

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA *In vitro* DE UNA FORMULACIÓN SEMISÓLIDA
A BASE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CÁSCARA DE *Persea americana*
(PALTA) FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Y
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228**

TESIS

Presentada por:

Bach. Romulo Chura Yapurasi

Bach. Ivan Fernando Sandoval López

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

TACNA – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**“ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA *In vitro* DE UNA FORMULACIÓN SEMISÓLIDA A
BASE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CÁSCARA DE *Persea americana* (PALTA)
FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Y *Staphylococcus
epidermidis* ATCC 12228”**

TESIS

Presentada por:

Bach. ROMULO CHURA YAPURASI

Bach. IVAN FERNANDO SANDOVAL LÓPEZ

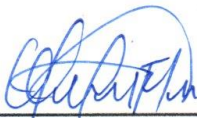
Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

Aprobado por UNANIMIDAD, ante el siguiente jurado



**Dra. Diana Paloma Coaquera Lencinas
Presidente**



**Mgr. Mónica Karina Chipana Flores
Miembro**



**Mgr. Orlando Agustín Rivera Benavente
Miembro**



**Mgr. Orlando Agustín Rivera Benavente
Asesor**

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Orlando Agustín Rivera Benavente** en mi condición de **ASESOR** acreditado por la **Resolución de Facultad N°13858-2025-FACS-UNJBG** del trabajo de investigación (Tesis) titulada: **ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA In vitro DE UNA FORMULACIÓN SEMISÓLIDA A BASE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CÁSCARA DE *Persea americana* (PALTA) FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228**. Presentada por los Bachilleres: **Romulo Chura Yapurasi** y **Ivan Fernando Sandoval López**, para optar el título profesional de **QUÍMICO FARMACÉUTICO**. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN**, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de: **6%**.

Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio Institucional de la UNJBG**. Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional de Químico Farmacéutico.

Tacna, 25 de marzo del 2026.



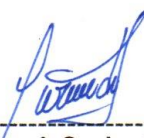
Mg. Orlando Agustín Rivera Benavente
DNI: 00506187
ASESOR.





Romulo Chura Yapurasi
DNI: 76072330
TESISTA.





Ivan Fernando Sandoval López
DNI: 74396589
TESISTA.



DEDICATORIA

A mi madre, Irma, por ser el fundamento de mi vida, por ser mi guía, mi fortaleza y ejemplo constante de perseverancia. Gracias por tu amor incondicional, tus sacrificios silenciosos y por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo y sobre todo con fe.

A mis hermanos, Edgar y Verónica, por su apoyo inquebrantable, comprensión, por el gran amor que me brindan y por recordarme siempre el valor de la familia.

A mis padrinos, Inés y Rubén, por la confianza, por sus consejos, por siempre creer en mí, por apoyo incondicional en cada decisión y en cada sueño trazado.

Bach. Chura Yapurasi, Romulo

DEDICATORIA

Este trabajo con amor y gratitud a mi querida familia, por ser siempre mi mayor inspiración y el soporte que me impulsa a seguir adelante. A mis padres, por sus consejos, sacrificios y enseñanzas que me han permitido llegar hasta aquí; a mis hermanos, por su compañía, comprensión y aliento en los momentos más difíciles; y a mis amigos, quienes, con su apoyo sincero, palabras de ánimo y alegría compartida, hicieron de este proceso una experiencia más llevadera y significativa. Este logro no es solo mío, sino también de cada uno de ustedes, quienes han formado parte esencial de este recorrido académico y personal

Bach. Sandoval López Ivan, Fernando

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos fuerza durante los momentos difíciles, por darnos sabiduría en tiempos de duda y sobre todo por su amor incondicional.

Al Mg. Orlando Agustín Rivera Benavente por todo su apoyo, por el tiempo dedicado a las asesorías y sobre todo por siempre estar dispuesto a orientarnos ante cualquier duda.

Al Dr. Yovani Huaquisaca, por compartir sus conocimientos, por su apoyo incondicional y sobre todo por su orientación durante el desarrollo del trabajo.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Descripción del problema	4
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema principal	5
1.2.2. Problemas específicos	6
1.3. Justificación e importancia de la investigación	7
1.4. Alcances y limitaciones	8
1.5. Objetivos	10
1.5.1. Objetivo general	10
1.5.2. Objetivos específicos	10
1.6. Hipótesis	11
1.6.1. Hipótesis alterna	11
1.7. Variables	11
1.7.1. Variable independiente:	11
1.7.2. Variable dependiente:	12
1.7.3. Indicadores	12
1.7.4. Operacionalización de las variables	13

CAPÍTULO II.....	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes del estudio	15
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1 Especie vegetal <i>Persea americana</i> (Palta)	22
2.2.2 Análisis en formulaciones semisólidas	23
2.2.3 Actividad antibacteriana <i>In vitro</i>	30
2.2.4 <i>Staphylococcus aureus</i>	32
2.2.5 <i>Staphylococcus epidermidis</i> :	34
2.3. Definición de términos.....	36
CAPÍTULO III.....	40
MARCO METODOLÓGICO.....	40
3.1. Tipo y diseño de la investigación	40
3.1.1. Tipo de investigación.....	40
3.1.2. Diseño de investigación	40
3.1.3. Nivel de investigación.....	40
3.2 Población y muestra.....	41
3.2.1. Población	41
3.2.2. Muestra	41
3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	44
3.3.10. Instrumentos	61
3.5 Procesamiento de datos	62
RESULTADOS	63
4.1. Resultados de la formulación semisólida	63
4.2. Resultados del extracto etanólico	70
4.3. Resultados del estudio estabilidad de la formulación.....	75
DISCUSIÓN	86

CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis cualitativo preliminar.....	48
Tabla 2. Contrastación con Escala de Duraffourd	63
Tabla 3. ANOVA para <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i>	65
Tabla 4. Comparaciones múltiples por Tukey frente <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i>	66
Tabla 5. Tabla de subconjuntos de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i>	68
Tabla 6. Concentración Mínima Inhibitoria	70
Tabla 7. Porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta)	72
Tabla 8. Prueba de solubilidad (extracto)	73
Tabla 9. Marcha fitoquímica (extracto)	74
Tabla 10. Análisis de estabilidad de la formulación al 5% a base de cascara de <i>Persea americana</i> Mill. (Palta)	75
Tabla 11. Análisis de estabilidad de la formulación al 30% a base de cascara de <i>Persea americana</i> Mill. (Palta).....	77
Tabla 12. Análisis de estabilidad de la formulación al 60% a base de cascara de <i>Persea americana</i> Mill. (Palta).....	79
Tabla 13. Prueba de normalidad Shapiro–Wilk para <i>S. aureus</i> y <i>S. epidermidis</i>	81
Tabla 14. Prueba de homocedasticidad de Levene para <i>S. aureus</i> y <i>S. epidermidis</i>	83
Tabla 15. ANOVA para <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i>	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia	109
Anexo B. Instrumento de recolección de datos	111
Anexo C. Certificado Taxonómico.....	113
Anexo D. Certificado de Agar Mueller Hinton.....	114
Anexo E. Certificado de análisis de cepa <i>Staphylococcus aureus</i>	117
Anexo F. Certificado de análisis de cepa <i>Staphylococcus epidermidis</i> .	118
Anexo G. Evidencias de campo	119
Anexo H. Formulación y análisis de estabilidad	120

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228. El estudio fue de tipo experimental, prospectivo, analítico y del nivel explicativo. Se emplearon 5 kg de cáscara de *Persea americana* (palta) y se trabajó con 8 placas inoculadas con ambas cepas, se emplearon 3 grupos experimentales (crema al 5%, 30% y 60%), un control positivo (ciprofloxacino 5 µg) y un control negativo (crema base). La actividad antibacteriana se evaluó mediante la técnica de difusión en agar Muller-Hinton. Los resultados del análisis microbiológico frente a *Staphylococcus aureus* evidenciaron que la crema a base de cascara de palta al 5% presentó un halo de inhibición de 8.79 mm, al 30% un halo de 14.05 mm, al 60% un halo de 15.06 mm, control positivo ciprofloxacino 5 µg un halo de 29.83 mm y el control negativo crema base un halo de 6.0 mm. Por otro lado, frente a *Staphylococcus epidermidis*, la crema al 5%, 30% y 60% presentó un halo de inhibición de 11.70 mm, 16.28 mm y 18.27 mm respectivamente, el control positivo ciprofloxacino 5 µg un halo de 36.47 mm y el control negativo crema base un halo de 6.0 mm. Asimismo se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos

experimentales y los controles con $p < 0,05$ en el análisis de ANOVA. Se concluye que se evidenció actividad antibacteriana de la crema a base de cascara de *Persea americana* (palta) en las 3 concentraciones (5%, 30% y 60%) frente *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

Palabras clave: Formulación semisólida, extracto etanólico, actividad antibacteriana, *Persea americana*, palta, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the in vitro antibacterial activity of a semi-solid formulation based on the ethanolic extract of *Persea americana* (avocado) peel against strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228. The study was experimental, prospective, analytical, and explanatory in nature. Five kilograms of *Persea americana* (avocado) peel were used, and eight plates inoculated with both strains were worked with. Three experimental groups (5%, 30%, and 60% cream), a positive control (5 µg ciprofloxacin), and a negative control (base cream) were used. Antibacterial activity was evaluated using the Muller-Hinton agar diffusion technique. The results of the microbiological analysis against *Staphylococcus aureus* showed that the 5% avocado peel-based cream had an inhibition zone of 8.79 mm, the 30% cream had a zone of 14.05 mm, at 60% a halo of 15.06 mm, positive control ciprofloxacin 5 µg a halo of 29.83 mm, and negative control base cream a halo of 6.0 mm. On the other hand, against *Staphylococcus epidermidis*, the 5%, 30%, and 60% creams showed inhibition halos of 11.70 mm, 16.28 mm, and 18.27 mm, respectively, the positive control ciprofloxacin 5 µg a halo of 36.47 mm, and the negative control base cream a halo of 6.0 mm. Likewise, statistically significant differences were observed between the experimental groups and the controls with $p < 0.05$ in

the ANOVA analysis. It is concluded that antibacterial activity was demonstrated for the cream based on *Persea americana* (avocado) peel in the three concentrations (5%, 30%, and 60%) against *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*.

Keywords: Semi-solid formulation, ethanolic extract, antibacterial activity, *Persea americana*, avocado, *Staphylococcus aureus*, and *Staphylococcus epidermidis*.

INTRODUCCIÓN

La incidencia creciente de infecciones por *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* constituye un serio desafío para la salud pública mundial (1). Ambas bacterias causan diversas infecciones y muestran una preocupante resistencia a múltiples antibióticos (2). Se estima que cerca del 30% de las infecciones nosocomiales son originadas por *S. aureus*, mientras que *S. epidermidis* afecta con frecuencia a pacientes portadores de dispositivos médicos (3). La OMS señala que el inadecuado control de infecciones y el uso irracional de antimicrobianos han favorecido la propagación de cepas resistentes, situación que exige atención urgente para mejorar los resultados clínicos (4). En países de ingresos bajos y medios, la falta de infraestructura, recursos limitados y el acceso restringido a tratamientos eficaces incrementan la morbilidad y mortalidad asociadas (5).

A nivel mundial, la prevalencia de infecciones por *Staphylococcus* es elevada. En Australia, cerca del 20% de las infecciones hospitalarias se atribuyen a *S. aureus*, con un 30% de cepas resistentes a metilicina (6). En India y China, alrededor del 35% de infecciones nosocomiales son causadas por *S. aureus*, alcanzando un 60% de resistencia (7). En África, aproximadamente el 25% de las infecciones hospitalarias se relacionan con

S. aureus y *S. epidermidis* (8), y en Sudáfrica hasta el 40% de las cepas son resistentes, situación agravada por la limitada infraestructura sanitaria (9). En Europa, más del 40% de los casos de *S. aureus* presentan multirresistencia, en Italia y España tasas del 45% y 42% respectivamente (10). En Estados Unidos, el 30% de las infecciones en pacientes hospitalizados se atribuyen a *S. aureus*, de las cuales el 50% corresponden a cepas MRSA (11). En países como Brasil y Colombia, entre el 25% y el 35% de las infecciones en UCI están asociadas a *S. aureus* (12).

En Perú, las infecciones por *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* representan un serio problema de salud pública. En hospitales de Lima, alrededor del 30% de infecciones bacterianas en pacientes hospitalizados se atribuyen a *S. aureus*, con un 50% de cepas resistentes a la meticilina (MRSA) (13). En Arequipa, hasta el 25% de infecciones en UCI se relacionan con *S. epidermidis*, evidenciando su importancia como patógeno oportunista (14). Esta situación exige estrategias efectivas de prevención y control. La creciente resistencia a antibióticos, agravada por el uso indiscriminado de antimicrobianos, dificulta el tratamiento (15). Asimismo, el limitado acceso a servicios de salud en zonas rurales y la deficiente higiene en entornos hospitalarios y comunitarios facilitan la propagación de estas bacterias, junto con un inadecuado manejo de desechos médicos (16).

La creciente incidencia de infecciones por *S. aureus* y *S. epidermidis* genera una importante carga sanitaria, incrementando costos de atención y elevando tasas de morbilidad y mortalidad (17). La resistencia bacteriana limita el desarrollo de nuevos tratamientos y reduce las opciones terapéuticas, afectando el manejo de infecciones y avance de la investigación (18). Los metabolitos secundarios de *Persea americana* presentan mecanismos antibacterianos relevantes: las saponinas alteran la permeabilidad de la membrana; los flavonoides producen daño oxidativo; los alcaloides inhiben la síntesis de ácidos nucleicos; y los compuestos fenólicos desestabilizan membranas y desnaturalizan enzimas (19,20). La formulación semisólida propuesta permite incorporar de manera estable el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana*, optimizando su liberación y contacto directo con la superficie afectada. El estudio aporta una alternativa terapéutica innovadora al evaluar una crema diseñada para vehiculizar compuestos bioactivos de origen natural, buscando ofrecer una opción accesible y menos tóxica frente a infecciones causadas por *S. aureus* y *S. epidermidis*, de igual importancia, contribuye al desarrollo de productos fitoterapéuticos con actividad antibacteriana, ampliando las posibilidades de tratamiento ante la creciente resistencia antimicrobiana y fomentando el uso de recursos naturales disponibles localmente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Las infecciones ocasionadas por bacterias del género *Staphylococcus*, como *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, representan un problema de salud pública de gran relevancia debido a su capacidad de causar enfermedades en piel, mucosas y en procesos asociados al uso de dispositivos médicos. A ello se suma la creciente resistencia que estas bacterias han desarrollado frente a los antibióticos de uso convencional, lo que limita la eficacia de los tratamientos y obliga a la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas.

En este escenario, la *Persea americana* (palta) constituye una fuente de interés, ya que su cáscara, generalmente desechada como residuo, contiene metabolitos secundarios con propiedades biológicas de valor, entre ellas la actividad antibacteriana. Sin embargo, la cáscara ha sido poco estudiada en comparación con la pulpa lo que genera un vacío en el conocimiento científico sobre su eficacia frente a bacterias de importancia clínica.

También se le suma la falta de estudios orientados no solo a identificar la actividad antibacteriana del extracto, sino también a desarrollar y evaluar formulaciones farmacéuticas que permitan su aplicación tópica, como las formulaciones semisólidas. Por esta razón, resulta pertinente desarrollar estudios *in vitro* que permitan determinar si las formulaciones semisólidas de extractos de la cáscara presentan actividad frente a bacterias patógenas como *S. aureus* y *S. epidermidis*. De este modo, se busca no solo contribuir al conocimiento científico, sino también ofrecer una opción innovadora y sostenible para el aprovechamiento de residuos agroindustriales en beneficio de la salud pública.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

- ¿Cuál es la actividad antibacteriana *In vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Tendrá actividad antibacteriana *In vitro* la formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 a concentraciones de 5%, 30% y 60% mediante el método de difusión en agar?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana *In vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) comparado con el control positivo (ciprofloxacino 5 µg) sobre cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 mediante el método de difusión en agar?
- ¿Cuál es la actividad antibacteriana *In vitro* del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 mediante el método de Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por macrodilución?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

En Tacna según la Oficina de Estadística e Informática DIRESA - Tacna y diversas regiones del Perú, aunque su prevalencia no es tan alta, las infecciones cutáneas representan un problema en la salud pública, siendo *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* los principales agentes etiológicos. Estas bacterias son conocidas por su creciente resistencia a antibióticos convencionales, lo que dificulta el tratamiento y aumenta la carga sobre los servicios de salud. En este contexto, una investigación sobre la actividad antibacteriana *in vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) frente a *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* podría tener un impacto significativo en la salud pública nacional. Los resultados positivos podrían ofrecer una alternativa terapéutica natural y eficaz, contribuyendo a la reducción de la resistencia bacteriana y mejorando el tratamiento de infecciones cutáneas en comunidades vulnerables. Además, fomentaría el desarrollo de productos naturales innovadores y sostenibles en el ámbito de la medicina peruana (21). Por lo tanto, el presente estudio estará respaldada por la necesidad de explorar alternativas naturales frente a la creciente resistencia bacteriana a los antibióticos convencionales.

La evaluación de la actividad antibacteriana de una formulación semisólida a base de extracto etanólico de cáscara de palta ofrecerá una alternativa potencialmente accesible y de bajo costo para el tratamiento de infecciones cutáneas causadas por *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, bacterias implicadas en infecciones frecuentes. Los resultados prácticos podrían contribuir al desarrollo de productos tópicos efectivos y seguros.

El enfoque *in vitro* permitirá controlar las variables experimentales y evaluar de manera directa la eficacia del extracto frente a cepas bacterianas específicas. La metodología basada en la medición de halos de inhibición proporcionará una manera estandarizada y reproducible de determinar la actividad antibacteriana, lo que garantizará la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

1.4. Alcances y limitaciones

Alcance

El estudio buscó determinar la eficacia del extracto en la inhibición del crecimiento bacteriano, aportando evidencia científica sobre el potencial uso de subproductos vegetales como alternativa natural en el desarrollo de formulaciones tópicas con actividad antimicrobiana. Asimismo, el estudio se enmarcó dentro de un contexto experimental controlado, permitiendo

establecer parámetros de referencia para futuras investigaciones orientadas a optimizar las condiciones de extracción, formulación y evaluación antibacteriana.

Limitaciones

- Los resultados obtenidos se basan exclusivamente en pruebas de laboratorio, por lo que la actividad antibacteriana observada no puede extrapolarse directamente a condiciones clínicas o in vivo. Esto limita la interpretación del potencial terapéutico real de la formulación.
- El estudio emplea cepas de referencia (*S. aureus* ATCC 25923 y *S. epidermidis* ATCC 12228), que no representan la variabilidad genética y fenotípica de cepas clínicas reales. Por ello, los resultados podrían diferir frente a bacterias aisladas de pacientes.
- No se realiza una prueba de toxicidad sobre células humanas o modelos biológicos, lo cual impide conocer si la formulación pudiera ser segura para uso tópico.
- Si bien se compara con un control positivo (ciprofloxacino), no se analiza si el extracto puede potenciar o interferir con antibióticos existentes, información relevante para futuros usos clínicos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la actividad antibacteriana *In vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la actividad antibacteriana *In vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 a concentraciones de 5%, 30% y 60% mediante el método de difusión en agar.
- Comparar la actividad antibacteriana *In vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) con el control positivo (ciprofloxacino 5 µg) sobre cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 mediante el método de difusión en agar.

