PYMES. [Internet] European Commission [citado el 4 de agosto de 2024]. Disponible en: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetics/cosmetic-products-specific-topics/preservatives_en

17. Shaikh SM, Doijad RC, Shete AS, Sankpal PS. Una revisión sobre: Conservantes utilizados en productos farmacéuticos y sus impactos en la salud. PharmaTutor. 2016; 4(5): 25-34

18. Halla N, Fernandes IP, Heleno SA, Costa P, Boucherit-Otmani Z, Boucherit K, Rodrigues AE, Ferreira ICFR, Barreiro MF. Preservación de cosméticos: Una revisión de las estrategias actuales. Moléculas. 2018; 23(7):1571. doi: 10.3390/molecules23071571.

19. Pandey AK, Kumar P, Singh P, Tripathi NN, Bajpai VK. Aceites esenciales: fuentes de antimicrobianos y conservantes de alimentos. Front. Microbiol. 2017; 7:2161. doi: 10.3389/fmicb.2016.02161.

20. Dreger M, Wielgus K. Aplicación de aceites esenciales como conservantes cosméticos naturales. Herb Pol [Internet]. 2013;59(4):142–156. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2478/hepo-2013-0030

21. Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Goris LGM, Wright AJ. Caracterización de la acción de componentes seleccionados de aceites esenciales sobre bacterias gramnegativas . Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1998; 46, 3590- 3595. https://doi.org/10.1021/jf980154m

22. Cox SD, Mann CM, Markham JL, Gustafson JE, Warmington JR, Wyllie SG. Determinación de la acción antimicrobiana del aceite de árbol de té. Moléculas. 2001; 6: 87 - 91.

23. Cox SD, Gustafson JE, Mann CM, Markham JL, Liew YC, Hartland, Bell HC, Warmington JR, Wyllie SG. El aceite de árbol de té provoca fugas de K+ e inhibe la respiración en *Escherichia coli*. Letters in Applied Microbiology. 1998; 26: 355- 358.

24. Kalemba D, Kunicka A. Propiedades antibacterianas y antifúngicas de los aceites esenciales. Curr Med Chem. 2003;10(10):813-829. doi: 10.2174/0929867033457719. PMID: 12678685.

25. Barkat AK. Fundamentos de emulsiones farmacéuticas: una revisión. Afr J Pharm Pharmacol [Internet]. 2011;5(25). Disponible en: http://dx.doi.org/10.5897/ajpp11.698

26. Nour AH. Tipos de emulsiones, mecanismos de estabilidad y reología: una revisión. IJIRSS. 2018; 1(1): 14-21. Disponible en: https://ssrn.com/abstract=3324905

27. Ormachea EC. Usos tradicionales de la "muña" (*Minthostachys* spp., Labiatae) en aspectos fitosanitarios de Cusco y Puño. Revista Peruana de Entomología. 1980;22(1):67-70.

28. Maquera Lupaca D, Tello Villavicencio M, Romero Matos S, Cotacallapa Vilca D. Componentes químicos de los aceites esenciales de muña *Minthostachys mollis* (Kunth.) Griseb. en Huánuco. Investigación Valdizana. 2009; 3(2): 100-106.

29. Linares- Otoya, V. Consideraciones para el uso y estudio de la "Muña" peruana *Minthostachys mollis* (Benth.) Griseb y *Minthostachys setosa* (Briq.) Epling. *Ethnobotany Research and Applications*. 2020; 19: 1–9.

30. Paucar-Rodriguez Elizabeth, Peltroche-Adrianzen Nimia, Cayo-Rojas César Félix. Actividad antibacteriana y antifúngica del aceite esencial de *Minthostachys mollis* frente a microorganismos de la cavidad oral. Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2021 [citado 4 mayo 2025] ; 40. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002021000200009&lng=es.

31. Benites J, Guerrero-Castilla A, Salas F, Martinez JL, Jara-Aguilar R, Venegas-Casanova EA, Suarez-Rebaza L, Guerrero-Hurtado J, Calderon PB. Composición química, actividades citotóxicas y antioxidantes in vitro del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Griseb. peruano. BLACPMA 2018;17(6):566-574. Disponible en: https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/146

32. Razzaq MA, Younis W, Malik MNH, Alsahli TG, Alamgeer- Jahan S, Ehsan R, Gasparotto- Junior A, Bashir A. La pulegona previene la hipertensión mediante la activación de los receptores muscarínicos y la vía de la ciclooxigenasa en ratas hipertensas inducidas por L-NAME. Terapia cardiovascular. 2023, 8166840. https://doi.org/10.1155/2023/8166840

33. Hilfiger L, Triaux Z, Marcic C, Héberlé E, Emhemmed F, Darbon P, Marchioni E, Petitjean H, Charlet A. Propiedades antihiperalgésicas del mentol y la pulegona. Fronteras en farmacología. 2021; 12:753873. doi: 10.3389/fphar.2021.753873.

34. Granados C, Yáñez X, Santafé G. Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis,* de Norte de Santander. Bistua: Rev. Fac. Cienc. Bás. 2012; 10(1):12-23.

35. Jayaprakasha GK, Rao LJM. Química, biogénesis y actividades biológicas de *Cinnamomum zeylanicum*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2011; 51(6): 547- 562 Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/10408391003699550

36. Rawat I, Verma N, Joshi K. Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) [Internet]. Gov.in. [citado el 9 de septiembre de 2024]. Disponible en: https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/31031/1/Chapter%209.pdf

37. Carretero- Accame ME. Actividad terapéutica de la corteza de canela. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de Buenos Aires; 1989.

38. Alizadeh- Behbahani B, Falah F, Lavi- Arab F, Vasiee M, Tabatabaee- Yazdi F. Composición química y actividades antioxidantes, antimicrobianas y antiproliferativas del aceite esencial de corteza de *Cinnamomum zeylanicum.* Evid Based Complement Alternat Med [Internet]. 2020;2020(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1155/2020/5190603

39. Mara D., Horan N. El manual de microbiología del agua y las aguas residuales. Elsevier. 2003; 1: 2-3.

40. Pastor-Nieto MA, Alcántara-Nicolás F, Melgar-Molero V, et al. Conservantes en productos de higiene y cosméticos, medicamentos tópicos y productos de limpieza doméstica en España. Actas Dermo-Sifiliográficas. 2017; 108(8): 758 – 770. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ad.2017.04.003.

41. Alvarez-Rivera G, Llompart M, Lores M, Garcia–JaresC. Conservantes en Cosméticos: Aspectos Regulatorios y Métodos Analíticos. Análisis de Productos Cosméticos. 2018; 9(2): 175-224. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63508-2.00009-6.

42. Aachal P, Khan N. Una revisión sobre el control microbiano y conservantes de los cosméticos. IJRPAS. 2023; 2(6): 1-15.

43. Michalek MI, Juan SM, Caetano dos Santos FL. Contaminación microbiológica de productos cosméticos: observaciones desde Europa, 2005–2018. Revista de la Academia Europea de Dermatología y Venereología. 2019; 33(11): 2151 – 2157. https://doi.org/10.1111/jdv.15728

44. Bauer AW, Kirby WMM, Sherris JC, Turck M. Prueba de susceptibilidad a antibióticos mediante un método estandarizado de disco único. Revista Americana de Patología Clínica. 1966; 45(4): 493–496, https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493

45. Alam A, Ansari MJ, Alqarni MH, Salkini MA, Raish M. Actividad antioxidante, antibacteriana y anticancerígena de la nano emulsión ultrasónica de aceite esencial de *Cinnamomum Cassia* L. *Plants*. 2023;*12* (4):834. https://doi.org/10.3390/plants12040834

46. Cui ZH, He HL, Wu SB, Dong CL, Lu SY, Shan TJ, Fang LX, Liao XP, Liu YH, Sun J. Detección rápida de aceites esenciales como sustancias que mejoran la actividad antibiótica utilizando un método de difusión de pocillos modificado. *Antibiotics*. 2021;*10*(4): 463. https://doi.org/10.3390/antibiotics10040463

47. International Organization for Standardization. ISO 11930:2019Cosméticos, Microbiología, Evaluación de la protección antimicrobiana de un producto cosmético. Geneva: ISO; 2019.

48. Sosa MJ, Zumbado-Santos LC, Rodríguez-Díaz JM, García D, Quirós-Fallas L. Contaminación microbiológica de productos cosméticos comercializados en Costa Rica y su evaluación mediante parámetros de calidad. *Journal of Applied Microbiology*. 2019; 127(6): 1772-1780.

49. Comunidad Andina. Resolución 833: Reglamento Técnico Andino sobre Productos Cosméticos [Internet]. 2014.

50. Farmacopea de los Estados Unidos. Pruebas de enumeración microbiana. USP 61. Rockville, MD: United States Pharmacopeia 43 NF 38; 2020.

51. Farmacopea de los Estados Unidos. Pruebas para microorganismos específicos. USP 62. Rockville, MD: United States Pharmacopeia 43 NF 38; 2020.

52. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial-ONUD. Recomendaciones para el desarrollo de estudios de estabilidad de productos cosméticos. 2018.

53. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos [Internet]. 2004. Disponible en: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos-espanhol.pdf

54. Diccionario de cáncer del NCI. Cancer.gov. [Internet]. 2011. [citado el 5 de octubre de 2024]. Disponible en:

https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/antimicrobiano

55. Organización de Estados Americanos. Decisión 833. [Internet]. Washington, D.C.: OEA; 2023 [citado el 5 de octubre de 2024]. Disponible en: http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC833_s.pdf

56. Organización Internacional de Normalización. ISO 9000:2015. [Internet]. Ginebra: ISO; 2015 [citado 2024 Oct 5]. Disponible en: https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es

57. Chang R. Química. 10a ed. Montigny-le-Bretonneux, Francia: McGraw-Hill; 2009.

58. Lozano Estevan C, Cordoba Diaz M, Cordoba Diaz D. Manual de tecnología farmacéutica. Elsevier; 2012.

59. Black-Solis J, Ventura-Aguilar RI, Barrera-Necha LL, Bautista-Baños S. Caracterización química, variabilidad composicional y modelamiento matemático del efecto de aceites esenciales en Alternaria alternata. Rev. méx. fitopatol [Internet]. 2017 [citado el 5 de septiembre de 2024]; 35(2): 204-226. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092017000200204&lng=es .

60. Aromacademia A. Control de Calidad Control de Calidad Adulteración [Internet]. Aromacademia.com. [citado el 11 de octubre de 2024]. Disponible en: https://aromacademia.com/sitio/wp-content/uploads/2019/05/1c.-Control-de-Calidad-y-Adulteracio%CC%81n.pdf

61. Li- Pereyra C, Dongo- Pandal S, Guizado de la Cruz M. Actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Cinnamomum zeylanicum* y *Minthostachys mollis* sobre la cepa *Candida albicans* KIRU. 2024; 21(3):121-127. https://doi.org/10.24265/kiru.2024.v21n3.03121

62. Paucar-Rodriguez E, Peltroche-Adrianzen N, Cayo-Rojas CF. Actividad antibacteriana y antifúngica del aceite esencial de *Minthostachys mollis* frente a microorganismos de la cavidad oral. Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2021 [citado el 11 de octubre de 2024] ; 40. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002021000200009&lng=es.