- Determinar la actividad antibacteriana *In vitro* del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 mediante el método de Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por macrodilución.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis alterna

La formulación semisólida elaborada con el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) si presenta actividad antibacteriana *in vitro* frente a cepas de *S. aureus* ATCC 25923 y *S. epidermidis* ATCC 12228.

1.6.2. Hipótesis nula

La formulación semisólida elaborada con el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) no presenta actividad antibacteriana *in vitro* frente a cepas de *S. aureus* ATCC 25923 y *S. epidermidis* ATCC 12228.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente:

- Formulación semisólida con extracto de cáscara de *Persea americana* (Palta) a concentraciones (5%, 30% y 60%)

1.7.2. Variable dependiente:

- Actividad antibacteriana *In vitro*

1.7.3. Indicadores

Variable independiente	Variable dependiente
Porcentaje de rendimiento	Grupo de investigación
Prueba de solubilidad	Análisis antibacteriano
Marcha Fitoquímica	Kirby Bauer y CMI

1.7.4. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	Nº DE ÍTEMS	VALOR
Variable independiente: Formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta)	Formulación semisólida realizada a partir del extracto seco de cáscara de palta mediante el proceso de maceración para pruebas de solubilidad y marcha fitoquímica.	Los análisis de rendimiento, solubilidad y marcha fitoquímica se realizarán para la determinación de metabolitos secundarios responsables de la actividad biológica.	Rendimiento de especie vegetal	▪ Porcentaje de rendimiento	Nominal	1	% Valor porcentual
			Prueba de solubilidad	▪ Éter de petróleo ▪ Cloroformo ▪ Butanol ▪ Etanol 96° ▪ Metanol ▪ Agua destilada	Ordinal	7	(-) Insoluble (+) Mínimo (++) Mediana (+++) Muy soluble
			Marcha Fitoquímica	▪ Antraquinonas ▪ Compuestos fenólicos ▪ Terpenos y esteroides ▪ Alcaloides ▪ Lactonas α , β -insaturadas ▪ Taninos ▪ Antocianinas ▪ Saponinas ▪ Flavonoides	Ordinal	13	(-) Ausente (+) Mínima (++) Mediana (+++) Abundante presencia

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	Nº DE ÍTEMS	VALOR
Variable dependiente: Actividad antibacteriana <i>In vitro</i>	Formulación semisólida derivada de especie vegetal que actúa contra los microorganismos, destruyéndolos o inhibiendo su crecimiento mediante análisis antibacteriano de diferentes grupos de investigación.	Se procederá a inocular las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i> en placas petri con medio de cultivo para el análisis antibacteriano de diferentes grupos de investigación por medio de la técnica de difusión en agar en pozo	Grupo de investigación	▪ Grupos experimentales ▪ Grupo control positivo ▪ Grupo control negativo	Ordinal	5	5% 30% 60% Ciprofloxacino Formulación semisólida base
			Análisis antibacteriano	▪ Kirby Bauer - Medición de diámetro inhibición (mm)	Razón	10	<8 mm: nulo 8 – 14 mm: Sensible 14 – 20 mm: Muy sensible >20 mm: Sumamente sensible
				▪ Concentración mínima inhibitoria (CMI)	Ordinal	6	S: Sensible I: Intermedio R: Resistente

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Aqni, R y Saputra, A (2023), este estudio buscó determinar la mejor concentración de PEG 400 y PEG 4000 en ungüentos hechos con extracto de hojas de aguacate (*Persea americana*) para tratar el acné causado por *Staphylococcus aureus*. La extracción se realizó mediante percolación con etanol al 96%, formulando tres versiones del ungüento con diferentes concentraciones: F I (1.3%:1%), F II (1%:1.3%) y F III (1%:1%). Se evaluaron características físicas como pH, homogeneidad y adhesión, además de la actividad antibacteriana usando el método de difusión en pozos. La fórmula I mostró una zona de inhibición de 25.03 mm, destacándose como la más efectiva. El análisis estadístico reveló diferencias significativas, concluyendo que la fórmula I tenía las mejores propiedades físicas y actividad antibacteriana (22).

Yuliandari, N et al. (2023), Este estudio tuvo como objetivo evaluar el uso del extracto etanólico de cáscara de aguacate en gel antiacné y su capacidad para inhibir *Staphylococcus aureus*, bacteria relacionada con el acné. El extracto se obtuvo por percolación y se formuló en geles al 10%, 20% y 30%. Las pruebas físicas incluyeron evaluación de apariencia, homogeneidad, pH (6.2-6.9), viscosidad, adherencia, extensibilidad, irritación, hidratación y estabilidad. Los resultados mostraron que el gel es homogéneo, no irrita y puede hidratar la piel, además de presentar actividad antibacteriana con zonas de inhibición de 14.56 mm, 19.46 mm y 21.2 mm, respectivamente, categorizando al gel como efectivo contra la bacteria (23).

Mangkey, T et al. (2023). El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad del gel de extracto etanólico de cáscara de aguacate para inhibir *Staphylococcus aureus* y analizar sus propiedades físicas. La investigación empleó métodos experimentales, formulando geles con Na-CMC al 3% y 4%, y Carbopol al 0,5% y 1,5%. Las pruebas antibacterianas mostraron zonas de inhibición de 27,3 mm, 26,3 mm, 28 mm y 27,1 mm, respectivamente. El gel con mayor inhibición fue sometido a evaluaciones físicas, cumpliendo con los estándares

de apariencia, homogeneidad, pH, adherencia y dispersión. En conclusión, el gel demostró una fuerte actividad antibacteriana y buenas propiedades físicas, siendo adecuado para su uso (24).

Vivi, E et al. (2020), el estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia del gel desinfectante de manos elaborado con fracción n-hexano de hojas de aguacate (*Persea americana*) contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Se desarrollaron formulaciones con concentraciones de 5%, 10% y 15%, utilizando CMC-Na como base. Las pruebas físicas incluyeron evaluaciones organolépticas, homogeneidad, pH y esparcibilidad. Los resultados mostraron que el gel a 15% presentó la mayor zona de inhibición, mientras que el gel a 5% fue el más efectivo según análisis estadísticos. Esto demuestra la actividad antibacteriana del extracto de aguacate frente a las bacterias evaluadas (25).

Betancourt I, Solís V. (2024). Desarrollaron una crema cosmética con el aceite de aguacate (*Persea americana*) con el objetivo de evaluar su actividad antioxidante dentro de la formulación. Los parámetros como el pH, viscosidad y características organolépticas se mantuvieron estables a lo largo del estudio. Esto evidencia que el aceite de aguacate (*Persea*

americana) es compatible con este tipo de formulaciones y no compromete su estabilidad (26).

Hamdhani (2023). Este estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de formular una crema base con actividad antioxidante a partir del extracto etanólico de cáscara de aguacate (*Persea americana*). Se empleó un enfoque experimental, utilizando cáscara de aguacate macerada con etanol al 96%, y se formularon cremas con concentraciones de 1,5%, 2% y 2,5%, además de una crema blanca como control. Las pruebas incluyeron evaluaciones de homogeneidad, pH, viscosidad, estabilidad, irritación, hidratación y actividad antioxidante. Los resultados indicaron un rendimiento del 12,99% en la extracción, con todas las formulaciones mostrando pH dentro de 6,0 a 6,5 y valores de viscosidad adecuados. La formulación al 2,5% demostró un potente efecto antioxidante (CI₅₀ de 54,74 µg/mL) y un 67,23% de recuperación, destacándose como la más eficaz (27).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Geldres, R (2023). Este estudio comparó el efecto antibacteriano del extracto etanólico de semilla de palta *Persea americana* sobre *Streptococcus mutans*. La investigación siguió

un diseño experimental y analítico, donde las cepas bacterianas fueron cultivadas y expuestas a extractos en concentraciones del 10%, 25%, 50% y 75%, usando clorhexidina al 0,12% como control positivo. Se evaluó la inhibición bacteriana mediante el método de Kirby-Bauer, midiendo los halos de inhibición con un Vernier. Los resultados mostraron que las concentraciones del 10% y 25% no tuvieron efecto, mientras que al 50% y 75% se lograron halos de 19,7 mm y 22,8 mm, respectivamente. El extracto al 75% mostró la mayor actividad antibacteriana, aunque menor que la del control (28).

Alfaro, R y Chachaque, J (2023). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto antibacteriano *in vitro* del extracto etanólico de la cáscara de *Persea americana* (palta) contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Se llevó a cabo un diseño experimental cuantitativo y transversal, utilizando 3 kg de cáscara y 10 placas Petri. Se realizaron pruebas fitoquímicas y la actividad antibacteriana se midió mediante el método de difusión en agar con concentraciones del 25%, 50% y 75%, comparadas con ciprofloxacino. Los resultados mostraron halos de inhibición de 16,96 mm, 18,86 mm y 23,12 mm,

respectivamente, indicando actividad, aunque menor que el ciprofloxacino (29).

Herrera, F y Suarez, N (2022). Este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia antibacteriana del extracto hidroalcohólico de hojas de *Persea americana* (palta) frente a *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Con un diseño experimental, se utilizó una muestra de 500 gramos de hojas. Se realizaron pruebas de solubilidad y análisis fitoquímico para identificar metabolitos secundarios, y se evaluó la actividad antibacteriana del extracto en concentraciones del 25%, 50%, 75% y 100% mediante el método de difusión en agar. Los resultados mostraron que el extracto no tuvo efecto inhibitorio, ya que los halos de 6 mm fueron equivalentes al control negativo. En conclusión, el extracto no demostró actividad antibacteriana frente a las cepas estudiadas (30).

Burga, Y (2020). El objetivo de esta investigación fue demostrar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de semilla y corteza de *Persea americana* (palta) frente a *Salmonella typhi* "in vitro". El estudio se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Alas Peruanas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Se obtuvo el extracto mediante

maceración en alcohol al 96% y posterior evaporación, generando concentraciones de 80%, 50%, 25% y 12.5%. La prueba de sensibilidad se realizó con el método de Kirby Bauer frente a tres cepas de *S. typhi*. Los resultados indicaron que el extracto de corteza solo mostró actividad en una cepa, mientras que el extracto de semilla fue efectivo en las tres cepas, alcanzando halos de inhibición de 9.74 mm (12.5%) y 13.16 mm (80%), de igual importancia el antibiótico trimetoprim-sulfametoxazol (SxT) presentó una mayor sensibilidad frente a *Salmonella typhi*, generando halos de inhibición entre 24,6 y 33,3 mm en las tres cepas evaluadas. Se concluye que ambos extractos presentan actividad antibacteriana frente a *S. typhi*, siendo la semilla más efectiva (31).

Conde, H y Gomez, L (2022). El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antifúngica del extracto hidroalcohólico de semillas de *Persea americana* Mill (palta) contra la *Candida albicans*. La metodología fue de tipo experimental y cuantitativa, empleando diferentes concentraciones del extracto (25%, 50%, 75% y 100%). Los resultados mostraron que el extracto tiene un efecto antifúngico significativo, especialmente en las concentraciones más altas, con halos de inhibición que

aumentaron progresivamente. Se concluye que el extracto hidroalcohólico presenta un efecto antifúngico eficaz, siendo una alternativa prometedora para el tratamiento de infecciones causadas por esta levadura (32).

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Especie vegetal *Persea americana* (Palta)

2.2.1.1. Cáscara de palta:

Es fuente rica en compuestos bioactivos, incluyendo antioxidantes, flavonoides y otros fitonutrientes. Estos compuestos han demostrado tener propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes. La investigación sobre estos fitoquímicos sugiere que su uso en formulaciones semisólidas podría aportar beneficios terapéuticos en diversas aplicaciones, como el tratamiento de infecciones y enfermedades inflamatorias (33).

2.2.1.2. Extracción etanólica:

Es un método común para obtener fitocompuestos de origen vegetal, dado que el etanol es un solvente eficiente para disolver una amplia gama de metabolitos secundarios. Este proceso permite la obtención de un

extracto concentrado que puede utilizarse en formulaciones semisólidas. El etanol no solo facilita la extracción de compuestos lipofílicos, sino que también tiene propiedades antimicrobianas, lo que puede potenciar la actividad del extracto en la formulación final (34).

2.2.2 Análisis en formulaciones semisólidas

2.2.2.1. Formulación semisólida de tipo crema:

Las cremas son formulaciones semisólidas de uso tópico ampliamente empleadas en la industria farmacéutica y cosmética. Según la USP, las cremas son preparaciones que contienen una o más sustancias activas disueltas o dispersas en una base adecuada que puede ser lipofílica, hidrofílica o una emulsión (W/O o O/W). Las cremas presentan una textura suave y cremosa que permite una fácil aplicación y absorción en la piel. Son utilizadas principalmente para la administración de principios activos con acción local o transdérmica. Su composición generalmente incluye emulsionantes, humectantes, estabilizantes, conservantes y agua como fase continua (35).

2.2.2.2. Análisis de viscosidad en cremas:

El análisis de viscosidad en cremas es un parámetro fundamental para garantizar la consistencia, estabilidad y facilidad de aplicación del producto final. Según la USP, la viscosidad se define como la resistencia de un líquido al flujo y puede medirse utilizando dispositivos como viscosímetros rotacionales o reómetros. El perfil reológico de una crema debe ser cuidadosamente evaluado para asegurar su comportamiento adecuado bajo diferentes condiciones de almacenamiento y aplicación. Una viscosidad inadecuada puede afectar la liberación del principio activo y la aceptabilidad del producto por el paciente (36).

2.2.2.3. Análisis de pH en cremas:

El análisis de pH en cremas es esencial para garantizar la estabilidad del principio activo y la compatibilidad con la piel. Según los manuales de la industria farmacéutica y la USP, el pH debe mantenerse en un rango óptimo para evitar irritación cutánea o degradación del fármaco. El pH de las cremas tópicas varía entre 4.5 - 7.5, dependiendo del tipo de formulación y su

finalidad terapéutica. Las mediciones se realizan utilizando un potenciómetro calibrado con soluciones buffer estándar, siguiendo procedimientos validados para obtener resultados precisos (37).

2.2.2.4. Compatibilidad de excipientes y tipos de excipientes:

La compatibilidad de excipientes es crucial para asegurar la estabilidad y efectividad de las cremas. Según la USP y los manuales industriales, los excipientes utilizados en cremas pueden clasificarse en emulsionantes, humectantes, espesantes, conservantes y agentes estabilizantes. La selección de excipientes debe considerar aspectos como la compatibilidad fisicoquímica con el principio activo, el perfil de estabilidad y la seguridad cutánea. Las interacciones indeseadas entre componentes pueden provocar separación de fases, cambios en la viscosidad o pérdida de eficacia del producto (38).

A. Emulsionantes: Son agentes que facilitan la formación y estabilización de emulsiones (O/W o W/O) al reducir la tensión superficial entre fases inmiscibles, como agua y aceite. Los emulsionantes pueden clasificarse en:

- Aniónicos: Lauril sulfato de sodio, utilizados en cremas detergentes.
- Catiónicos: Cloruro de benzalconio.
- No iónicos: Polisorbato 80 y el sorbitán monooleato (Span 80).

B. Humectantes: Estos excipientes ayudan a retener la humedad en la piel, evitando la deshidratación y proporcionando una sensación de suavidad. Los humectantes comunes incluyen:

- Glicerina: Altamente higroscópica y eficaz en la retención de agua.
- Propilenglicol: Mejora la penetración del principio activo y la hidratación cutánea.
- Urea: Humectante y propiedades queratolíticas.

C. Conservantes: Esenciales para inhibir el crecimiento microbiano, asegurando la estabilidad microbiológica de la crema. Los conservantes deben ser eficaces en el rango de pH de la formulación y no deben interactuar con otros componentes. Los más utilizados incluyen:

- Parabenos: metilparabeno, propilparabeno
- Fenoxietanol: Alternativa a los parabenos
- Ácido sórbico y sorbatos

D. Antioxidantes: Previenen la oxidación de los principios activos y de los aceites en la formulación, prolongando la vida útil del producto. Ejemplos comunes son:

- Butilhidroxitolueno (BHT) y butilhidroxianisol (BHA): Utilizados para prevenir la rancidez de los lípidos.
- Tocoferoles (Vitamina E): Antioxidante natural
- Ácido ascórbico (Vitamina C): Utilizado en formulaciones donde el riesgo de oxidación es alto.

E. Estabilizantes y agentes de control de pH:

Garantizan la estabilidad física y química de la crema, evitando cambios en la viscosidad, separación de fases o degradación del principio activo. Entre los estabilizantes más utilizados se encuentran:

- Ácido cítrico y citratos: Para el ajuste y control del pH.
- EDTA (ácido etilendiaminotetraacético): Agente quelante que previene la degradación causada por iones metálicos.

F. Agentes permeabilizantes: Favorecen la penetración del principio activo a través de la piel, mejorando la

biodisponibilidad del fármaco. Los más comunes incluyen:

- Alcoholes (etanol, isopropanol): Aumentan la permeabilidad cutánea al disolver los lípidos del estrato córneo.
- Ácido oleico: Altera la estructura lipídica para mejorar la absorción.
- Propilenglicol: Ayudan a disolver principios activos lipofílicos y aumentar su difusión.

2.2.2.5. Análisis de estabilidad en cremas:

El análisis de estabilidad en cremas es un proceso fundamental en la industria farmacéutica para garantizar la calidad, seguridad y eficacia del producto durante su vida útil. Según la United States Pharmacopeia (USP) y los manuales de la industria farmacéutica, la estabilidad se define como la capacidad de un producto de mantener sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas, terapéuticas y sensoriales dentro de las especificaciones establecidas, bajo condiciones específicas de almacenamiento y uso (39).

A. Tipos de estabilidad evaluados:

- **Estabilidad física:** Evalúa la conservación de la apariencia, viscosidad, homogeneidad y ausencia de separación de fases. Las pruebas comunes incluyen centrifugación, ciclos térmicos y estudios de sedimentación.
- **Estabilidad química:** Determina la integridad y potencia del principio activo a lo largo del tiempo. Se utilizan métodos analíticos como HPLC y espectrofotometría para monitorear la degradación y la formación de productos secundarios.
- **Estabilidad microbiológica:** Verifica la preservación frente a contaminantes microbianos y la efectividad de los conservantes mediante pruebas de carga microbiana y desafío antimicrobiano.
- **Estabilidad sensorial:** Evalúa cambios en el color, olor, textura y otros atributos organolépticos que puedan afectar la aceptación del usuario.

- **Estabilidad de la eficacia terapéutica:** Garantiza que la actividad farmacológica del principio activo se conserve durante el período de validez del producto.

B. Factores que afectan la estabilidad

- **Temperatura:** Fluctuaciones térmicas pueden causar degradación química o separación de fases.
- **Luz:** La exposición a la luz puede inducir fotooxidación de ciertos ingredientes.
- **pH:** Los cambios en el pH pueden afectar la solubilidad y estabilidad del principio activo.
- **Interacción con envases:** Los materiales del envase pueden lixiviar sustancias o reaccionar con la formulación.