63. Peña D, Gutiérrez M. Efecto antimicrobiano del aceite esencial de *Minthostachys mollis* sobre microorganismos frecuentes en vías respiratorias bajas. Rev Cienc Tecnol [Internet]. 2018 [citado 4 de mayo 2025];13(3):55-66. Disponible en: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/187

64. Montero-Recalde M, Revelo I J, Avilés-Esquivel D, Valle V E, Guevara-Freire D. Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Salmonella*. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2017 [citado 2025 may 6];28(4):987-993. Disponible en: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/13890

65. Rao P, Krishna V. Eficacia antimicrobiana de conservantes cosméticos de baja concentración. Revista Mundial de Farmacia y Ciencias Farmacéuticas. [Internet]. 2014 [citado el 25 de abril 2016];3(2):1685–1696. Disponible en: http://www.wjpps.com/download/article/1391271639.pdf

66. Lundov MD, Johansen JD, Zachariae C, Moesby L. Eficacia de bajo nivel de los conservantes cosméticos: Eficacia de bajo nivel de los conservantes cosméticos. Int J Cosmet Sci [Internet]. 2011;33(2):190–6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2494.2010.00619.x

67. Alía E. Enciclopedia de formulación magistral: Excipientes y bases para la elaboración de fórmulas magistrales dermatológicas. Madrid: 2010.

68. Akhila A. Aceite esencial – Hierbas del género Cymbopogon. Press C, editor. 2010. 25 – 183 p.

69. Nostro A, Cannatelli MA, Morelli I, et al. Eficacia del aceite esencial de *Calamintha officinalis* como conservante en dos tipos de productos.J Appl Microbiol. 2004; 97(2): 395 – 401. doi: 10.1111/j.1365-2672.2004.02319.x.

70. Resolución N° 2120. "Reglamento Técnico Andino sobre Especificaciones Técnicas Microbiológicas de Productos Cosméticos." ("Resolucion 2120 de 2019 - SUIN – JURISCOL") Secretaría General de la Comunidad Andina. 2020.

71. Alkire B, Tuker A, Maciarello M. Tipo *Mintostachys mollis* (Lamiaceae): an Ecuadorian mint. Economic Botany. 1994; 48 (1):60-64.

72. Rojas B, Usubillaga A. Aceite esencial de *Mintostachys mollis* Grosenbach de Venezuela. J. Essent. Oil Res. 1995; 7:211-213.

73. Fuertes C, Munguia CH. Estudio comparativo del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Kunth.) Griseb "muña" de tres regiones peruanas por cromatografía de gases y espectrometría de masas. Ciencia e Investigación. 2001; 4: 23-39.

74. Cano Pérez CA. Actividad antimicótica *in vitro* y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* "muña". Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Internet]. 2007 [citado el 29 de octubre del 2024]; Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2573

75. Ross MS. Análisis de aceites de canela mediante cromatografía líquida de alta presión. Revista de Cromatografía. 1976; 118: 273–275.

76. Du W-X, Olsen CW, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH, Levin CE, Friedman M. Efectos de los aceites esenciales de pimienta de Jamaica, canela y clavo en películas de manzana comestibles sobre las propiedades físicas y las actividades antimicrobianas. *J Food Sci.* 2009;74(7):M372-8. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01282.x.

77. Chang S, Chen P. Actividad antibacteriana de los aceites esenciales de las hojas y sus componentes de *Cinnamomum osmophloeum. Journal of Ethnopharmacology*. 2001; 77(1): 123–127. doi:10.1016/s0378-8741(01)00273-2.

78. Gill AO, Holley RA. Alteración de las membranas celulares de Escherichia coli, Listeria monocytogenes y Lactobacillus sakei por aromáticos de aceites vegetales. *International Journal of Food Microbiology*. 2006; 108(1): 1-9. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.009

79. Firmino DF, Cavalcante T, Gomes GA, Firmino N, Rosa L, De Carvalho MG, Catunda F. Actividad antibacteriana y antibiofilm del aceite esencial de Cinnamomum sp. y cinamaldehído: actividad antimicrobiana. *The Scientific World Journal*. 2018; 1: 1-9 . DOI: https://doi.org/10.1155/2018/7405736

80. Boukhatem MN, Ferhat MA, Kameli A, Saidi F, Kebir HT. El aceite esencial de limoncillo es un potente fármaco antiinflamatorio y antifúngico. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2014; 28(7): 779-783. Doi 10.3402/ljm.v9.25431

81. Hyldgaard M, Mygind T, Meyer RL. Aceites esenciales en la conservación de alimentos: modo de acción, sinergias e interacciones con los componentes de la matriz alimentaria. *Frontiers in Microbiology.* 2012; 3: 12. DOI: 10.3389/fmicb.2012.00012.

82. Bassolé I, Juliani H. (2012). Essential oils in combination and their antimicrobial properties. Molecules, 17(4), 3989–4006. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules17043989

83. Herman A, Przemyslaw A, Domagalska BW, Mlynarczyk A. Aceites esenciales y extractos de hierbas como agentes antimicrobianos en emulsiones cosméticas. Indian J Microbiol. 2013; 53(2):232–237. DOI 10.1007/s12088-012-0329-0.