2.2.3 Actividad antibacteriana *In vitro*

La actividad antibacteriana se refiere a la capacidad de un agente, ya sea un compuesto químico, un extracto de origen vegetal o un fármaco, para inhibir el crecimiento o matar a las bacterias. Esta actividad es crucial en el desarrollo de

tratamientos para infecciones bacterianas y en la búsqueda de alternativas a los antibióticos convencionales.

2.2.3.1. Métodos de evaluación:

Existen diversos métodos para evaluar la actividad antibacteriana *in vitro*, siendo los más comunes la difusión en agar y la dilución en caldo. La difusión en agar permite observar el efecto del agente antimicrobiano mediante la medición de los diámetros de los halos de inhibición alrededor de los discos impregnados. La dilución en caldo determina la concentración mínima inhibitoria (CMI) al identificar la menor concentración del antibacteriano que evita el crecimiento bacteriano visible (40).

2.2.3.2. Resistencia bacteriana:

Es un fenómeno en el cual las bacterias desarrollan mecanismos que les permiten sobrevivir y proliferar a pesar de la presencia de antibacterianos. Esta resistencia puede surgir por mutaciones genéticas, adquisición de genes de resistencia o cambios en el comportamiento bacteriano. La evaluación *in vitro* de la actividad antibacteriana es

esencial para identificar y caracterizar cepas resistentes, lo que ayuda a guiar las decisiones clínicas y el desarrollo de nuevos fármacos (41).

2.2.3.3. Aplicaciones en Salud Pública:

La investigación sobre la actividad antibacteriana *in vitro* tiene implicaciones directas en la salud pública, especialmente en el contexto del aumento de infecciones resistentes a múltiples fármacos. Los estudios que identifican y caracterizan nuevos agentes antimicrobianos son esenciales para combatir infecciones nosocomiales y comunitarias, así como para desarrollar estrategias de prevención y tratamiento (42).

2.2.4 *Staphylococcus aureus*

Es una bacteria grampositiva que pertenece al género *Staphylococcus*. Se caracteriza por su forma de cocos dispuestos en racimos, semejante a un racimo de uvas, y tiene la capacidad de producir un pigmento dorado, que le da su nombre (*aureus*, "dorado" en latín). Es un microorganismo común en la piel y mucosas de los seres humanos, formando

parte de la flora normal, pero también es un patógeno oportunista capaz de causar infecciones.

2.2.4.1. Patogenicidad y factores de virulencia:

Es una de las principales causas de infecciones bacterianas, tanto en la comunidad como en entornos hospitalarios, y puede provocar desde infecciones superficiales en la piel (forúnculos, abscesos) hasta infecciones sistémicas graves (neumonía, sepsis, endocarditis). Produce diversos factores de virulencia, como toxinas (por ejemplo, la toxina del síndrome de choque tóxico), enzimas (coagulasa, hialuronidasa) y proteínas de adhesión que le permiten evadir la respuesta inmune y diseminarse en el organismo (43).

2.2.4.2. Resistencia a antibióticos:

Es conocido por su capacidad para desarrollar resistencia a los antibióticos. La aparición de cepas resistentes a la metilina (MRSA) ha sido un problema significativo en el ámbito hospitalario y comunitario.

2.2.4.3. Diagnóstico y tratamiento:

El diagnóstico se realiza mediante el cultivo microbiológico en medios específicos, seguido de

pruebas bioquímicas para confirmar su identificación. El tratamiento de infecciones por *S. aureus* varía según la sensibilidad a los antibióticos y puede incluir desde penicilinas hasta agentes específicos para cepas resistentes, como vancomicina o linezolid (44).

2.2.5 *Staphylococcus epidermidis*:

Es una bacteria grampositiva perteneciente al género *Staphylococcus*. Se presenta en forma de cocos en racimos, pero a diferencia de *S. aureus*, no produce pigmentos dorados, siendo típicamente blanco o gris en cultivos. Es un componente habitual de la flora normal de la piel humana y las membranas mucosas, desempeñando un papel protector al evitar la colonización de patógenos más peligrosos.

2.2.5.1. Patogenicidad y rol como patógeno oportunista:

A pesar de ser parte de la flora normal, *S. epidermidis* puede convertirse en un patógeno oportunista, especialmente en personas con sistemas inmunológicos comprometidos o con dispositivos médicos implantados, como catéteres, prótesis articulares y válvulas cardíacas. Es capaz de formar biopelículas en superficies de materiales médicos, lo

que facilita la colonización persistente y protege a las bacterias de la acción de los antibióticos (45).

2.2.5.2. Resistencia a antibióticos:

Muestra resistencia a múltiples antibióticos, siendo frecuente la aparición de cepas resistentes a la metililina (MRSE). La formación de biopelículas también contribuye a la dificultad de erradicar estas infecciones, ya que las bacterias protegidas en la biopelícula son menos susceptibles a los tratamientos.

2.2.5.3. Diagnóstico y tratamiento:

El diagnóstico de infecciones por *S. epidermidis* se realiza mediante el cultivo microbiológico, identificando la presencia de la bacteria en muestras clínicas. Es fundamental diferenciar las infecciones reales de la mera colonización, ya que es parte de la flora cutánea. El tratamiento puede incluir la eliminación del dispositivo médico infectado y el uso de antibióticos a los que las cepas sean sensibles, frecuentemente vancomicina, debido a la resistencia común a metililina (46).

2.3. Definición de términos

- **Metabolitos secundarios:** Son compuestos producidos por las plantas que no participan directamente en sus funciones básicas de supervivencia, pero si cumplen roles de protección. Suelen tener actividades biológicas relevantes, como efectos antimicrobianos, antioxidantes o antiinflamatorias.
- **Compuestos fenólicos:** Grupo de sustancias de origen vegetal caracterizadas por la presencia de uno o varios anillos fenólicos.
- **Flavonoides:** Compuestos naturales presentes en las plantas que tienen propiedades beneficiosas como antioxidantes y antibacterianas.
- **Taninos:** Compuestos naturales que se presentan en corteza, cascara, semillas y hojas que se caracterizan por ser astringentes.
- **Antioxidante:** Inhibe o retrasa el proceso de oxidación mediante la neutralización de radicales libres.
- **Reología en formulación:** Estudio de cómo se comporta un semisólido cuando se aplica, afectando textura, facilidad de uso y absorción.
- **Maceración:** Proceso para extraer activos de manera sencilla y efectiva a través de un solvente.

- **Extracto:** Es el producto que se obtiene de una parte de la planta a través de la maceración, listo para usarse en estudios y/o formulaciones.
- **Rendimiento del extracto:** Cantidad de extracto obtenido con relación a la cantidad de muestra usada, esto nos indica la eficacia del proceso de extracción.
- **Excipientes:** Sustancias añadidas a la formulación que no presentan actividad terapéutica pero que ayudan a dar consistencia y mejorar su uso.
- **Agente quelante:** Excipiente que se une a iones metálicos para evitar la degradación de la formulación.
- **United States Pharmacopeia (USP):** Libro de referencia que establece normas de calidad, seguridad y eficacia para productos farmacéuticos.
- **In vitro:** “en vidrio” termino que describe un estudio realizado en un ambiente estéril y controlado.
- **Principio activo:** Sustancia química presente en la formulación que produce la actividad terapéutica deseada, ya sea farmacológico, antimicrobiano o antiinflamatorio.

- **Macrodilución:** Método in vitro que permite determinar la concentración mínima inhibitoria mediante preparación de diluciones en serie en tubos de ensayo con medios de cultivo en su contenido.
- **Método Kirby Bauer:** Es una técnica que evalúa la sensibilidad bacteriana a antibióticos mediante la medición de los halos de inhibición en una placa de agar.
- **Concentración Mínima Inhibitoria (CMI):** Es la cantidad más baja de un antimicrobiano que inhibe el crecimiento visible de una bacteria en condiciones de laboratorio. Es una medida clave para determinar la efectividad de un antibiótico frente a un microorganismo específico.
- **Vernier:** Es un instrumento de medición utilizado para determinar dimensiones con alta precisión. Consiste en una regla graduada que se desplaza a lo largo de una escala fija, permitiendo medir longitudes, diámetros y profundidades con una exactitud superior a la de una regla común.
- **Agar:** Sustancia gelatinosa derivada de las paredes celulares de ciertas algas, principalmente del género Gelidium y Gracilaria. Se utiliza como un agente solidificante en medios de cultivo para el crecimiento de microorganismos, ya que proporciona una matriz semisólida en la que las bacterias y hongos pueden desarrollarse.

- **Crema:** Es una forma de dosificación semisólida destinada a la aplicación tópica sobre la piel o membranas mucosas. Está compuesta por una emulsión de fase acuosa y fase oleosa, lo que le confiere una textura suave y fácil de aplicar. Las cremas pueden ser emulsiones de aceite en agua (O/W) o agua en aceite (W/O), dependiendo de la proporción de sus componentes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada, esto se debió a que busca resolver un problema práctico, como la necesidad de encontrar alternativas efectivas para el tratamiento de infecciones bacterianas. De enfoque cuantitativo ya que se centró en recopilar y analizar datos numéricos para comprender fenómenos, utilizando métodos estadísticos (47).

3.1.2. Diseño de investigación

Experimental se centró en ajustar y manipular variables para evaluar su impacto en otras variables relacionadas (48).

3.1.3. Nivel de investigación

Explicativo se orientó a examinar y entender cómo se manifiesta la relación de causa y efecto, prospectivo y analítico (49).

3.2 Población y muestra

3.2.1. Población

Estuvo conformada por 20 kg de frutos de *Persea americana* (palta), del departamento de Ica.

Se empleó *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 de Laboratorios Microbiológicos.

3.2.2. Muestra

Muestra vegetal: 5 kg de cáscara de *Persea americana* (palta)

Muestra biológica: Para el cálculo del tamaño de muestra se realizó considerando una potencia estadística del 90% ($1 - \beta = 0.90$), lo cual implicó una probabilidad del 10% de cometer un error tipo II (falsos negativos).

Para obtener el tamaño de la muestra biológica en relación con las placas en estudio se consideró la siguiente fórmula de población infinita de variable cuantitativa.

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 S^2}{d^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

$Z_{\alpha}=1,96$ Valor de distribución normal corresponde al error tipo I (α) del 5%

$Z_{\beta}=1,28$ Valor de distribución normal corresponde al error tipo II (β) del 10%

S= Desviación estándar de la variable en estudio (se obtiene de una muestra piloto de algún antecedente)

d= Margen de error permisible (precisión). Establecido por el investigador.

$$n = \frac{2(1.96 + 1.28)^2 1.23^2}{2.00^2} = 8 \text{ placas}$$

Se tomó como antecedente para los datos de la (S) desviación estándar, la investigación de **Geldres (2023)** (50).

Por lo tanto, la muestra estuvo conformada por n = 8 repeticiones por cada grupo.

Se utilizó un muestreo no probabilístico intencional, seleccionando los casos de acuerdo con criterios específicos previamente definidos (51).

a) Criterios de inclusión:

- Frutos de *Persea americana* (palta) en estado de madurez óptimo.
- Cáscaras en condiciones físicas óptimas.
- Cascaras solo de Ica.
- Cascaras de la variedad Hass.
- Tamaño homogéneo de frutos de *Persea americana* (palta).
- Excipientes certificados y vigentes.

b) Criterios de exclusión:

- Frutos que presenten signos de daño, deterioro o infección visible.
- Cascaras con signos de contaminación.
- Cascaras que provienen de otra localidad.
- Cascaras de palta de otra variedad.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación, aplicando los procedimientos mediante la marcha fitoquímica, y para la evaluación de la actividad antibacteriana se empleó el método de Kirby-Bauer. La recolección de la cáscara de *Persea americana* fue en Ica.

3.3.1. Análisis taxonómico

El análisis taxonómico de *Persea americana* se llevó a cabo con un taxónomo experto. Este proceso incluyó la identificación detallada de las características morfológicas y fisiológicas de la planta, así como la comparación con muestras de referencia. Los expertos utilizaron técnicas especializadas para asegurar la correcta clasificación y documentación de la especie, se adjunta el certificado taxonómico en los anexos.

3.3.2. Tratamiento de la muestra

La muestra fue obtenida del departamento de Ica, en la provincia de Nazca, en la zona del Trigal, a 520 m.s.n.m. a 439 km al sur de Lima, latitud -14.80603° o $14^{\circ}48'22''$ sur y longitud de -74.87063° o $74^{\circ}52'14''$ oeste. Posteriormente fue transportado a la ciudad de Lima para su tratamiento.

Para la obtención del extracto seco requerido para las evaluaciones posteriores, se empleó un procedimiento de extracción por maceración utilizando como solvente etanol de 96°, debido a su eficacia para solubilizar una amplia gama de compuestos fitoquímicos. Inicialmente, el material vegetal previamente limpio, seco y pulverizado se colocó en un frasco de vidrio ámbar, con el fin de proteger los metabolitos sensibles a la luz y evitar su degradación durante el proceso. Posteriormente, se añadió una cantidad suficiente de etanol (96°) hasta cubrir completamente el material vegetal, asegurando un adecuado contacto entre el solvente y la matriz vegetal. El frasco fue sellado herméticamente y mantenido en reposo durante un periodo de siete días. Durante este tiempo, el sistema fue sometido a agitación diaria por agitación manual o mediante un agitador mecánico con el propósito de favorecer la difusión de los fitoconstituyentes hacia el solvente y optimizar el rendimiento del extracto.

Transcurrido el tiempo de maceración, la mezcla se filtró utilizando papel filtro o gasa fina para separar el extracto líquido del material vegetal agotado. El filtrado obtenido se sometió posteriormente a un proceso de eliminación del solvente, el

cual se realizó mediante evaporación controlada, con el fin de preservar los compuestos termolábiles. Este proceso permitió concentrar la solución hasta obtener una masa semisólida o sólida. Finalmente, el residuo seco obtenido se trasladó a un recipiente hermético de vidrio ámbar y se almacenó en condiciones adecuadas (protegido de la luz, humedad y calor) hasta su utilización en las pruebas experimentales correspondientes. Este extracto seco correspondió al material base para las evaluaciones químicas, biológicas y/o microbiológicas programadas.

3.3.3. Porcentaje de rendimiento

El rendimiento se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%E = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

Donde:

- %E= Porcentaje de rendimiento
- Pf= Peso final (extracto seco obtenido)
- Pi= Peso inicial (Muestra obtenida)

3.3.4. Análisis de solubilidad

Se utilizaron 0.5 gramos del extracto seco, que fueron mezclados con 1 mL de diversos solventes, incluyendo

aquellos apolares, alcohólicos y polares. Esta combinación permitió evaluar la solubilidad del extracto en diferentes medios, lo que fue fundamental para determinar su potencial actividad biológica.

3.3.5. Marcha fitoquímica

Se llevó a cabo una evaluación preliminar de fitoconstituyentes utilizando la técnica de Olga Lock. Para ello, se emplearon 12 tubos de ensayo, cada uno con 1 mL de extracto fluido.

Dicha técnica se realizó con el fin de determinar los metabolitos secundarios presentes en el extracto de cáscara de *Persea americana* (palta), así mismo con este análisis podemos determinar de manera preliminar que se realizó de manera correcta la extracción de la muestra.

Tabla 1. Análisis cualitativo preliminar

Reactivo	Cantidad de reactivo	Muestra	Tiempo de reacción	Temperatura	Observación/ Resultados
Borntrager	1 mL de reactivo	1 mL de extracto	2-5 min	Ambiente	Formación de color rojo indica la presencia de antraquinonas.
Cloruro férrico	2-3 gotas	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Color verde o azul-negro indica la presencia de taninos.
Liebermann-Burchard	1 mL de reactivo	1 mL de extracto	5-10 min	Ambiente	Coloración verde o azul indica presencia de esteroides o triterpenos.
Dragendorff	2-5 gotas	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Precipitado anaranjado a marrón indica la presencia de alcaloides.
Mayer	2-5 gotas	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Precipitado blanco o amarillento indica la presencia de alcaloides.
Wagner	2-5 gotas	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Precipitado pardo oscuro rojizo a marrón indica presencia de alcaloides.
Baljet	1 mL de reactivo	1 mL de extracto	5-10 min	Ambiente	Coloración o precipitado rojo indica presencia de lactonas sesquiterpénicas.
Gelatina	1 mL al 1%	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Precipitado blanco indica la presencia de taninos.

Gelatina-sal	1 mL al 1% de gelatina + 1% NaCl	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Precipitado blanco o turbidez indica la presencia de taninos.
NaOH 10%	1 mL	1 mL de extracto	Inmediato	Ambiente	Coloración café - anaranjado.
Espuma (índice de afrosimétrico)	2 mL de agua destilada	1 mL de extracto	Agitación intensa (15 s)	Ambiente	Formación de espuma indica presencia de saponinas.
Shinoda	Fragmento de Mg + 2-3 gotas de HCl conc.	1 mL de extracto	Inmediato	Calor suave 25°C - 30°C	Coloración roja, rosa o verde indica flavonoides.

3.3.6. Formulación de forma farmacéutica semisólida

Crema a base de cáscara de *Persea americana*

Preparado 1 (5%):

DESCRIPCION INCI	FO. %	CANTIDAD 50 (g)
CITRIC ACID	0.01	0.005
EXTRACTO DE C. DE <i>Persea americana</i>	5.00	2.500
HYDROXYETHYL UREA	1.00	0.500
POLYACRYLATE-13 & POLYISOBUTENE & POLYSORBATE 20	2.0	1.000
DISODIUM EDTA	0.05	0.025
ALCOHOL 96°	3.00	1.500
AGUA DESIONIZADA C.S.P.		50.000

Preparado 2 (30%):

DESCRIPCION INCI	FO. %	CANTIDAD 50 (g)
CITRIC ACID	0.01	0.005
EXTRACTO DE C. DE <i>Persea americana</i>	30.00	15.00
HYDROXYETHYL UREA	1.00	0.500
POLYACRYLATE-13 & POLYISOBUTENE & POLYSORBATE 20	2.00	1.000
DISODIUM EDTA	0.05	0.025
ALCOHOL 96°	5.00	2.500
AGUA DESIONIZADA C.S.P.		50.000

Preparado 3 (60%):

DESCRIPCION INCI	FO. %	CANTIDAD 50 (g)
CITRIC ACID	0.01	0.005
EXTRACTO DE C. DE <i>Persea americana</i>	60.00	30.00
HYDROXYETHYL UREA	1.00	0.500
POLYACRYLATE-13 & POLYISOBUTENE & POLYSORBATE 20	2.00	1.000
DISODIUM EDTA	0.05	0.025
ALCOHOL 96°	10.00	5.000
AGUA DESIONIZADA C.S.P.		50.000

Procedimiento:

- a) En un beaker añadimos alcohol 96°.
- b) Al beaker del paso anterior añadir el extracto cascara de *Persea americana* y agitamos ayuda de una bagueta de vidrio por 5 minutos hasta disolución completa.
- c) En otro beaker de 50 ml disolvemos disodium EDTA en 5ml de agua.
- d) Añadimos la solución del paso” b) “al beaker de 50 ml del paso anterior y agitar con ayuda de una bagueta de vidrio hasta disolución completa.
- e) Seguidamente añadimos polyacrylate-13 & polyisobutene & polysorbate 20 y agitamos con ayuda de una bagueta de vidrio hasta completa mezcla.
- f) Añadimos hydroxyethyl urea y agitamos con ayuda de una bagueta de vidrio hasta completa disolución.
- g) Añadimos agua desionizada c.s.p 50 gr agitando lentamente hasta completa mezcla.
- h) Por último, regulamos pH con ácido cítrico.