84. Ganic T, Vuletic S, Nikolic B, Stevanovic M, Kuzmanovic M, Kekic D, Durovic S, Cvetkovic S, Mitic-Culafic D. Aceite esencial de canela y su emulsión

como agentes antibiofilm eficaces para combatir *Acinetobacter baumannii*. Front. Microbiol. 2022; 9(13): 1-15. DOI: 10.3389/fmicb.2022.989667

85. Cecchini ME, Paoloni C, Campra N, Alustiza F, Cariddi N, Bellingeri R. Nanoemulsión de aceite esencial *de Minthostachys verticillata* . Evaluación in vitro de su actividad antibacteriana. Heliyon. 2021; 7(1): 1-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05896

86. Moliva MV, Cariddi LN, Pereyra ER, Raviolo JM, Sambuceti N, Posadaz A, Campra NA, Reinoso EB. Evaluación de las propiedades antibacterianas y antibiofilm de aceites esenciales de *Minthostachys verticillata* contra cepas *de Staphylococcus aureus bovino. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.* 2023; 50: 1878-8181. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102697

87. Boukhira S, Amrati FE-Z, Chebaibi M, Grafov A, Mothana RA, Al-Yousef HM and Bousta D. The chemical composition and the preservative, antimicrobial, and antioxidant effects of Thymus broussonetii Boiss. essential oil: an in vitro and in silico approach. Front. Chem. 2024; 12:1402310. doi: 10.3389/fchem.2024.1402310

X. ANEXOS

ANEXO 1. Certificado de clasificación taxonómica de *Cinnamomum zeylanicum* (canela)

Hamilton W. Beltrán S.
Consultor Botánico
Calle Natalio Sánchez 251- Jesús María
hamiltonbeltran@yahoo.com

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

El Biólogo Botánico, certifica que la planta conocida como "CANELA" proporcionada por, la Srta. Analucía Toche Tuesta, Tesista de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, ha sido estudiada científicamente y determinada como ***Cinnamomum zeylanicum*** y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden:	Laurales
Familia:	Lauraceae
Género:	***Cinnamomum***
Especie:	***Cinnamomum zeylanicum*** Blume
Syn.	*C. verum* J. Presl.

Se expide la presente certificación a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 Octubre 2022

Blgo. Hamilton Beltrán

Hamilton Wilmer Beltran Santiago
Biologo - Botánico

ANEXO 2 Certificado de clasificación taxonómica *Minthostachys mollis* (muña)

Hamilton W. Beltrán S.
Consultor Botánico
Calle Natalio Sánchez 251- Jesús María
hamiltonbeltran@yahoo.com

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

El Biólogo Botánico, certifica que la planta conocida como "MUÑA" proporcionada por, la Srta Aralucía Toche Tuesta, Tesista de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, ha sico estudiada científicamente y determinada como ***Minthostachys mollis*** y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Género:	***Minthostachys***
Especie:	***Minthostachys mollis*** Griseb.

Se expide la presente certificación a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 Octubre 2022

Blgo. Hamilton Beltrán

Hamilton Wilmer Beltran Santiago
Biologo - Botánico
CBP 1719

ANEXO 3 Certificado de Calidad de Materia prima: Canela

FRUTOS Y ESPECIAS S.A.C.

IMPORTACIÓN DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE
FRUTAS SECAS, ESPECIAS, MENESTRAS Y OTROS.

ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

CERTIFICADO DE CALIDAD

Denominación del Producto	:	**CANELA ENTERA**
Presentación	.	**1 Kg**
N ° Lote	:	**261-23**
Fecha de producción	:	**18.09.23**
Fecha de vencimiento	:	**18.03.24**

1.1 Análisis organolépticos

ASPECTO:	Canutos enteros
COLOR:	Marrón claro a marrón oscuro, rojizo característico.
SABOR	Dulce amaderado picante.
OLOR:	aroma delicado, pero fuerte, dulce
TEXTURA:	Lisa, no quebradiza.

1.2 Análisis Físico- Químicas

Características		Resultado	Ficha Técnica
Humedad	%	< 14	Max 14
Cenizas	%	< 5.0 %	Max 5.0 %
Materia extraña orgánica	%	< 2.0 %	Max 2.0 %

1.3 Análisis Microbiológicos **

Agente microbiológico		Resultado	Ficha técnica
Aerobios mesófilos	ufc/g.	< 10^5	Máx. 10^5
Mohos	ufc/g.	< 10^3	Max 10^3
Coliformes	ufc/gr.	< 10^2	Máx. 10^2
E. coli:	ufc/gr.	< 10	Max.10
Salmonela	ufc/g.	Negativo	Ausencia/25g

* Análisis realizado por proveedor y laboratorios acreditados
** Parámetros según Norma microbiológica peruana DIGESA 2008

Prohibida su reproducción total o parcial

AV. MÉXICO 1937 LA VICTORIA LIMA - PERÚ
e-mail: ventas@frutosyespecias.com.pe
473-7552/4737250 / 3232687 fax 4730278
Página Web:
www.frutosyespecias.com.pe

ANEXO 4 Ficha Técnica de Materia prima: Canela

Santis	**FRUTOS Y ESPECIAS S.A.C.** IMPORTACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE FRUTOS SECOS, ESPECIAS, MENESTRAS, CONSERVAS Y OTROS		
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	**FICHA TECNICA**	Codigo:	CAL-ESP-036
		Version:	2
		Vigencia:	Dic-21