Las concentraciones seleccionadas de 5%, 30% y 60% se justificaron científicamente para evaluar una curva dosis-respuesta, permitiendo determinar el rango de efectividad del

extracto frente a las bacterias. La concentración más baja (5%) permitió evaluar si incluso pequeñas cantidades del extracto pueden generar actividad antibacteriana, lo que fue beneficioso para reducir costos y posibles efectos adversos. La concentración intermedia (30%) ofreció un punto medio para observar una respuesta más significativa sin llegar al máximo porcentaje, mientras que la concentración más alta (60%) permitió determinar el efecto máximo potencial del extracto en la formulación. Además, estas concentraciones proporcionaron una visión amplia del perfil de eficacia del producto, facilitando la identificación de la concentración óptima para su uso clínico o cosmético (29).

Criterios de inclusión

- Color uniforme.
- Aspecto homogéneo.
- Ausencia de separación de fases.
- pH dentro del rango.
- Viscosidad adecuada.
- Materias primas certificadas.
- Ausencia visible de contaminación.

Criterios de exclusión

- Variación significativa del color.
- Separación de fases.
- pH fuera de rango.
- Viscosidad inadecuada.
- Presencia de precipitación o grumos.
- Materias primas contaminadas y no certificadas.

3.3.7. Estudio de estabilidad

Se realizó en las etapas iniciales en el desarrollo y diseño de diferentes formulaciones en el laboratorio. Tales formulaciones fueron sometidas a situaciones de estrés, para ver posibles inestabilidades y confirmar que lograron conservar sus características tanto físicas como químicas. El estudio generalmente duró 15 días y el objetivo fue analizar cómo se comportó la formulación y ver posibles cambios para su mejora.

A. Pruebas utilizadas para realizar el estudio

- Prueba de Centrifuga: 3000 rpm por media hora
- Temperaturas Elevadas: $T = 50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Temperaturas Bajas: $T = 5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Viscosidad

- pH
- Aspecto
- Color
- Olor

B. Estudio de estabilidad acelerada

Esta prueba fue conocida también como estabilidad formal que tuvo como objetivo proporcionarnos datos para prever las estabildades de los productos, su tiempo de vida útil y la compatibilidad del material añadido con la formulación. Usualmente tuvieron una duración de 90 días y las formulaciones que están en prueba se sometieron a condiciones menores que las de una estabilidad preliminar.

Los valores generalmente adoptados para temperaturas elevadas fueron:

- Estufa: $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Estufa: $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Nevera: $4^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$

El tiempo de cada evaluación de las muestras varió según las especificaciones del producto y componentes de

la formula, sin embargo, lo más usual para este estudio fue realizarlo al inicio, 7 días, 15 días, 30 días, 60 días, 90 días.

- Características organolépticas: aspecto, color, olor y sabor.
- Características fisicoquímicas: valor de pH y viscosidad.

Para este estudio se realizó una estabilidad acelerada de 90 días con el fin de poder determinar la vida útil de la formula y su nivel de estabilidad (52).

3.3.8. Análisis microbiológico – Kirby Bauer (53)

3.3.8.1. Activación: El proceso de activación de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* se llevó a cabo utilizando la metodología del laboratorio fabricante con el dispositivo Kwik-Stik. Este procedimiento consistió en aplicar presión en la parte superior del contenedor para romper la ampolla que contiene las cepas bacterianas. Una vez completada esta etapa, se extrajo una muestra y se transfirió a un medio de cultivo de agar enriquecido. Este método garantizó que las bacterias se rehidraten adecuadamente y se activen, permitiendo su posterior uso en los ensayos de actividad antibacteriana. Los resultados de esta activación fueron fundamentales para asegurar la

viabilidad y el crecimiento adecuado de las cepas durante los experimentos.

3.3.8.2. Inóculo: Para la preparación del inóculo, se mezclaron colonias de las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* con solución salina al 0,9% de NaCl. Posteriormente, se ajustó la turbidez de la mezcla utilizando la escala de McFarland 0.5, lo que aseguró que la concentración sea adecuada para los ensayos de sensibilidad.

3.3.8.3. Inoculación de las Placas: Se prepararon placas de cultivo utilizando medio Mueller-Hinton de acuerdo con las indicaciones del fabricante, y se inocularon las cepas respectivas en estas placas. A continuación, se procedió a realizar la técnica de estriado cruzado, lo que permitió garantizar una dispersión uniforme del cultivo en la superficie del medio.

3.3.8.4. Preparación de pozos: Para los pozos se utilizó un material estéril de acero inoxidable de diámetro de 6 mm, el cual se empleó para realizar el excavado en el medio. Se agregaron 50 µl de las formulaciones preparadas con no

menos de 24 horas y controles respectivos en cada uno de los pozos.

- *Persea americana* (palta) 5%
- *Persea americana* (palta) 30%
- *Persea americana* (palta) 60%
- Control positivo: Ciprofloxacino 5 µg
- Control negativo: Formulaci3n semis3lida base

Las placas se incubaron a 37°C durante un per3odo de 24 a 48 horas. Durante este tiempo, se permiti3 que las cepas bacterianas crezcan y se desarrollen adecuadamente en el medio de cultivo. Una vez transcurrido el per3odo de incubaci3n, se procedi3 a analizar los resultados obtenidos. Para ello, se utiliz3 la "Escala de Duraffourd", que permiti3 evaluar la actividad antibacteriana del extracto de *Persea americana* en funci3n de la inhibici3n del crecimiento bacteriano (53).

3.3.9. Concentraci3n M3nima Inhibitoria (CMI) Macrodiluci3n (54)

3.3.9.1. Materiales y reactivos

- Cepas bacterianas: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228

- Caldo Mueller-Hinton (MH)
- Solución salina estéril
- Tubos de ensayo estériles con tapa rosca
- Pipetas estériles y micropipetas con puntas estériles
- Incubadora (Bosco IB-9025A)

3.3.9.2. Preparación del inóculo bacteriano

- Activar las cepas en agar nutritivo e incubar a 37 °C por 24 horas.
- Preparar una suspensión bacteriana en solución salina estéril ajustado al estándar de McFarland 0.5 (1.5×10^8 UFC/mL).
- Diluir 1:10 en caldo MH o TSB para obtener una concentración final de aproximadamente 1.5×10^7 UFC/mL.

3.3.9.3. Preparación de las Diluciones del extracto etanólico

- Preparar una solución madre del extracto etanólico de cáscara de palta (100 mg/mL en etanol al 10%).

- Realizar diluciones seriadas en caldo MH o TSB para obtener concentraciones finales que oscilen entre 0.03 mg/mL y 64 mg/mL.
- Mezclar vigorosamente utilizando un vortex para asegurar una distribución homogénea del extracto.

3.3.9.4. Procedimiento de Macrodilución

- Etiquetar los tubos con las concentraciones respectivas.
- Añadir 1 mL de cada dilución del extracto en los tubos estériles.
- Agregar 1 mL del inóculo bacteriano ajustado en cada tubo, obteniendo una concentración final de 5×10^5 UFC/mL.
- Incluir controles: Control positivo: Caldo con inóculo sin extracto y Control negativo: Caldo con extracto sin inóculo.

3.3.9.5. Incubación

- Incubar todos los tubos a 37 °C durante 24 horas.

3.3.9.6. Lectura de resultados

- Observar visualmente la turbidez en cada tubo después de la incubación.
- El tubo con la menor concentración de extracto en el que no se observe crecimiento bacteriano (ausencia de turbidez) se considera la CMI.
- Para confirmar, sembrar 100 μ L del contenido de los tubos sin turbidez en agar Mueller-Hinton y reincubar a 37 °C por 24 horas.
- Verificar la ausencia de crecimiento en las placas para asegurar que el extracto inhibe completamente el desarrollo bacteriano.

3.3.9.7. Interpretación de resultados

- La CMI se definió como la concentración más baja de extracto que inhibe completamente el crecimiento visible de la bacteria.
- Comparar los resultados con controles positivos y negativos para validar la eficacia del extracto.

3.3.10. Instrumentos

El instrumento empleado para la recolección de datos fue la ficha de observación, la cual se utilizó para documentar los resultados obtenidos en el análisis fitoquímico y microbiológico, asegurando un registro detallado y sistemático de la información relevante para el estudio.

Instrumentos y/o equipos

- Balanza: BA-58. Marca: ACZET. Modelo: CY6102
- Potenciómetro: PH-16. Marca: OHAUS. Modelo: a-AB33PH
- Homogeneizador: HM-05. Marca: DAIHAN SCIENTIFIC. Modelo: HG-15D
- Cámara de estabilidad: CCL-09 (30grados). Marca: BIOBASE. Modelo: BJPX-HT40011
- Cámara de estabilidad: CCL-10 (40 grados). Marca: BIOBASE. Modelo: BJPX-HT40011
- Refrigeradora: CE-01. Marca: BIOBASE. Modelo: BXC-V588M
- Viscosímetro: VS-05. Marca: Brookfield. Modelo: DV-1
- Estufa: ES-03. Marca: Eurolab. Modelo: DHG-9030A
- Incubadora: IN-02 Marca: Bosco. Modelo: IB-9025A

- Micropipeta: Boeco
- Vernier digital
- Equipo de cómputo

3.5 Procesamiento de datos

Los datos se analizaron utilizando el software SPSS. Se ingresaron los diámetros de los halos de inhibición para cada tratamiento y concentración, junto con los controles. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas en la actividad antibacteriana entre los distintos tratamientos. Cuando el ANOVA mostró diferencias significativas, se aplicó una prueba post hoc de Tukey para identificar qué grupos específicos presentaban diferencias. También se calcularon estadísticos descriptivos, como la media y la desviación estándar, para cada grupo (55). Por otro lado, se estableció un nivel de significancia de $p < 0.05$ para garantizar que los resultados obtenidos sean estadísticamente significativos y permitan rechazar la hipótesis nula con una probabilidad de error del 5%. De igual importancia para el cálculo del tamaño de muestra se realizó considerando una potencia estadística del 90% ($1 - \beta = 0.90$), lo cual implicó una probabilidad del 10% de cometer un error tipo II (falsos negativos) (55)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados de la formulación semisólida

Tabla 2. Contrastación con Escala de Duraffourd

<i>Staphylococcus aureus</i>					
Escala de Duraffourd	5%	30%	60%	Ciprofloxacino 5 µg	Crema base
	mm	mm	mm	mm	mm
No tiene efecto (-) <8 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Sensibilidad baja (+) 8 – 14 mm	8.79	0.0	0.0	0.0	0.0
Sensibilidad media (++) 14 – 20 mm	0.0	14.05	15.06	0.0	0.0
Sumamente sensible (+++) > 20 mm	0.0	0.0	0.0	29.83	0.0
<i>Staphylococcus epidermidis</i>					
Escala de Duraffourd	5%	30%	60%	Ciprofloxacino 5 µg	Crema base
	mm	mm	mm	mm	mm
No tiene efecto (-) <8 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Sensibilidad baja (+) 8 – 14 mm	11.70	0.0	0.0	0.0	0.0
Sensibilidad media (++) 14 – 20 mm	0.0	16.28	18.27	0.0	0.0
Sumamente sensible (+++) > 20 mm	0.0	0.0	0.0	36.47	0.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se presenta la contrastación con escala de Duraffourd, la cual sostiene que la formulación semisólida elaborada a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) posee actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

Tabla 3. ANOVA para *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
<i>Staphylococcus aureus</i>	Entre grupos	2720,137	4	680,034	341113, 560	0,000
	Dentro de grupos	0,070	35	0,002		
	Total	2720,207	39			
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Entre grupos	4219,900	4	1054,975	129945, 904	0,000
	Dentro de grupos	0,284	35	0,008		
	Total	4220,185	39			

Fuente: SPSS versión 27.0

En la tabla 3, se presentan los resultados de las pruebas de ANOVA para las cepas *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*. Se observó que $p < 0.05$, lo que indica diferencias significativas entre los grupos evaluados para *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*. Para identificar con mayor precisión estas diferencias, se recomienda realizar un análisis POST HOC mediante el método de Tukey.

Tabla 4. Comparaciones múltiples por Tukey frente *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*

Cepa	(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacino 5µg	crema base	23,82750	,02232	0,000	23,7633	23,8917
		5 %	21,03875	,02232	0,000	20,9746	21,1029
		30 %	15,78000	,02232	0,000	15,7158	15,8442
		60 %	14,77125	,02232	0,000	14,7071	14,8354
	Crema base	iprofloxacir 5ug	-23,82750	,02232	0,000	-23,8917	-23,7633
		5 %	-2,78875	,02232	0,000	-2,8529	-2,7246
		30 %	-8,04750	,02232	0,000	-8,1117	-7,9833
		60 %	-9,05625	,02232	0,000	-9,1204	-8,9921
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Ciprofloxacino 5µg	crema base	30,46875	,04505	0,000	30,3392	30,5983
		5 %	24,76750	,04505	0,000	24,6380	24,8970
		30 %	20,19250	,04505	0,000	20,0630	20,3220
		60 %	18,19500	,04505	0,000	18,0655	18,3245
	Crema base	iprofloxacir 5ug	-30,46875	,04505	0,000	-30,5983	-30,3392
		5 %	-5,70125	,04505	0,000	-5,8308	-5,5717
		30 %	-10,27625	,04505	0,000	-10,4058	-10,1467
		60 %	-12,27375	,04505	0,000	-12,4033	-12,1442

Fuente: SPSS versión 27.0

En la tabla 4, se analizaron las diferencias en el efecto inhibidor de ciprofloxacino 5ug y las concentraciones experimentales de la formulación semisólida al 5%, 30 %, 60 % frente a *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*. Los resultados indicaron que $p < 0.05$ entre ciprofloxacino 5ug y las concentraciones experimentales lo que refleja que el ciprofloxacino posee un efecto inhibidor significativamente mayor en comparación a las formulaciones. Asimismo, se obtuvo $p < 0.05$ entre la crema base y las formulaciones en las 3 concentraciones, indicando diferencias estadísticamente significativas en la inhibición bacteriana.

Tabla 5. Tabla de subconjuntos de *Staphylococcus aureus* y
Staphylococcus epidermidis

Cepa	Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
			1	2	3	4	5
<i>Staphylococcus aureus</i>	Crema base	8	6,00				
	5 %	8		8,78			
	30 %	8			14,04		
	60 %	8				15,05	
	Ciprofloxacino 5µg	8					29,82
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Crema base	8	6,00				
	5 %	8		11,70			
	30 %	8			16,27		
	60 %	8				18,27	
	Ciprofloxacino 5µg	8					36,46

Fuente: SPSS versión 27.0

En la cepa *Staphylococcus aureus* se observó que la crema base presentó el halo de inhibición de (6,0000 mm). Al incorporar las formulaciones en diferentes concentraciones, los halos aumentaron progresivamente, con valores de 8,7888 mm al 5%, 14,0475 mm al 30% y

15,0562 mm al 60%. El mayor efecto antibacteriano correspondió al ciprofloxacino 5 µg, con un halo promedio de 29,8275 mm, diferenciándose significativamente de los demás grupos.

De manera similar, frente a *Staphylococcus epidermidis* la crema base mostró un valor de inhibición de 6,0000 mm, mientras que el extracto en concentraciones crecientes presentó halos de 11,7013 mm (5%), 16,2762 mm (30%) y 18,2738 mm (60%). El control positivo con ciprofloxacino 5 µg alcanzó la mayor medida (36,4688 mm), confirmando un efecto superior en comparación con el resto de tratamientos.

4.2. Resultados del extracto etanólico

Tabla 6. Concentración Mínima Inhibitoria

Concentración mínima inhibitoria – CMI (extracto)					
N°	Concentración (mg/ml)	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	
		Turbidez	Resultado	Turbidez	Resultado
1	200	-		-	
2	100	-		-	
3	50	-	CMI	-	
4	25	+		-	CMI
5	12.5	+		+	
6	6.25	+		+	
7	3.125	+		+	
8	1.56	+		+	
9	0.78	+		+	
10	0.39	+		+	
11	Control +	+		+	
12	Control -	-		-	

Fuente: Elaboración propia

La determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) evidenció que el compuesto evaluado inhibió el crecimiento de *Staphylococcus aureus* a una concentración de 50 mg/ml y de *Staphylococcus epidermidis* a 25 mg/ml, observándose que a concentraciones superiores (100 y 200 mg/ml) no se presentó turbidez en ninguno de los casos, mientras que a concentraciones menores se evidenció crecimiento bacteriano. Estos resultados indican que *S. epidermidis* mostró una mayor sensibilidad frente al agente evaluado en comparación con *S. aureus*. Asimismo, los controles positivos confirmaron la viabilidad de las cepas y los controles negativos descartaron contaminación del medio, garantizando la validez de los resultados.

Tabla 7. Porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta)

Muestra	Pf = Peso final (extracto seco)	Pf = Muestra	% Porcentaje de rendimiento
<i>Persea americana</i> (Palta)	45.15 g	1200 g	3.76%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7 muestra el porcentaje de rendimiento obtenido a partir de cascara de *Persea americana* (palta). Para este análisis, se empleó una muestra molida de 1200 g. de la cual, tras el proceso de extracción, se obtuvo un extracto seco con un peso final de 45.15 g. Con estos datos, se calculó un porcentaje de rendimiento de 3.76%, lo que evidencia la eficiencia del procedimiento de extracción y la cantidad de extracto recuperado en relación con el peso inicial de la muestra.

Tabla 8. Prueba de solubilidad (extracto)

TUBO	SOLVENTE	RESULTADOS
N° 1	Acetato de etilo	-
N° 2	Butanol	-
N° 3	Etanol 96°	+++
N° 4	Etanol 70°	++
N° 5	Metanol	+
N° 6	Agua destilada	-
N° 7	Dimetilsulfoxido	+++

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 muestra que la máxima solubilidad (+++) se registró en dimetilsulfóxido (DMSO) y etanol 96°, lo que evidencia que estos solventes son los más eficaces, en etanol 70° se observó una solubilidad medianamente positiva (++), mientras que en metanol la solubilidad fue poco soluble (+).

Tabla 9. Marcha fitoquímica (extracto)

TUBO	ENSAYOS	METABOLITO	RESULTADO
N° 1	Boritrager	Antraquinonas	+++
N° 2	Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	+++
N° 3	Liebermann-Burchard	Terpenos y esteroides	-
N° 4	Dragendorff	Alcaloides	+
N° 5	Mayer	Alcaloides	+
N° 6	Wagner	Alcaloides	+
N° 7	Baljet	Lactonas α , β -insaturadas	+++
N° 8	Gelatina	Taninos	+++
N° 9	Gelatina-sal	Taninos	+++
N° 10	NaOH 10%	Antocianinas	+++
N° 11	Espuma	Saponinas	+++
N° 12	Shinoda	Flavonoides	+++

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 respecto con la cáscara de *Persea americana* (palta) se puede observar abundante presencia en las pruebas de Boritrager, Cloruro férrico, Baljet, Gelatina, Gelatina-sal, NaOH 10%, Espuma, Shinoda encontrando lo siguiente: antraquinonas, compuestos fenólicos, lactonas α , β -insaturadas, taninos, antocianinas, saponinas, flavonoides; Observándose mínima presencia (+) en alcaloides.