Nombre del Proveedor:	FRUTOS Y ESPECIAS S.A.C
Dirección de la Planta:	AV. MÉXICO 1937 LA VICTORIA
Denominación del Producto:	CANELA ENTERA
Marca:	"SANTIS"
Presentación (es):	Caja x 10Kg

1. Descripción del producto:

Corteza interna extraída del árbol de la canela Cinnamun Zeylanicum

2. Composición (ingredientes):

Canela entera

3. Especificaciones Técnicas:

3.1 Características Físicas

COLOR	:	Marrón claro a marrón rojizo
OLOR	:	Aroma delicado, pero fuerte, dulce
ASPECTO	:	Canutos enteros
SABOR	:	Dulce amaderado picante
TEXTURA	:	Lisa, no quebradiza

3.2 Características Físico- Químicas

Humedad	Max. 14%
Cenizas	Max. 5%
Materia extraña organica	Max. 2%

3.3 Características Microbiológica:

Agente microbiano	Límite (ufc/g)
Aerobios mesofilos	Máx. 10^5
Mohos	Máx. 10^3
Coliformes	Máx. 10^2
E. coli	10
Samonella	Ausencia/25g

Fuente: Resolucion ministerial 591-2018/MINSA

4. Embalajes

4.1 Envase primario:	bolsa de polipropileno
4.2 Envase secundario:	caja de carton corrugado

5. Condiciones de transporte y almacenamiento

Mantener en lugar fresco y seco

6. Tiempo de vida útil del producto

6 meses

7. Uso previsto

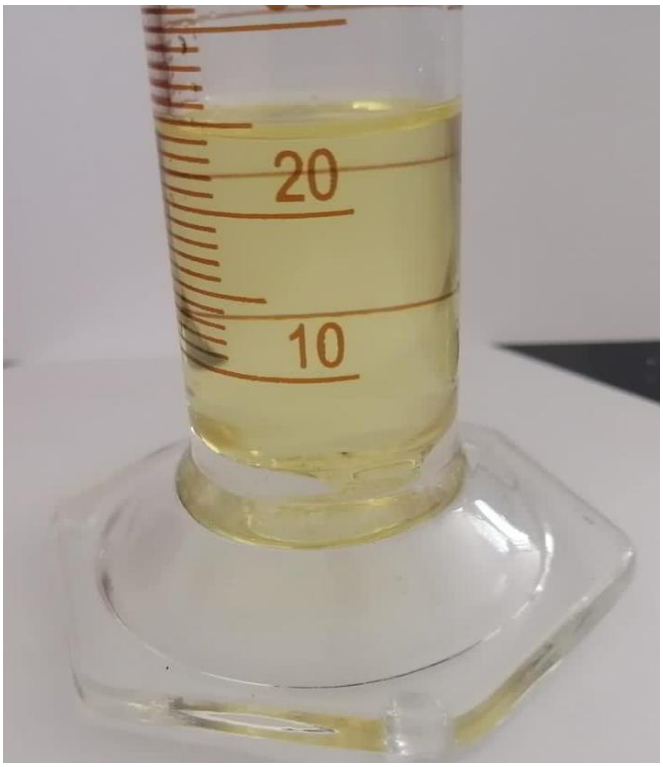
Ingrediente para procesadores de alimentos

8. Publico objetivo

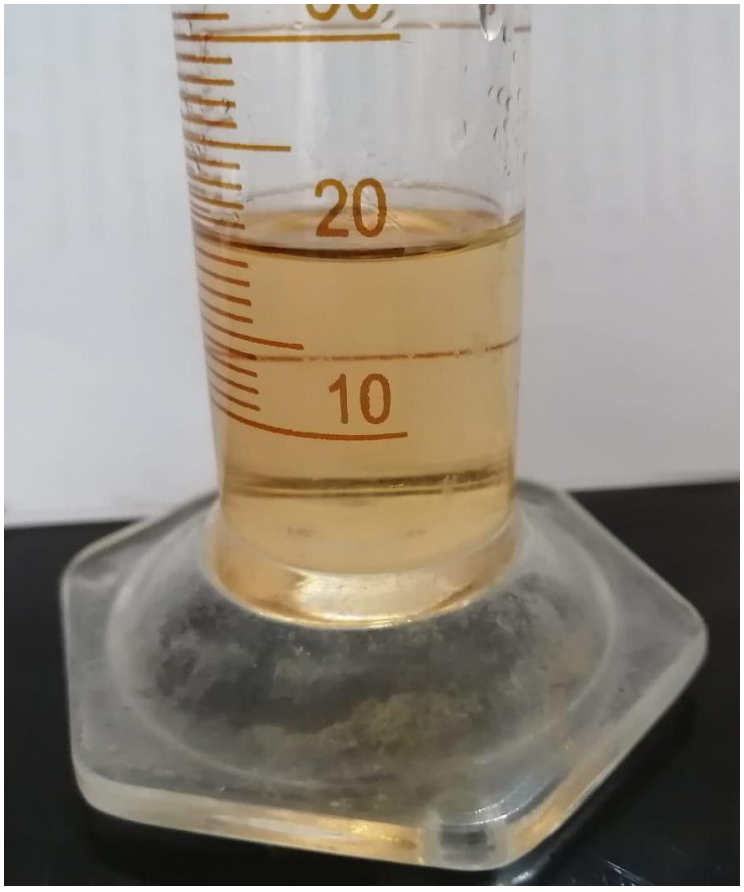
Para publico en general

Web site: WWW.FRUTOSYESPECIAS.COM.PE
e-mail: ventas@frutosyespecias.com.pe
Telf.: 473-7552/4737250

Anexo 5 Aceite esencial de canela. Fuente propia de los autores.