4.3. Resultados del estudio estabilidad de la formulación

Tabla 10. Análisis de estabilidad de la formulación al 5% a base de cascara de *Persea americana* Mill. (Palta)

ANALÍTICA		CONCENTRACIÓN					
		5%					
		INICIO	7 días	15 días	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Aspecto	4° C	Crema	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
Color	4° C	Beige	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
pH (4.5 - 5.5)	4° C	5.03	5.11	5.07	5.04	5.01	5.09
	30° C		5.04	5.01	5.07	5.03	5.10
	40° C		5.09	5.00	5.06	5.10	5.00
Viscosidad 94/0.6 RPM	4° C	140000 cp	151000 cp	146000 cp	144000 cp	147000 cp	150000 cp
	30° C		143000 cp	147000 cp	142000 cp	144000 cp	149000 cp
	40° C		149000 cp	143000 cp	151000 cp	150000 cp	153000 cp

Fuente: Elaboración propia

El análisis de estabilidad de la formulación al 5% a base de cáscara de *Persea americana* Mill. evidenció que, bajo condiciones de almacenamiento a 4 °C, 30 °C y 40 °C durante un periodo de tres meses, los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron dentro de los rangos establecidos. El aspecto y el color permanecieron invariables, conservando la presentación característica de crema y el tono beige inicial en todos los tiempos evaluados. El pH, cuyo intervalo de aceptación fue de 4.5 a 5.5, se mantuvo estable en todas las condiciones, con valores comprendidos entre 5.00 y 5.11, lo cual indica ausencia de variaciones significativas que comprometan la estabilidad ácido–base de la formulación. En relación con la viscosidad (94/0.6 RPM), los valores oscilaron entre 140 000 cp y 153 000 cp, evidenciando únicamente fluctuaciones menores atribuibles al proceso de almacenamiento, sin afectar la consistencia del producto.

Tabla 11. Análisis de estabilidad de la formulación al 30% a base de cascara de *Persea americana* Mill. (Palta)

Fuente: Elaboración propia

ANALÍTICA		CONCENTRACIÓN					
		30%					
		INICIO	7 días	15 días	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Aspecto	4° C	Crema	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
Color	4° C	Beige oscuro	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
pH (4.5 - 5.5)	4° C	5.03	5.11	5.07	5.10	5.07	5.06
	30° C		5.06	5.09	5.00	5.11	5.07
	40° C		5.09	5.00	5.02	5.09	5.10
Viscosidad 94/0.6 RPM	4° C	140000 cp	151000 cp	146000 cp	149000 cp	153000 cp	149000 cp
	30° C		145000 cp	150000 cp	152000 cp	151000 cp	147000 cp
	40° C		149000 cp	143000 cp	146000 cp	148000 cp	150000 cp

La evaluación de la crema al 30% formulada con cáscara de *Persea americana* Mill. permitió verificar su estabilidad bajo diferentes condiciones

de almacenamiento (4 °C, 30 °C y 40 °C) a lo largo de tres meses. En todos los tiempos analizados, el aspecto y el color permanecieron constantes, manteniendo la forma de crema y el tono beige oscuro, sin evidenciar modificaciones visibles. En cuanto al pH, cuyos valores de referencia se establecieron entre 4.5 y 5.5, los resultados oscilaron entre 5.00 y 5.11 en los distintos intervalos de evaluación. Estas ligeras variaciones se consideran normales y no representan alteraciones significativas en la estabilidad ácido–base del preparado. Respecto a la viscosidad (94/0.6 RPM), los valores fluctuaron entre 140 000 cp y 153 000 cp, evidenciando únicamente cambios menores asociados al tiempo de conservación, lo que demuestra que la formulación conserva adecuadamente su consistencia.

Tabla 12. Análisis de estabilidad de la formulación al 60% a base de cascara de *Persea americana* Mill. (Palta)

ANALÍTICA		CONCENTRACIÓN					
		60%					
		INICIO	7 días	15 días	1 Mes	2 Meses	3 Meses
Aspecto	4° C	Crema	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
Color	4° C	Beige oscuro intenso	C	C	C	C	C
	30° C		C	C	C	C	C
	40° C		C	C	C	C	C
pH (4.5 - 5.5)	4° C	5.03	5.11	5.07	5.10	5.09	5.04
	30° C		5.06	5.10	5.07	5.11	5.09
	40° C		5.09	5.00	5.14	5.06	5.07
Viscosidad 94/0.6 RPM	4° C	140000 cp	151000 cp	146000 cp	152000 cp	154000 cp	163000 cp
	30° C		153000 cp	150000 cp	156000 cp	161000 cp	167000 cp
	40° C		149000 cp	143000 cp	149000 cp	149000 cp	156000 cp

Fuente: Elaboración propia

En la crema al 60% formulada con cáscara de *Persea americana* Mill. se verificó una adecuada estabilidad durante tres meses bajo condiciones de almacenamiento a 4 °C, 30 °C y 40 °C. Desde el punto de vista organoléptico, no se observaron variaciones en el aspecto ni en el color, que permaneció beige oscuro intenso a lo largo del estudio. Los valores de pH se mantuvieron en todo momento dentro del rango de aceptación (4.5 – 5.5), con ligeras oscilaciones entre 5.00 y 5.14, lo que refleja un buen control del equilibrio ácido–base de la preparación. En cuanto a la viscosidad, las mediciones fluctuaron entre 140 000 cp y 167 000 cp. Aunque se evidenciaron incrementos graduales en algunos intervalos, las variaciones se consideran normales y no comprometen la estabilidad reológica de la formulación.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

A) Verificación del supuesto de normalidad

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Los datos de halos de inhibición siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos de halos de inhibición no siguen una distribución normal.

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

3) Estadístico de prueba

Shapiro–Wilk en SPSS v27

Tabla 13. Prueba de normalidad Shapiro–Wilk

Cepa	Grupo	Estadístico	gl	Sig.
<i>S. aureus</i>	5%	0.973	8	0.927
	30%	0.98	8	0.955
	60%	0.978	8	0.943
	Ciprofloxacino	0.977	8	0.939
	Crema base	1	8	1
<i>S. epidermidis</i>	5%	0.968	8	0.901
	30%	0.975	8	0.921
	60%	0.982	8	0.962
	Ciprofloxacino	0.976	8	0.928
	Crema base	1	8	1

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Dado los resultados, como todos valores fueron $p > 0.05$, es por ello que se acepta H_0 .

5) Conclusión

A un nivel de significancia del 5%, se concluye que los datos de halos de inhibición siguen una distribución normal para ambas cepas. Por ello, se emplean pruebas estadísticas paramétricas (ANOVA).

B) Verificación del supuesto de homocedasticidad de varianzas

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Las varianzas de los tratamientos son iguales.

H_1 : Las varianzas de los tratamientos no son iguales.

2) Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

3) Estadístico de prueba

Test de Levene en SPSS v27

Tabla 14. Prueba de homocedasticidad de Levene para *S. aureus* y *S. epidermidis*

Cepa	Basado en	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
<i>S. aureus</i>	Media	0.842	4	35	0.507
<i>S. epidermidis</i>	Media	1.112	4	35	0.365

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

Según los valores obtenidos en la tabla, en ambas cepas los valores están por encima de $p > 0.05$, entonces se acepta H_0 .

5) Conclusión

Al 5% de significancia, se concluye que las varianzas entre los tratamientos son homogéneas. Se cumple el supuesto de homocedasticidad necesario para ANOVA.

C) Verificación de la hipótesis

1) Planteamiento de la hipótesis

H_0 : La formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) no presenta actividad antibacteriana *in vitro* frente a *S. aureus* y *S. epidermidis*.

H₁: La formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) presenta actividad antibacteriana *in vitro* frente a *S. aureus* y *S. epidermidis*.

2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3) Estadístico de prueba

Se realizó la prueba de ANOVA para las cepas *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, en SPSS v27.

Tabla 15. ANOVA para *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
S. aureus	Entre grupos	2720,137	4	680,034	341113, 560	0,000
	Dentro de grupos	0,070	35	0,002		
	Total	2720,207	39			
S. epidermi dis	Entre grupos	4219,900	4	1054,975	129945, 904	0,000
	Dentro de grupos	0,284	35	0,008		
	Total	4220,185	39			

Fuente: SPSS versión 27.0

4) Decisión

En ambas cepas, $p < 0.05$; por lo tanto, se rechaza H_0 .

5) Conclusión

En un nivel de significancia se concluye que la formulación semisólida elaborada a partir del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) presenta actividad antibacteriana in vitro frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

En base a los resultados obtenidos y al análisis estadístico realizado (pruebas de normalidad, homocedasticidad y ANOVA), se acepta la hipótesis de investigación, verificándose que la formulación semisólida elaborada con el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) sí presenta actividad antibacteriana in vitro frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman que las cremas elaboradas a base de cáscara de palta en concentraciones de 5%, 30% y 60% mantienen una adecuada estabilidad fisicoquímica durante los tres meses de estudio. No se observaron alteraciones relevantes en sus características organolépticas ni en sus propiedades analíticas. En conjunto, estos hallazgos demuestran que todas las formulaciones conservan de manera satisfactoria sus propiedades en las condiciones de almacenamiento evaluadas, garantizando su estabilidad a lo largo de todo el periodo de observación. Al comparar estos con la investigación obtenida por Betancourt y Solís (2024), quienes elaboraron una crema cosmética empleando aceite de palta, se observa que en su caso también se mantuvo la estabilidad de parámetros como pH, viscosidad y características organolépticas durante el periodo de evaluación. Si bien ambas investigaciones coinciden en demostrar la estabilidad de las formulaciones, la diferencia radica en la materia prima utilizada: mientras el aceite aporta ácidos grasos esenciales que confieren propiedades emolientes, la cáscara concentra compuestos fenólicos con efecto antioxidante. Ello pone en evidencia que diferentes fracciones del fruto pueden contribuir a la estabilidad de emulsiones cosméticas.

La investigación realizada con cáscara de *Persea americana* evidenció actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 a concentraciones de 5%, 30% y 60%, demostrando que incluso a niveles bajos el extracto puede inhibir el crecimiento bacteriano. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Geldres, R (2023) quien empleó la semilla de palta y encontró actividad antimicrobiana en concentraciones del 10% y 25%, observándose que ambas concentraciones presentaron resultados similares en cuanto al diámetro de inhibición, sin diferencias significativas entre ellas. La similitud entre ambos estudios sugiere que distintas partes del fruto, ya sea cáscara o semilla, contienen compuestos con potencial antibacteriano, lo que refuerza la idea de que *Persea americana* puede ser una fuente valiosa de metabolitos bioactivos (28).

Al comparar la actividad antibacteriana *In vitro* de la formulación semisólida de cáscara de *Persea americana* (Palta) con el control positivo, se evidenció que el ciprofloxacino 5ug presentó un efecto inhibidor superior, alcanzando diámetros de 29,8275 mm frente a *Staphylococcus aureus* y 36,4688 mm frente a *Staphylococcus epidermidis*. Esto coincide con la investigación realizada de Burga, Y (2020) sobre la sensibilidad de *Salmonella typhi*, donde el antibiótico trimetoprim-sulfametoxazol (SxT) demostró una mayor eficacia, generando halos de inhibición entre 24,6 y

33,3 mm en las tres cepas evaluadas. Estos resultados reafirman que, aunque los extractos naturales muestran un efecto antimicrobiano importante, los antibióticos de referencia continúan presentando una potencia superior frente a las bacterias patógenas (31).

Se muestran que la formulación semisólida de cáscara de *Persea americana* inhibió el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, siendo esta última la más susceptible al inhibirse su crecimiento a menor concentración. En la investigación de Conde, H y Gomez, L (2022) se reportó que el extracto hidroalcohólico de semillas de *Persea americana* presentó acción antifúngica frente a *Candida albicans*, estableciéndose una concentración mínima inhibitoria de 18,75 mg/ml y una concentración mínima fungicida de 37,5 mg/ml, lo que confirma el potencial de distintas partes del fruto como fuente de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas. (32).

Se obtuvo un rendimiento de 3,76% para el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* a partir de una muestra molida de 45,15 g, mientras que Alfaro, R y Chachaque, J (2023) reportaron un 2,83% empleando únicamente 4,4 g de muestra. Asimismo, debe considerarse que la concentración de compuestos activos presentes en la cáscara puede variar según el grado de madurez del fruto, el origen de la muestra y el método de secado aplicado. A pesar de estas diferencias, ambos estudios

coinciden en que la cáscara de palta presenta un rendimiento moderado, lo que evidencia que, si bien contiene metabolitos con potencial bioactivo, no alcanza valores elevados en comparación con otras partes del fruto, como la semilla o la pulpa (29).

Se determinó la solubilidad del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (Palta) mediante una prueba fisicoquímica, registrándose la máxima solubilidad (+++) en (DMSO) y Etanol 96°, en Etanol 70° se observó medianamente solubilidad (++), mientras que en Metanol la solubilidad fue poco soluble (+). Coincide con la investigación de Herrera y Suarez (2022), quienes reportaron que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Persea americana* Mill. (palta) presentó solubilidad media y alta en solventes polares como agua destilada, etanol al 96% y metanol, mientras que fue insoluble en solventes apolares como acetona, éter de petróleo, cloroformo y n-hexano. De manera semejante, en el presente estudio se evaluó la solubilidad del extracto etanólico de la cáscara de *Persea americana*, encontrándose la máxima solubilidad (+++) en DMSO y etanol al 96°, solubilidad intermedia (++) en etanol al 70° y baja (+) en metanol, lo que refleja la afinidad de los compuestos polares, como metabolitos fenólicos y flavonoides, por solventes de alta polaridad. (30).

Se identificaron diversos metabolitos secundarios en el extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) a través de la marcha

fitoquímica, evidenciándose la presencia de antraquinonas, compuestos fenólicos, lactonas α , β -insaturadas, taninos, antocianinas, saponinas y flavonoides. En la investigación realizada por Alfaro, R y Chachaque, J (2023) se reportó una presencia abundante (+++) de antraquinonas, compuestos fenólicos, taninos, antocianinas y flavonoides, identificados mediante el uso de reactivos como Borntrager, Cloruro férrico, Gelatina, Gelatina-sal, NaOH 10% y Shinoda. Asimismo, se observó una presencia mediana (++) de lactonas α , β -insaturadas y alcaloides a través de las pruebas con Dragendorff y Baljet. Finalmente, se evidenció una presencia mínima (+) de alcaloides al aplicar el reactivo de Mayer, lo que refleja la diversidad de metabolitos secundarios presentes en la muestra analizada.

(29)

CONCLUSIONES

- Se determinó que la formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) posee una actividad antibacteriana *in vitro* a concentración de 5% con un halo de inhibición de 8.79 mm frente a *Staphylococcus aureus* y 11.70 mm frente a *Staphylococcus epidermidis*; al 30% con un halo de inhibición de 14.50 mm frente a *Staphylococcus aureus* y 16.28 mm *Staphylococcus epidermidis*; al 60% con un halo de inhibición de 15.06 mm frente a *Staphylococcus aureus* y 18.27 mm *Staphylococcus epidermidis*
- La evaluación del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) mediante el método de concentración mínima inhibitoria (CMI) por macrodilución; demostró que frente a la cepa *Staphylococcus aureus* se obtiene que a una concentración de 50 mg/ml alcanza su concentración mínima de inhibición, mientras que, frente a *Staphylococcus epidermidis* la concentración mínima de inhibición es de 25 mg/ml; demostrando mayor sensibilidad en este último.

- Se determinó que la formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) es estable a lo largo del estudio, cumpliendo con los parámetros físicoquímicos sin sufrir alteraciones significativas, estos a diferentes concentraciones (5%, 30%, 60).
- Se comparó la actividad antibacteriana *in vitro* de la formulación semisólida de cáscara de *Persea americana* (palta) con el control positivo, observándose que el ciprofloxacino presentó mayor efecto inhibidor (29.8275 mm frente a *Staphylococcus aureus* y 36.4688 mm frente a *Staphylococcus epidermidis*).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios comparativos evaluando diferentes formas farmacéuticas en base al extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) además de la usada en este estudio y evaluar la interacción con distintos excipientes.
- Se sugiere para futuras investigaciones realizar estudios comparativos sobre el efecto antimicrobiano de *Persea americana* (palta) utilizando diferentes subespecies.
- Se recomienda realizar estudios fitoquímicos para aislar y cuantificar los principios activos responsables de la actividad antibacteriana, como procedimientos cromatográficos y espectrofotométricos con el fin de determinar cuáles componentes atribuyen a dicha actividad.
- Se recomienda para futuras investigaciones realizar estudios toxicológicos del extracto y de la formulación de cascara de *Persea americana* (palta). Esto permitirá establecer con mejor precisión la dosis optima terapéutica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Perez M, Fenoll R, Bayo S, Álvarez R. Impact of *Staphylococcus aureus* bacteremia in COVID-19 patients. *Rev Esp Quimioter* [Internet]. 2022;35(5):468–74. Disponible en: <https://doi.org/10.37201/req/022.2022>
2. Informe de las infecciones asociadas a la atención de la salud correspondiente al mes de enero de 2021. *Pharmacogn Mag*. 2021;75(17):399–405.
3. Cavalieri S. Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana [Internet]. American Society. 2019. 1–248 p. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2005/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
4. Organización Mundial de la Salud. El primer informe mundial de la OMS sobre la resistencia a los antibióticos pone de manifiesto una grave amenaza para la salud pública en todo el mundo [Internet]. Organización mundial de la salud. 2019. p. 1–10. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/30-04-2014-who-s-first-global-report-on-antibiotic-resistance-reveals-serious-worldwide-threat-to-public-health>
5. Organización mundial de la salud. La primera reunión mundial de la

OMS sobre las ETD cutáneas insta a redoblar los esfuerzos para hacer frente a su carga [Internet]. 31 de marzo. 2023. p. 1–5. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/31-03-2023-who-first-global-meeting-on-skin-ntds-calls-for-greater-efforts-to-address-their-burden>

6. Del Giudice P. Skin infections caused by staphylococcus aureus. Acta Derm Venereol [Internet]. 2020;100(9):208–15. Disponible en: <https://doi.org/10.2340/00015555-3466>
7. Ruiz L. Epidemiología molecular de Staphylococcus spp. desde un enfoque One Health : genes emergentes e inusuales de resistencia a antibióticos y de virulencia [Internet]. Universidad de La Rioja; 2021. Disponible en: file:///C:/Users/casa/Desktop/ARCHIVOS NUEVOS/UNJBG 13-10-24 CHURA-SANDOVAL FORMULACION SEMISOLIDA A BASE DEL EXTRACTO ETANOLICO DE CÁSCARA de (PALTA)/INTRODUCCIÓN/Dialnet-EpidemiologiaMolecularDeStaphylococcusSppDesdeUnEn-286288.pdf
8. Asante J, Amoako D, Abia A, Somboro A. Review of Clinically and Epidemiologically Relevant Coagulase-Negative Staphylococci in Africa. Microb Drug Resist [Internet]. 2020;26(8):951–70. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/epub/10.1089/mdr.2019.0381>