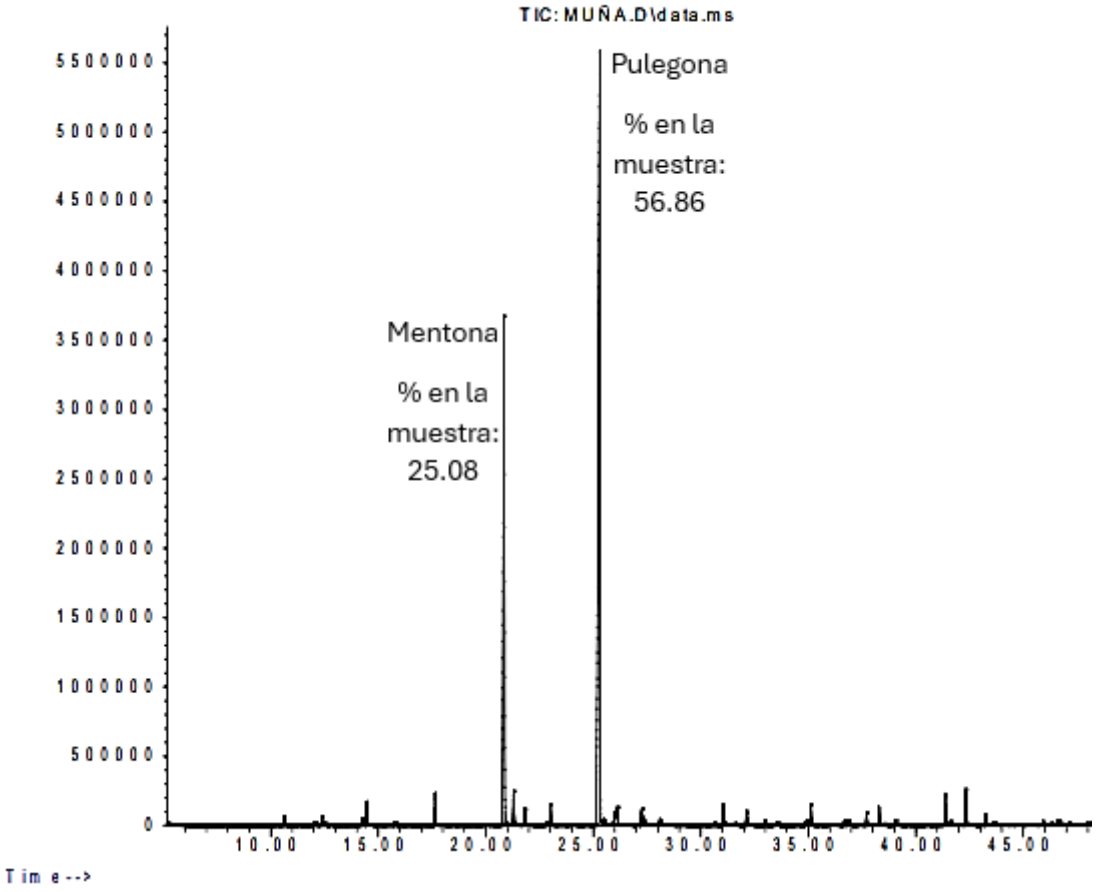


ANEXO 6 Aceite esencial de muña. Fuente propia de los autores.



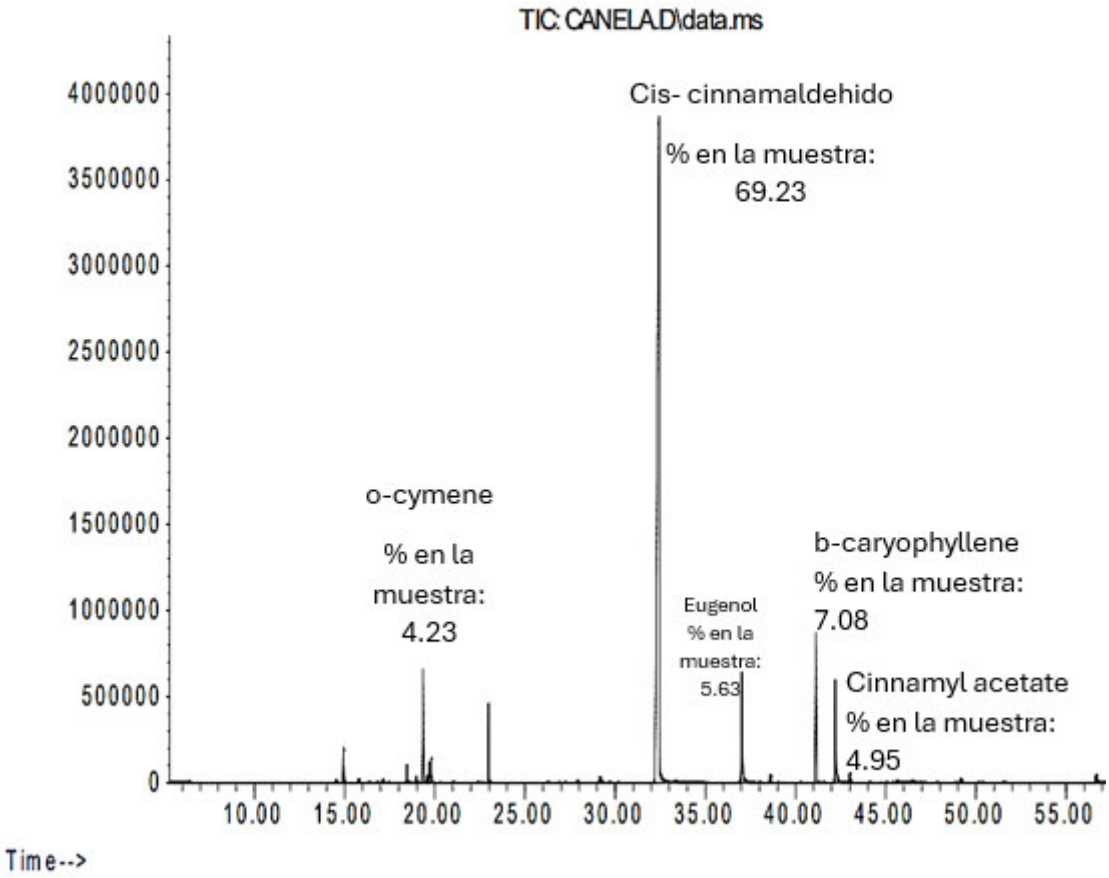
ANEXO 7 Cromatograma de aceite esencial de muña