9. Nandhini P, Kumar P, Mickymaray S, Alothaim A. Recent Developments in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Treatment: A Review. *Antibiotics* [Internet]. 2022;11(5):1–21. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9137690/pdf/antibiotics-11-00606.pdf>
10. Kosecka M, Sadowy E, Gawryszewska I, Klepacka J. Emergence of linezolid-resistant *Staphylococcus epidermidis* in the tertiary children's hospital in Cracow, Poland. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* [Internet]. 2020;39(9):1717–25. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7427702/pdf/10096_2020_Article_3893.pdf
11. Battaglia M, Garrett-Sinha LA. Bacterial infections in lupus: Roles in promoting immune activation and in pathogenesis of the disease. *J Transl Autoimmun* [Internet]. 2021;4(1):1–13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtauto.2020.100078>
12. Martínez H, Valderrama S, Hernández A, Pinedo S. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal colonization in cardiovascular surgery patients at a university hospital in Bogota, Colombia. *Biomedica* [Internet]. 2020;40:37–44. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7449105/pdf/2590-7379->

bio-40-s1-37.pdf

13. Centro Nacional de Epidemiología P y C de E. Situación Epidemiológica de las Infecciones Asociadas a la Atención en Salud, en el Perú. Minsa [Internet]. 2022; Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2022/SE322022/03.pdf>
14. Cabrejos L, Vives C, Inga J, Astocondor L. Frecuencia de *Staphylococcus aureus* meticilinoresistente adquirido en la comunidad en un hospital de tercer nivel en Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. 2021;38(2):313–7. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342021000200313#:~:text=Posteriormente%2C un estudio que incluyó,características moleculares de MRSA-AH.
15. Pasachova J, Ramírez S, Muñoz L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nova [Internet]. 2019;17(32):25–38. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025
16. Mancilla J, Padilla G, Santiago E. Enfoque diagnóstico del nódulo pulmonar cavitado. Causas frecuentes e infrecuentes. Biocie [Internet]. 2022;17(1):107–17. Disponible en:

<https://doi.org/10.18041/2390->

17. Bush L. Infecciones por *Staphylococcus aureus*. Manual MSD Versión para público general. 2023.
18. Cañarte M, Calderón C, Guerrero A, Cedeño M. Riesgos y consecuencias adquiridas a pacientes sometidos a una cirugía para la implantación de un marcapaso. RECIMUNDO [Internet]. 2021;5(3):414–23. Disponible en: [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(3\).sep.2021.414-423](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(3).sep.2021.414-423)
19. Corvianindya Y, Sabir A, Setyorini D. Antibacterial activity of red dragon fruit extract (*hylocereuspolyrhizus*) on *streptococcusmutans*. Int J App Pharm. 2019;11(4):60–3.
20. Oliveira C, Andrade J, Rajan M, Narain N. Influence of the phytochemical profile on the peel, seed and pulp of margarida, breda and geada varieties of avocado (*Persea Americana* Mill) associated with their antioxidant potential. Food Sci Technol [Internet]. 2022;1(1):1–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/fst.25822>
21. Ministerio de salud del Perú. Análisis de situación de salud de frontera ASIS. 1ª ed. Tacna: Biblioteca Nacional del Perú; 2014. 1–61 p.
22. Aqni R, Saputra A. Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Antiacne Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. J Ilm Wahana Pendidik [Internet].

2023;9(7):722–32. Disponible en:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10151862>

23. Yuliandari N, Putri Y, Sarl M, Yunlarti R. Uji aktivitas antibakteri formulasi sediaan gel antijerawat ekstrak etanol kulit buah alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. J Pharm Sci [Internet]. 2023;6(4):1960–9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/376813102_Uji_aktivitas_antibakteri_formulasi_sediaan_gel_antijerawat_ekstrak_etanol_kulit_buah_alpukat_Persea_americana_Mill_terhadap_bakteri_Staphylococcus_aureus
24. Mangkey T, Yamlean P, Siampa J. Formulation and Test of Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Avocado Peel (*Persea americana* Mill.) Using Na-CMC and Carbopol Base Against *Staphylococcus aureus*. Pharmacon [Internet]. 2023;12(1):127–32. Disponible en: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/pharmacon/article/download/42198/41937>
25. Vivi E, Ekayanti G, Fitri E. The Effectiveness Of Hand Sanitizer N-Hexane Fraction Of Avocado Leaves (*Persea americana* Mill.) Against Bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Sci Midwifery [Internet]. 2020;8(2):2721–9453. Disponible en:

www.midwifery.iocspublisher.orgjournalhomepage:www.midwifery.iocspublisher.org

26. Betancourt I, Solís V. Obtención y caracterización del aceite del fruto de *Persea americana* (aguacate) y evaluación de la actividad antioxidante como ingrediente en formulaciones cosméticas [Internet]. Universidad Santiago de Cali; 2024. Disponible en: <https://repositorio.usc.edu.co/server/api/core/bitstreams/cadf0b99-f2e5-4095-847a-d32931c4585e/content>
27. Hamdhani, Saputri M, Sudewl, Margata L. Formulation of Ethanol Extract for Peel Avocado (*Persea Americana* Mill.) as Foundation Cream. *J Pharm Sci* [Internet]. 2023;6(2):567–74. Disponible en: <https://journal-jps.com/new/index.php/jps/article/view/49/76>
28. Geldres R. Evaluación del efecto antibacteriano del extracto etanólico de la semilla de *Persea americana* (palta) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175 [Internet]. Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista [Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]; 2023. Disponible en: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/35707/EXTRACTO_ETANOLICO_GELDRES_SARE_RAQUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. Alfaro R, Chachaque J. Efecto antibacteriano in vitro del extracto

- etanólico del epicarpio de *Persea americana* (palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 [Internet]. Tesis para obtener el título profesional de Químico Farmacéutico [Universidad Maria Auxiliadora]; 2023. Disponible en: [https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1815/](https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1815/TESIS_ALFARO-CHACHAQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
30. Herrera F, Suarez N. Evaluación de la eficacia antibacteriana del extracto hidroalcohólico de hojas *Persea americana* Mill . (palta) frente a *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* [Internet]. Tesis para obtener el título profesional de Químico Farmacéutico [Universidad Roosevelt]; 2022. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6619162>
31. Burga Y. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de semilla y corteza de *Persea americana* Mill (palta) frente a *Salmonella typhi* “in vitro” [Internet]. Tesis para obtener el título profesional de Químico Farmacéutico [Universidad Alas Peruanas]; 2020. Disponible en: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/10313/](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/10313/Tesis_Efecto_antibacteriano_extracto_etanólico_Semilla_corteza_Persea_american_Mill_%28Palta%29_Salmonella_Typhi_in_vitro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
Tesis_Efecto antibacteriano_ extracto etanólico_Semilla corteza_Persea americana Mill %28Palta%29_Salmonella Typhi in vitro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. Conde H, Gomez L. Efecto antifúngico del extracto hidroalcohólico de

las semillas de *Persea americana* Mill “ palta has ” sobre *Candida albicans* ATCC 90028 . setiembre – enero , Ayacucho 2021-2022 [Internet]. Tesis para optar el título profesional de Obstetra [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]; 2022.

Disponible en:

<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12df8f36-3d56-4e86-b5ea-a48d312d5fba/content>

33. Monzón L, Becerra G, Aguirre E, Rodríguez G, Villanueva E. Extracción asistida por ultrasonido de polifenoles de residuos de aguacate: modelado y optimización utilizando metodología de superficie de respuesta y redes neuronales artificiales. *Sci Agropecu* [Internet]. 2021;12(1):1–8. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.004>

34. Jhoalmis S, Gomez L, Munoz A, Faiber R. Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de extractos de *Persea americana* (Aguacate) variedad Choquette sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Kasmera* [Internet]. 2020;48(2):1i-1i. Disponible en:

<https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=00755222&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA685787619&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext%0Ahttps://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=007552>

22&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA685787619&sid=googleScholar&link
access=abs

35. Chauhan L. Creams: A Review on Classification, Preparation Methods, Evaluation and its Applications. J Drug Deliv Ther [Internet]. 2020;10(5):281–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22270/jddt.v10i5-s.4430>
36. Rivera J, Luna S, Rodríguez N, Dahua R. Evaluación de las propiedades antioxidantes y físicas de una crema exfoliante desarrollada a partir de la cáscara de *Mauritia flexuosa* L. (morete). Polo del Conoc [Internet]. 2024;9(1):491–510. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6388/html>
37. Lukić M, Pantelić I, Savić S. Towards Optimal pH of the Skin and Topical Formulations: From the Current State of the Art to Tailored Products. Cosmetics [Internet]. 2021;8(3):1–10. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>
38. Villafuerte L. Los excipientes y su funcionalidad en productos farmacéuticos sólidos. Rev Mex ciencias Farm [Internet]. 2011;42(1):18–36. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v42n1/v42n1a3.pdf>
39. Cobos R, et al. Estabilidad máxima de los medicamentos termolábiles

- fuera de nevera. *Farm Hosp.* 2016;30(1):33–43.
40. Martínez J, Pacheco M, Rada I. Comparación de concentración mínima inhibitoria y concentración plasmática de cefalotina mediante un modelo matemático. *Rev Cuba Farm.* 2013;47(2):1–10.
 41. Rotger R, Martinez M. Mecanismo de Accion y Resistencia. En: L DES, editor. *Farmacos Antimicrobianos* [Internet]. 1ra ed. Madrid; 2016. p. 1–328. Disponible en: https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=9526
 42. Cárdenas J, Oregel E, Oyoque G, Angoa M. Antimicrobial activity of fruit extracts of *Fragaria x ananassa* against human enteropathogenic bacteria. *J Bioeng Biomed Res.* 2018;2(2):17–25.
 43. Zhang L, Hou L, Zhang S, Kou X. Mechanism of *S. aureus* ATCC 25923 in response to heat stress under different water activity and heating rates. *Food Control* [Internet]. 2020;108(June 2019):106837. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106837>
 44. Howden B, Giulieri S, Wong T, Baines S. *Staphylococcus aureus* host interactions and adaptation. *Nat Rev Microbiol* [Internet]. 2023;21(6):380–95. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41579-023-00852-y>
 45. Skovdal S, Jørgensen N, Meyer R. JMM Profile: *Staphylococcus*

epidermidis. J Med Microbiol [Internet]. 2022;71(10):1–5. Disponible en:

<https://www.microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/jmm/71/10/jmm001597.pdf?expires=1729208587&id=id&accname=guest&checksum=97CFAA892276AC79E7C6B9E310181B46>

46. Severn M, Horswill A. Staphylococcus epidermidis and its dual lifestyle in skin health and infection. Nat Rev Microbiol [Internet]. 2022;21(1):97–111. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00780-3>
47. Cegarra J. Metodología de la investigación científica y tecnológica [Internet]. 1ª ed. Madrid: Diaz de Santos; 2004. 372 p. Disponible en: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24111w/Metodologia de la Investigacion Cientifica y Tecnologica - Jose Cegarra Sanchez.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24111w/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Cientifica%20y%20Tecnologica%20-%20Jose%20Cegarra%20Sanchez.pdf)
48. Hernández, R. Fernández, C. y Baptista P. Metodología de la investigación. 5ª ed. Buenos aires: McGraw-Hill; 2010.
49. Amiel J. Metodología y diseño de la investigación científica [Internet]. 1ª ed. Ruiz M, editor. Lima: Fondo editorial de la Universidad Científica del Sur; 2014. 1–329 p. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books/about/Metodología_y_diseño_de _la_investigaci.html?id=iXYI0AEACAAJ&redir_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodología_y_diseño_de_la_investigaci.html?id=iXYI0AEACAAJ&redir_esc=y)

50. Geldres R. Evaluación del efecto antibacteriano del extracto etanólico de la semilla de *Persea americana* (palta) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista [Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]; 2023.
51. Ioachimescu O. *Medicinae investigationis, quo vadis?* J Investig Med [Internet]. 2021;69(1):2–3. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/jim-2020-001741>
52. Farmacopea Argentina. Formas farmaceuticas. En: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) [Internet]. 7ª ed. Buenos aires; 2003. p. 1–10. Disponible en:
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/farmacopea_argentina_2013_ed.7.pdf
53. Instituto Nacional de Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión [Internet]. Lecca Garc. Lima: Ministerio de salud; 2002. 1–67 p. Disponible en:
https://bvs.ins.gob.pe/insprint/SALUD_PUBLICA/NOR_TEC/30
54. Horna G, Silva M, Vicente W, Tamariz J. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de ciprofloxacina en

bacterias uropatógenas aisladas en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. Rev Medica Hered [Internet]. 2012;16(1):39–45. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v16n1/v16n1ao6.pdf>

55. Castro E. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. Rev Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2019;30(1):50–65. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002>

ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Técnicas	Instrumentos
Problema general: ¿Cuál es la actividad antibacteriana in vitro de una formulación semisólida elaborada a partir del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> frente a <i>S. aureus</i> ATCC 25923 y <i>S. epidermidis</i> ATCC 12228?	Objetivo general: Determinar la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	Hipótesis alterna: La formulación semisólida elaborada con el extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) si presenta actividad antibacteriana in vitro frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228.	Variable independiente (VI): Formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) a diferentes concentraciones (5%, 30% y 60%) Dimensiones: - Concentración del extracto - Tipo de formulación - Características fisicoquímicas	Técnica VI: - Preparación del extracto - Técnica de formulación semisólida - Ensayos fisicoquímicos	Instrumentos VI: - Material de laboratorio (matraces, gradillas, pipetas) - pH-metro - Viscosímetro - Estufa de secado - balanza - cámara climática - mortero
Problemas específicos: 1. ¿Tendrá actividad antibacteriana In vitro la formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228 a concentraciones de 5%, 30% y 60% mediante el método de difusión en agar? 2. ¿Cuál es la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) comparado con el control positivo (ciprofloxacino 5 µg) sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228 mediante el método de difusión en agar?	Objetivos específicos: 1. Determinar la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228 a concentraciones de 5%, 30% y 60% mediante el método de difusión en agar. 2. Comparar la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) con el control positivo (ciprofloxacino 5 µg) sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	Hipótesis nula: La formulación semisólida elaborada con el extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) no presenta actividad antibacteriana in vitro frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	Variable dependiente (VD): Actividad antibacteriana in vitro. Dimensiones: - Inhibición del crecimiento bacteriano - Sensibilidad bacteriana por cepa	Técnica VD: - Técnica de difusión en disco (Kirby-Bauer) - Técnica de difusión en pocillo - Siembra microbiológica standard	Instrumentos VD: - Placas Petri - Calibrador Vernier o regla milimetrada - Asa bacteriológica - Incubadora bacteriológica - Cuentagotas o micropipetas

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Técnicas	Instrumentos
3. ¿Cuál es la actividad antibacteriana In vitro de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228 mediante el método de Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por macrodilución?	epidermidis ATCC 12228 mediante el método de difusión en agar. 3. Determinar la actividad antibacteriana In vitro del extracto etanólico de cáscara de <i>Persea americana</i> (Palta) frente a cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 y <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228 mediante el método de Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por macrodilución.				

Anexo B. Instrumento de recolección de datos

Microorganismo	Diámetros de inhibición en mm				
	5%	30%	60%	Ciprofloxacino 5 µg	Formulación semisólida base
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923					
	5%	30%	60%	Ciprofloxacino 5 µg	Formulación semisólida base
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228					

TUBO	ENSAYOS	METABOLITO	RESULTADO
N° 1	Borntrager	Antraquinonas	
N° 2	Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	
N° 3	Liebermann-Burchard	Terpenos y esteroides	
N° 4	Dragendorff	Alcaloides	
N° 5	Mayer	Alcaloides	
N° 6	Wagner	Alcaloides	
N° 7	Baljet	Lactonas α , β -insaturadas	
N° 8	Gelatina	Taninos	
N° 9	Gelatina-sal	Taninos	
N° 10	NaOH 10%	Antocianinas	
N° 11	Espuma	Saponinas	
N° 12	Shinoda	Flavonoides	

Anexo C. Certificado Taxonómico

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. 3796
Cel: 940 541 762
Email: jocamdo@gmail.com



CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO. CBP 3796 – INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIONES DE IDENTIFICACION TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA – RESOLUCIÓN DIRECTORAL N.º 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

CERTIFICA:

Que, los bachilleres CHURA YAPURASI ROMULO y SANDOVAL LÓPEZ, IVAN FERNANDO, tesistas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Facultad de Ciencias de la Salud, con fines de investigación para desarrollar el proyecto de tesis titulado: ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA In vitro DE UNA FORMULACIÓN SEMISÓLIDA A BASE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE CÁSCARA DE *Persea americana* (PALTA) FRENTE CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 Y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, han solicitado la identificación y certificación botánica de una planta de palta procedente del distrito, provincia y departamento de Ica, la muestra fértil ha sido estudiada y determinada con el nombre científico de: *Persea americana* Mill. Se certifica conforme a la base de datos de W³Tropicos del Missouri Botanical Garden que sigue el sistema moderno de clasificación filogenética de las angiospermas (APG III), publicado en 1998 y la actualización realizada en 2016 por APG IV. Este sistema evita el uso de la nomenclatura taxonómica clásica por arriba de orden. Chase Mark W. & James L. Reveal (2009 – en APG III) consideran a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida. Teniendo en cuenta los datos de la base de W³Tropicos, APG III, APG IV y WFO. La especie *Persea americana* presenta las siguientes categorías taxonómicas y clados:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Magnolianae
Orden: Laurales
Familia: Lauraceae
Género: *Persea*
Especie: *Persea americana* Mill.

Nombre vulgar: "palta"

Se expide la presente certificación botánica para fines de investigación.

Lima, 28 de mayo del 2025


José R. Campos de la Cruz
BIOLOGO
C.B.P. 3796

Jr. Sánchez Silva 156 – Piso 2-Urb. Santa Luzmila -Lima 07 -Lima

Anexo D. Certificado de Agar Mueller Hinton



Page 1 of 3

CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT

CM0337B

MUELLER HINTON AGAR

500g

LOT NUMBER

3681362

EXPIRY DATE

2028.06.05

DATE OF MANUFACTURE

2023.06.07

Delivery/Customer information

Date Printed

2023.06.30

Delivery No.

Customer

Customer Order Number

Physical Characteristics	Results	Specification
Appearance	Straw powder	Straw powder
Colour on reconstitution	Straw 2-3	Straw 2-3
pH (25°C)	7.3	7.2 - 7.4
Clarity	Clear	Clear

Microbiological Performance

Antibiotic susceptibility tests are performed in accordance with, and meet the acceptance limits of, the current ISO/TS 16782. Performance is assessed using EUCAST methodology.

Staphylococcus aureus ATCC®25923 WDCM00034

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

	Zone Size (mm)	Limits (mm)
Erythromycin E15	29	22 - 30
Tetracycline TE30	27	24 - 30
Ciprofloxacin CIP5	26	22 - 30
Amoxicillin-clavulanate AMC30	34	28 - 36
Ampicillin-sulbactam SAM20	35	29 - 37
Linezolid LZD30	25	25 - 32
Cefoxitin FOX30	29	23 - 29
Gentamicin CN10	26	19 - 27
Penicillin P10	35	26 - 37

Staphylococcus aureus ATCC®29213 WDCM00131

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Penicillin P1	15	12 - 18
Cefoxitin FOX30	28	24 - 30
Ciprofloxacin CIP5	22	21 - 27
Erythromycin E15	25	23 - 29
Gentamicin CN10	22	19 - 25
Linezolid LZD10	22	21 - 27
Tetracycline TE30	26	23 - 31



Tested by the Quality Control Laboratory

OXOID LIMITED

Wade Road, Basingstoke, Hampshire RG24 8PW, England

oxoid@thermofisher.com www.oxoid.com

Certificate No. FM 09914

FDA Reg No. 8010095

114



CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT CM0337B
LOT NUMBER 3681362
MUELLER HINTON AGAR 500g

Staphylococcus aureus ATCC®43300 WDCM00211

Incubation at 35 ± 1°C for 24 hours in ambient air

	Zone Size (mm)	Limits (mm)
Cefoxitin FOX30	11	<21

Staphylococcus aureus NCTC12493 WDCM00212

Incubation at 35 ± 1°C for 24 hours in ambient air

Cefoxitin FOX30	20	14 - 20
-----------------	----	---------

Escherichia coli ATCC®25922 WDCM00013

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Ampicillin AMP10	16	15 - 22
Chloramphenicol C30	24	21 - 27
Gentamicin CN10	20	19 - 26
Trimethoprim-sulfamethoxazole SXT25	29	23 - 29
Amoxicillin-clavulanate AMC30	20	18 - 24
Ciprofloxacin CIP5	33	30 - 40
Sulfisoxazole SF300	21	15 - 23
Tetracycline TE30	22	18 - 25
Cefotaxime CTX5	28	25 - 31
Tigecycline TGC15	22	20 - 27

Escherichia coli ATCC®35218

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Amoxicillin-clavulanate AMC30	20	17 - 22
-------------------------------	----	---------

Pseudomonas aeruginosa ATCC®27853 WDCM00025

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Gentamicin CN10	19	16 - 21
Imipenem IPM10	22	20 - 28
Aztreonam ATM30	24	23 - 29
Ciprofloxacin CIP5	25	25 - 33
Tobramycin TOB10	23	19 - 25
Ceftazidime CAZ10	24	21 - 27
Piperacillin-tazobactam TZP36	25	23 - 29

Enterococcus faecalis ATCC®33186 WDCM00210

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Trimethoprim-sulfamethoxazole SXT25	25	20 -
-------------------------------------	----	------

Enterococcus faecalis ATCC®29212 WDCM00087

Incubation at 35 ± 1°C for 16-20 hours in ambient air

Ampicillin AMP2	18	15 - 21
Imipenem IPM10	26	24 - 30
Linezolid LZD10	22	19 - 25
Nitrofurantoin F100	22	18 - 24



Tested by the Quality Control Laboratory
OXOID LIMITED
Wade Road, Basingstoke, Hampshire RG24 8PW, England
oxoid@thermofisher.com www.oxoid.com

FDA Reg No. 8010096

Certificate No. FM 09914



CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT CM0337B
MUELLER HINTON AGAR 500g
LOT NUMBER 3681362

Trimethoprim W5	30	24 - 32
Trimethoprim-sulfamethoxazole SXT25	31	26 - 34
Vancomycin VA5	13	10 - 16

Streptococcus pneumoniae* ATCC®49619*Enriched with 5% v/v horse blood and 20mg/L B-NAD****Incubation at 35 ± 1°C for 18-20 hours in 5% CO₂**

	Zone Size (mm)	Limits (mm)
Vancomycin VA5	21	<23

Haemophilus influenzae* ATCC®49247*Enriched with 5% v/v horse blood and 20mg/L B-NAD****Incubation at 35 ± 1°C for 18-20 hours in 5% CO₂**

Ampicillin AMP2	10	6 - 12
-----------------	----	--------

Haemophilus influenzae* ATCC®49766*Enriched with 5% v/v horse blood and 20mg/L B-NAD****Incubation at 35 ± 1°C for 18-20 hours in 5% CO₂**

Cefixime CFM5	31	29 - 35
---------------	----	---------

Control Medium: Mueller-Hinton Agar

Refer to product specification for full details.

The information given is believed to be correct, all results reported in this certificate relate only to the product and lot stated in this certificate of analysis. However, both the information and the product are offered without warranty for any application other than that specified in the current Oxoid Manual. This certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of the Quality Control Laboratory, Oxoid Limited, Basingstoke.

The results reported were obtained at the time of release.

Lot Accepted. 2023.06.16

.....
Carissa Courtney
Director Quality, EMEA

ATCC is a registered trade mark of the American Type Culture Collection.

NCTC and National Collection of Type Cultures are registered trade marks of the Health Protection Agency.



Tested by the Quality Control Laboratory
OXOID LIMITED
Wade Road, Basingstoke, Hampshire RG24 8PW, England
oxoid@thermofisher.com www.oxoid.com

FDA Reg No. 8010096

Certificate No. FM 09914

Anexo E. Certificado de análisis de cepa *Staphylococcus aureus*



Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

SPECIFICATIONS: Product Name: Staphylococcus aureus subsp. aureus Catalog Number: 0360 Lot Number: 360-640** Reference Number: ATCC® 25923™** Passage from Reference: 3 Expiration Date: 2026/02/28	RELEASE INFORMATION: Quality Control Technologist: Kalina E. George Release Date: 2024/04/25
--	---

Performance

Macroscopic Features: Medium to large, convex, entire edge, both white and pale white colonies, smooth, opaque, beta hemolytic	Medium: SBAP
Microscopic Features: Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters	Method: Gram Stain (1)
ID System: MALDI-TOF (1)	
See attached ID System results document.	
Other Features/ Challenges: Results (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): positive (1) Coagulase (rabbit plasma - tube): positive (1) Beta Lactamase (Cefinase Disk): negative (1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 27 - 35 mm (1) Penicillin (10 units - Disk Susceptibility): 26 - 37 mm (1) Oxacillin (1 mcg - Disk Susceptibility): 18 - 24 mm	


Amanda Kuperus
Director of Quality Control
AUTHORIZED SIGNATURE

**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.

(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.


TESTING CERT #2655.01


(*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.


REFERENCE MATERIAL PRODUCER
CERT #2655.02

© 2012 Microbiologics, Inc. All Rights Reserved. 200 Cooper Avenue North Saint Cloud, MN 56303

Page 1 of 1

DOC.286

Anexo F. Certificado de análisis de cepa Staphylococcus epidermidis

	
Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release	
SPECIFICATIONS: Product Name: Staphylococcus epidermidis Catalog Number: 0371 Lot Number: 371-490** Reference Number: ATCC® 12228™* Passage from Reference: 3 (7) Mean Assay Value (MAV): 5.3E+02 CFU per pellet Expiration Date: 2025/10/31	RELEASE INFORMATION: Quality Control Technologist: Madison C Springer Release Date: 2023/10/27
Performance	
Macroscopic Features: Two colony types; small to medium, circular, convex, entire edge, smooth, glistening; one type is white and the other is gray to translucent.	Medium: SBAP
Microscopic Features: N/A	Method: N/A
ID System: MALDI-TOF (1)	
See attached ID System results document.	
 Amanda Kuperus Director of Quality Control AUTHORIZED SIGNATURE	
**Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number. <u>Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</u> Individual products are traceable to a recognized culture collection. (1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.  TESTING CERT #2655.01  (*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC. Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.  REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2655.02 (7) The Mean Assay Value (MAV) stated above may deviate from the end-user's MAV based on variables inherent to each laboratory environment, such as methods, media type, equipment, pipettes, and individual technician technique.	
© 2012 Microbiologics, Inc. All Rights Reserved. 200 Cooper Avenue North Saint Cloud, MN 56303 Page 1 of 1 DOC.286	

Anexo G. Evidencias de campo

Muestra:

1. Tratamiento y extracción de la droga vegetal

1.1 Tratamiento de la droga vegetal

a. Selección y Limpieza



Muestra total



Cáscara en buen estado
(inclusión)



Cáscaras deterioradas
(exclusión)

b. Lavado.



Lavado con agua potable



Enjuague con agua destilada



Reposo

c. **Secado:** Se procede a cortar en pequeños trozos y secarlo en la estufa por 48 horas a 40°C.



Fraccionamiento de la muestra



Proceso de secado en estufa

d. **Molienda:**



Proceso de molienda

1.2 Extracción

- **Macerado:**

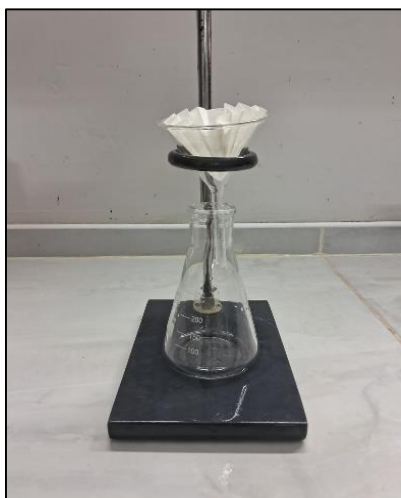


Incorporación de muestra en frasco ámbar



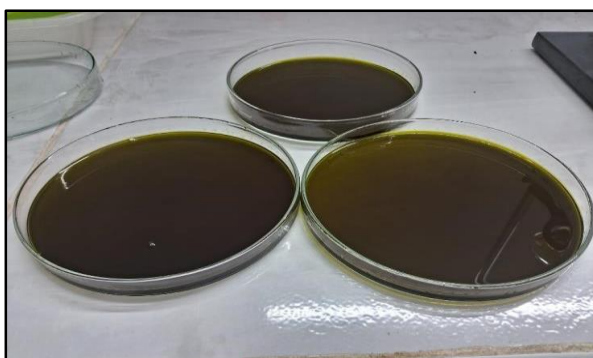
Maceración con alcohol al 96°(solvente)

- b. Filtrado:**



Proceso de filtración

c. Obtención extracto seco:



Evaporación de solvente del extracto



Extracto seco

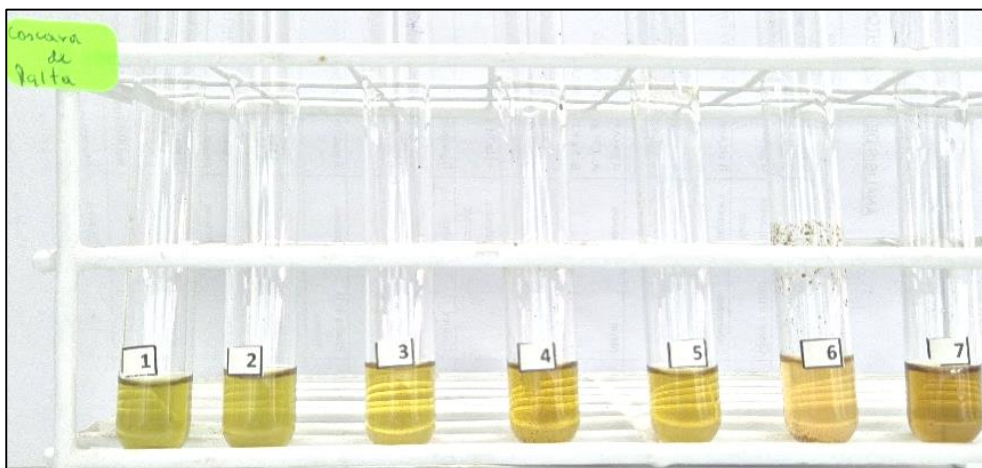
PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD



Extracto seco



Incorporación de
extracto seco



Solubilidad frente a diferentes solventes

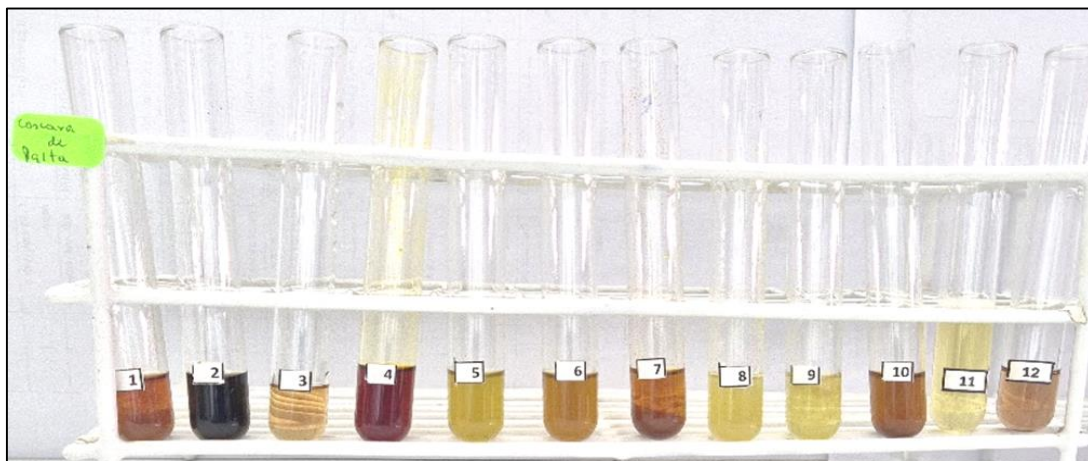
PROCEDIMIENTO DE MARCHA FITOQUÍMICA



Pesado de muestra



Exposición de muestra ante reactivos de marcha Fitoquímica



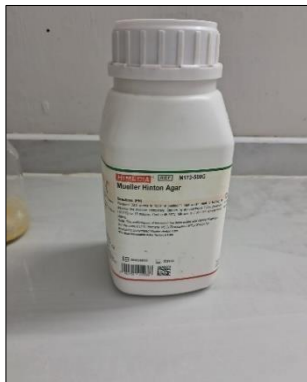
Reacción de muestra ante reactivos de marcha Fitoquímica

INFORME ENSAYO MICROBIOLÓGICO

I. DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO

1. Preparación de Medio de Cultivo

1.1 Agar Mueller Hinton



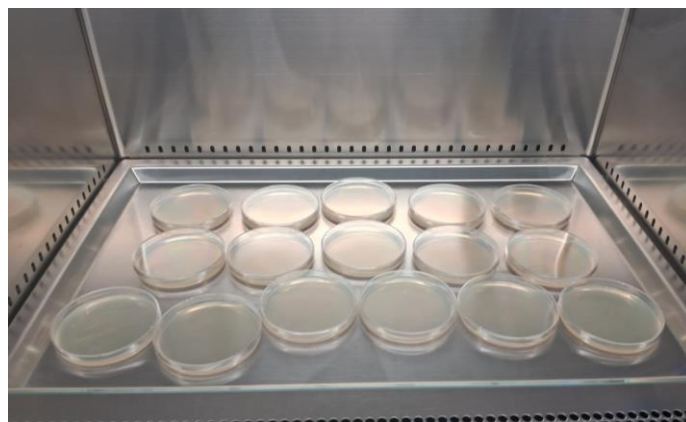
Agar Mueller Hilton



Agar + solvente

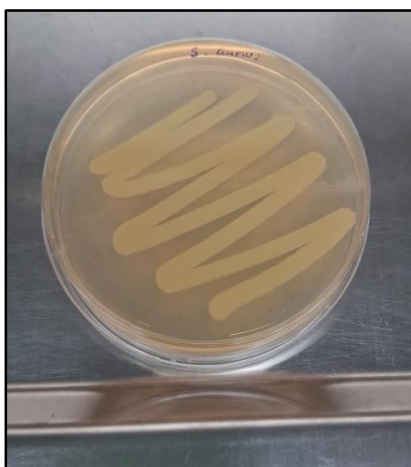


Autolavado



Agar preparado

2. Reactivación de la cepa:

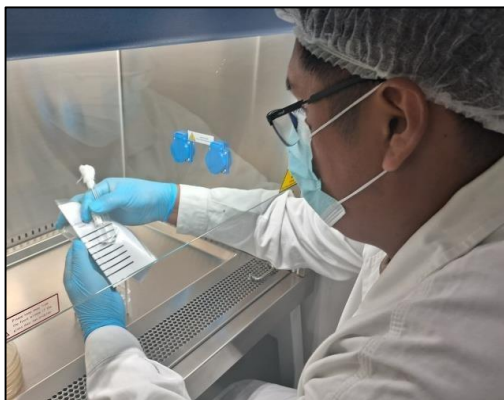


Staphylococcus aureus



Staphylococcus epidermidis

3. Método de preparación del inóculo



Turbidez del estándar 0.5 de Mc. Farland.