Cromatograma de GC-MS:



ANEXO 7 Cromatograma de aceite esencial de canela

Cromatograma de GC-MS:



ANEXO 8 Reporte de eficacia antimicrobiana

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica

CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO – CCA

REPORTE DE ANÁLISIS N° 00295-CCA-2024

SOLICITADO POR* : **ANALUCIA TOCHE TUESTA**
DIRECCIÓN* : AV. MIRAFLORES 493 BARRANCO
MUESTRA* : **ACEITE ESENCIAL DE MUÑA, ACEITE ESENCIAL DE CANELA, COMBINACIÓN DE ACEITES**

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO RECEPCIONADO : 03 frascos de vidrio color ámbar con tapa rosca negra y rotulado impreso + 01 control positivo + 01 control negativo

VARIEDAD RECEPCIONADA* : -
PRINCIPIO ACTIVO* : - **N° CAS*: -**
NÚMERO DE LOTE* : -
CANTIDAD : 7 mL c/u
ORDEN DE ANÁLISIS : 0246-2024
FECHA DE RECEPCIÓN : 02 de agosto del 2024
FECHA DE FABRICACIÓN* : 21 de mayo del 2023
FECHA DE VENCIMIENTO* : -
EJECUCIÓN DEL ENSAYO : Del 12 de agosto del 2024 al 19 de agosto del 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 de agosto del 2024

EFICACIA ANTIMICROBIANA

MICROORGANISMOS	Muestra de Aceite de Muña, aceite de Canela y Combinación de aceites		
	Halos de inhibición (mm)		
	Aceite de Muña	Aceita de Canela	Combinación de aceites
Escherichia coli	10.09	22.75	18.02
	08.33	20.36	17.31
	08.51	22.02	17.82
Staphylococcus aureus	IC	37.94	31.56
	IC	37.38	30.14
	IC	39.56	33.9
Pseudomonas aeruginosa	6	13.87	10.24
	6	13.60	9.52
	6	16.81	11.22
Candida albicans	IC	IC	IC
	IC	IC	IC
	IC	IC	IC

MICROORGANISMOS	Muestra de Aceite De Muña, Aceite de Canela Y Combinación de Aceites		
	Halos de inhibición (mm)		
	Aceite de Muña	Aceita de Canela	Combinación de aceites
Aspergillus brasiliensis	IC	IC	IC
	IC	IC	IC
	IC	IC	IC

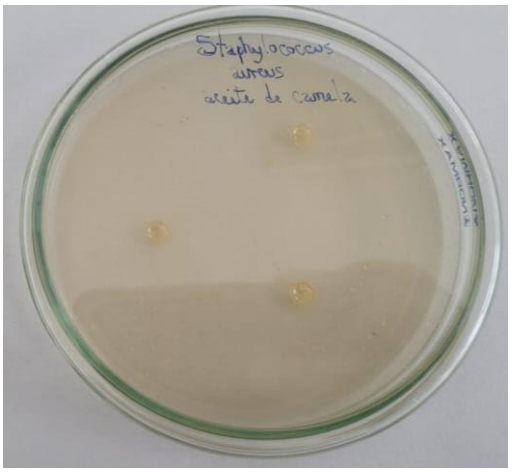
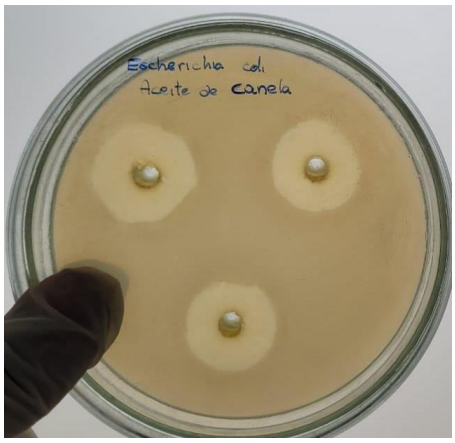
El tamaño de los pocillos es de 6 mm, por lo tanto, cuando se reporta esta medida, indica que no hay formación de halos de inhibición.
**Volumen inoculado*: 40 uL
**Concentración del inóculo:* $1x10^5$ UFC/mL
**IC:* Inhibición completa

Q.F. Paul Iván Gutiérrez Elescano
Director del Centro de Control Analitico

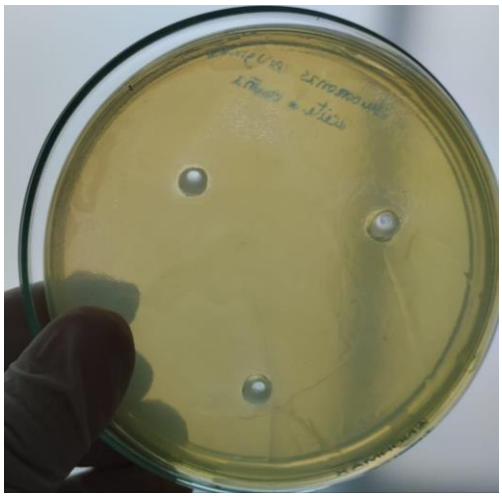
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
CENTRO DE CONTROL ANALITICO
DIRECCIÓN
Facultad de Farmacia y Bioquímica

*Datos proporcionados por el cliente
Los resultados son válidos solo para la muestra ensayada.

ANEXO 9 Difusión en agar – Aceite esencial de canela

S. aureus	*P. aeruginosa*
	
E. coli	*C. albicans*
	
A. Brasiliensis	
	

ANEXO 10 Difusión en agar – Aceite esencial de muña

S. aureus	*P. aeruginosa*
	
E. coli	*C. albicans*
	
A. Brasiliensis	
	

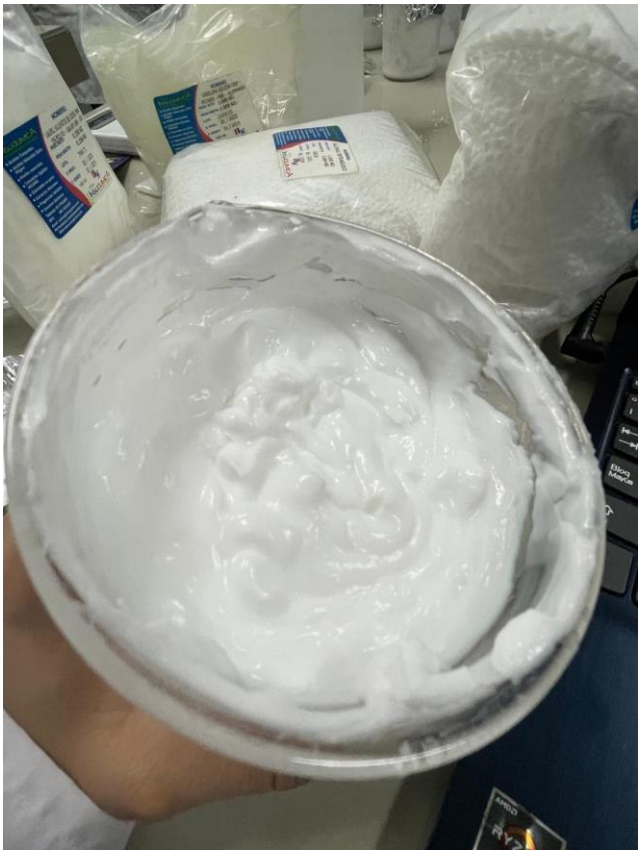
ANEXO 11 Difusión en agar – Combinación de aceites esenciales

S. aureus	*P. aeruginosa*
	
E. coli	*C. albicans*
	
A. Brasiliensis	
	

ANEXO 12 Elaboración de la emulsión cosmética







ANEXO 13 Inóculos para el test Challenge



ANEXO 14 Procedimiento para challenge test. Agregando el inóculo en un frasco con la muestra

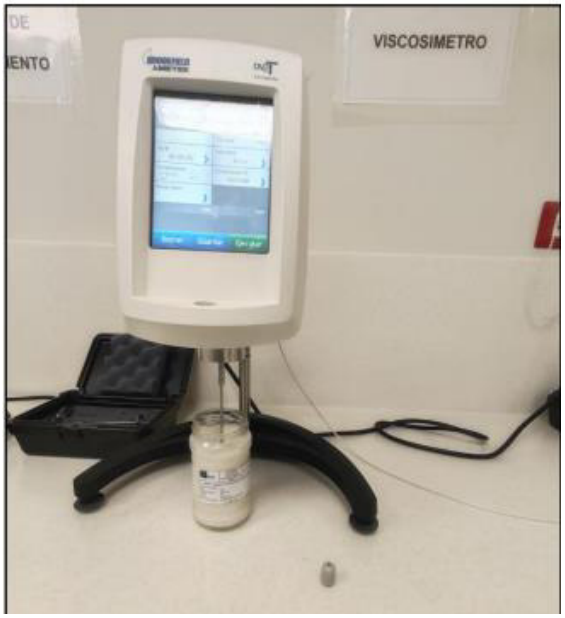


ANEXO 15 Procedimiento de challenge test. Frasco con la muestra e inóculo.



ANEXO 16 Ensayos de las muestras de estabilidad







Anexo 17 Resultados estadísticos de la evaluación de susceptibilidad antimicrobiana

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Aceite	Entre grupos	6.000	8	.750	1.125	.456
	Dentro de grupos	4.000	6	.667		
	Total	10.000	14			
Microorganismo	Entre grupos	18.000	8	2.250	1.125	.456
	Dentro de grupos	12.000	6	2.000		
	Total	30.000	14			