4. Inoculación de placas



Rotulado



Siembra de placas



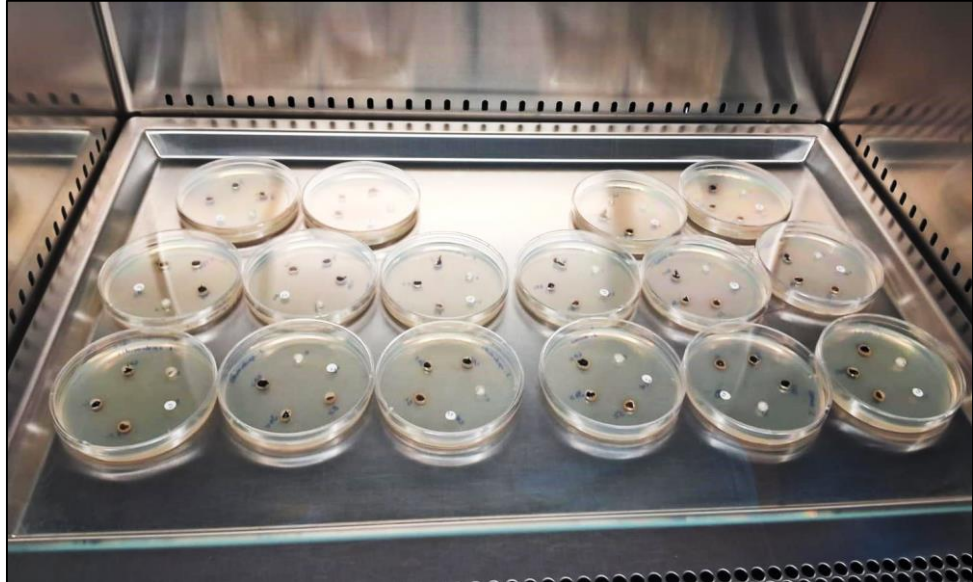
Realizando pozos en agar con ayuda de un sacabocado

5. Preparación de sustancias experimentales



Formulaciones





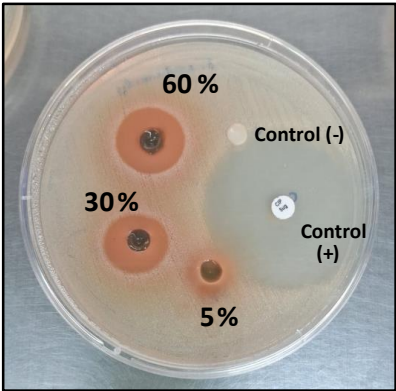
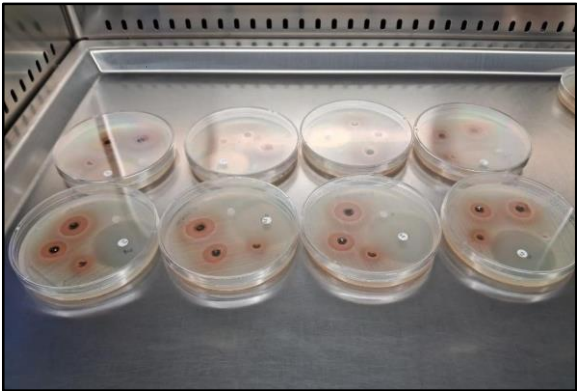
incorporación de las formulaciones y controles en placas sembradas

6. Incubación

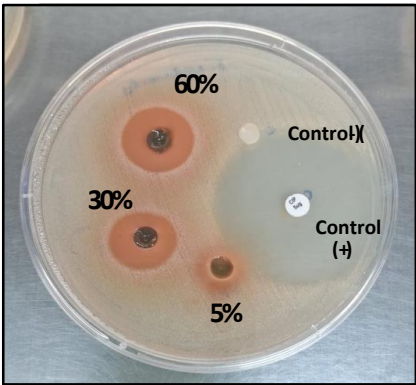
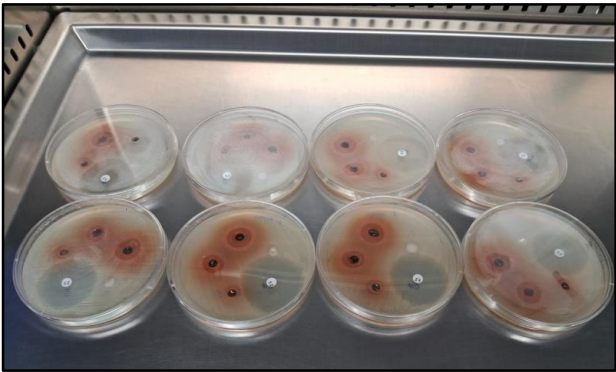


Incubación de placas sembradas por 24 horas a 37 °C

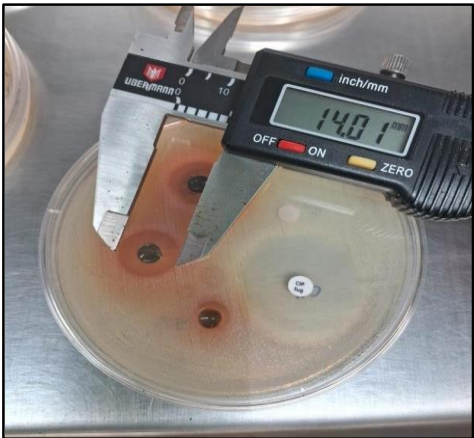
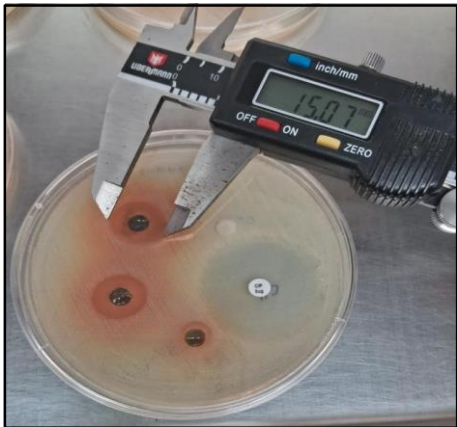
4. Lectura de resultados

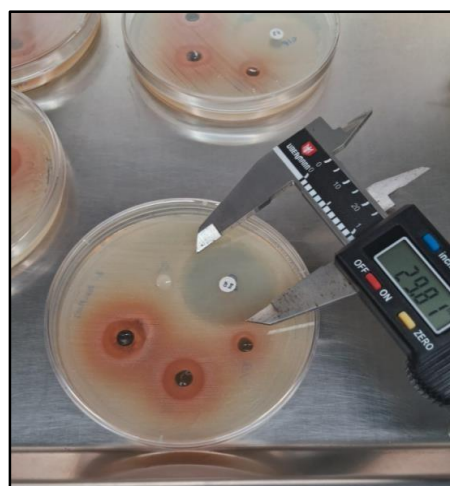
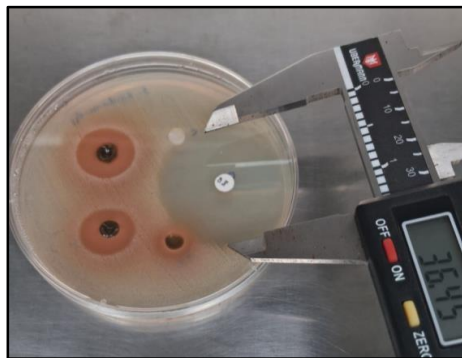
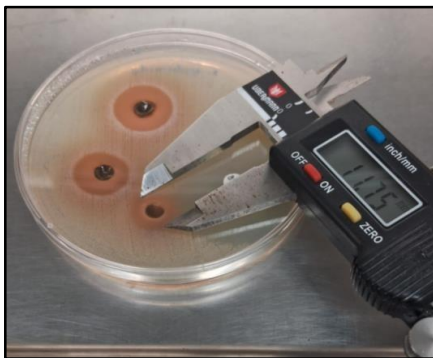
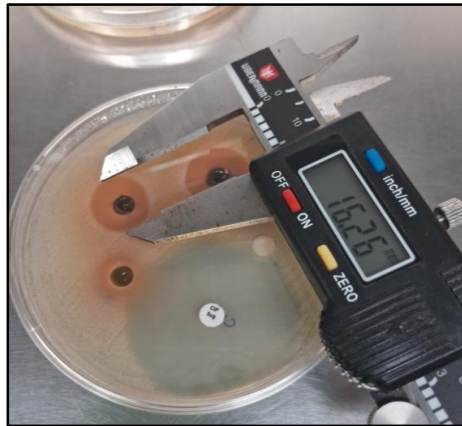
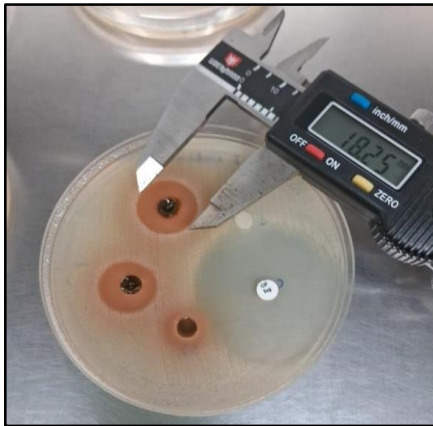


Staphylococcus epidermidis



Staphylococcus aureus

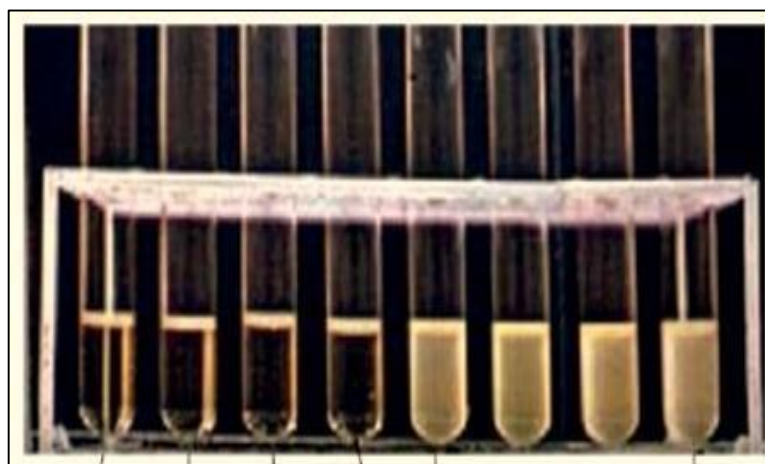




Medición de halos con vernier

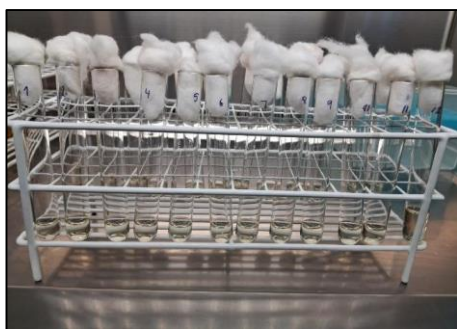
II. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA (CMI)

1. Macrodilución

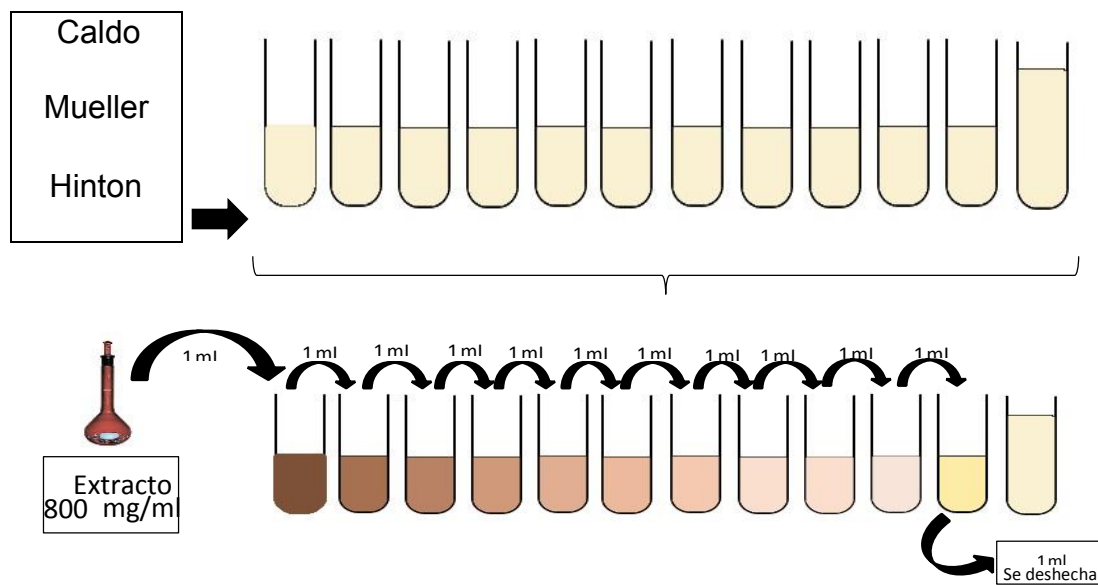


Escala de turbidez (resultados)

2. Extractos experimentales

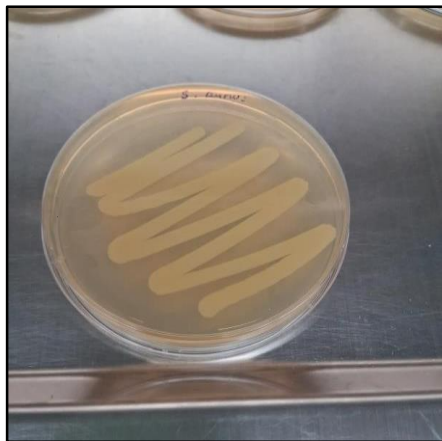


Dilución seriada en caldos nutritivos



3. Inoculación

Suspensión directa de colonias

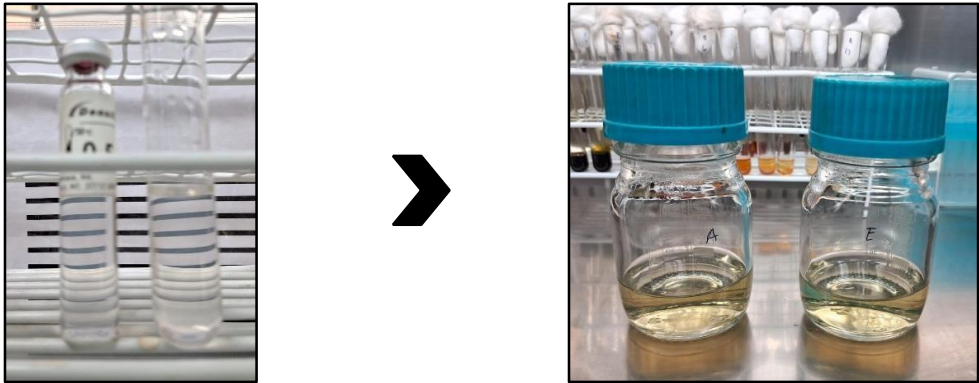


Staphylococcus aureus



Staphylococcus epidermidis

Dilución del Inóculo Estandarizado para Pruebas de CIM



Preparación de inóculo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caldo MH + Extracto	1 mL 400 mg/ml	1 mL 200 mg/ml	1 mL 100 mg/ml	1 mL 50 mg/ml	1 mL 25 mg/ml	1 mL 12.5 mg/ml	1 mL 6.25 mg/ml	1 mL 3.125 mg/ml	1 mL 1.56 mg/ml	1 mL 0.78 mg/ml	1 mL Caldo MH	2 mL Caldo MH
Inóculo	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	-
Conc. Final mg/mL	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	1.56	0.78	0.39	-	-

4. Incubación a 37 °C por 24 horas

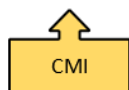


Determinación de los puntos finales de la concentración inhibidora mínima

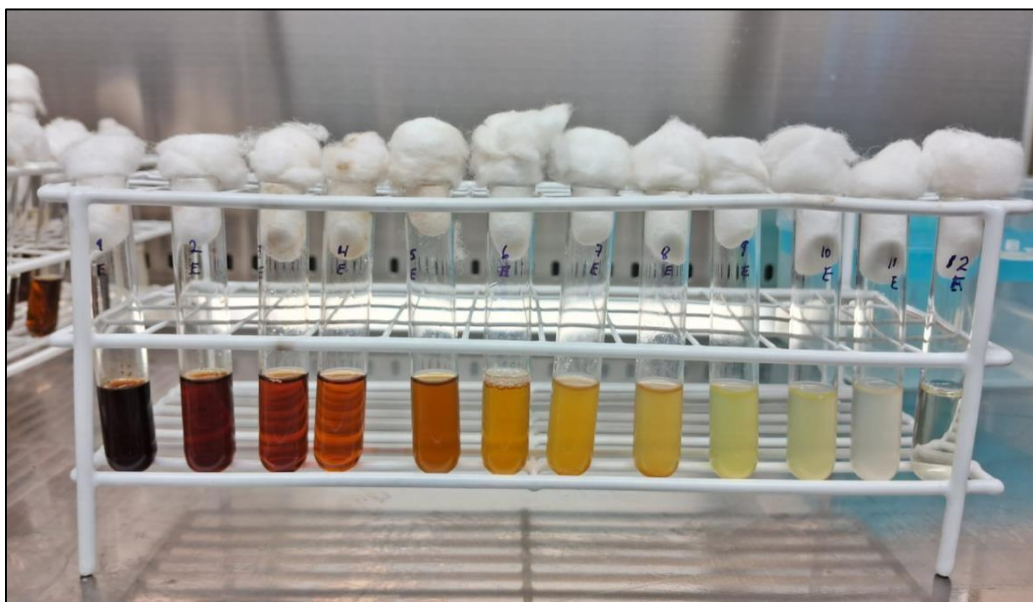


Staphylococcus aureus

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caldo MH + Extracto	1 mL 400 mg/ml	1 mL 200 mg/ml	1 mL 100 mg/ml	1 mL 50 mg/ml	1 mL 25 mg/ml	1 mL 12.5 mg/ml	1 mL 6.25 mg/ml	1 mL 3.125 mg/ml	1 mL 1.56 mg/ml	1 mL 0.78 mg/ml	1 mL Caldo MH	2 mL Caldo MH
Inóculo	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	-
Conc. Final mg/mL	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	1.56	0.78	0.39	-	-

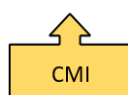


CMI



Staphylococcus epidermidis

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caldo MH + Extracto	1 mL 400 mg/ml	1 mL 200 mg/ml	1 mL 100 mg/ml	1 mL 50 mg/ml	1 mL 25 mg/ml	1 mL 12.5 mg/ml	1 mL 6.25 mg/ml	1 mL 3.125 mg/ml	1 mL 1.56 mg/ml	1 mL 0.78 mg/ml	1 mL Caldo MH	2 mL Caldo MH
Inóculo	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL	-
Conc. Final mg/mL	200	100	50	25	12.5	6.25	3.125	1.56	0.78	0.39	-	-



Porcentaje de rendimiento

Determinación del porcentaje de rendimiento

Tenemos la cantidad de producto obtenido en la extracción química.

$$\%E = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

Dónde: %E = porcentaje de rendimiento

Pf = peso final (extracto seco)

Pi = peso inicial (muestra molida)

Fuente : Efecto de los extractos secos clorofórmico y de diclorometano de *Tropaeolum tuberosum* (Ruiz & Pavón) mashua sobre los parámetros seminales y toxicidad aguda
<http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v48n1/0034-7418-rccqf-48-01-94.pdf>

Extracción por maceración

$$\%E = \frac{45.15g}{1200g} \times 100 = 3.76\%$$

Pf= 45.15 g. extracto seco obtenido

Pi = 1200 g muestra molida

Anexo H. Formulación y análisis de estabilidad



Formulación de las cremas a base de extracto de cascara de *Persea americana* (palta)



Estabilidad Preliminar: que nos sirvió para determinar la mejor formulación





Estabilidad Acelerada: las formulaciones se sometieron las a condiciones de estrés.



Medición de viscosidad



Medición de pH

Chorrillos, 16 de diciembre de 2025

CONSTANCIA

Yo, Yovani Huaquisaca Coaquira, en calidad de Jefe del Área de Innovación y Desarrollo del laboratorio cosmético CORPORATION LIFE S.A.C., dejo constancia de lo siguiente:

Que los bachilleres Rómulo Chura Yapurasi e Iván Fernando Sandoval López, autores de la tesis titulada:

“Actividad antibacteriana *in vitro* de una formulación semisólida a base del extracto etanólico de cáscara de *Persea americana* (palta) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228”,

desarrollaron los ensayos experimentales descritos en dicho trabajo dentro de las instalaciones de CORPORATION LIFE S.A.C., bajo supervisión técnica, utilizando procedimientos adecuados y cumpliendo con las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).

Los resultados obtenidos fueron consistentes y reproducibles, y su interpretación se realizó conforme a la bibliografía científica y a los criterios técnicos vigentes, por lo que se consideran válidos y confiables para fines académicos.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados, para los fines que estimen convenientes.

QF. Yovani Huaquisaca
Jefe de Innovación,
Desarrollo e ingeniería



Domicilio Fiscal: Av. Cordillera Central Mz. C-13 Lote 2 Urb. Las Delicias de Villa, Chorrillos, Lima - Perú
Oficinas Administrativas: Av. Javier Prado Este 578 San Isidro, Lima - Perú



info@corporacionlife.com.pe



www.corporacionlife.com.pe



+51 01 253-5609