



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PROFESIONAL
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



**ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE
Citrus sinensis CONTRA *Staphylococcus aureus*
PRODUCTOR DE FOLICULITIS**

**Asesor Metodológico:
Prof. Santina Coccione**

**Autor: Gabriela Gabay
Tutor: Prof. Merlin Villamizar
Cotutor: Prof. Marielsa Gil**

Octubre 2024



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PROFESIONAL
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE EVALUACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por la Coordinación de la Asignatura Trabajo de Investigación, para evaluar el trabajo titulado: **ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Citrus sinensis* CONTRA *Staphylococcus aureus* PRODUCTOR DE FOLICULITIS**, el cual es presentado por la alumna Gabriela Gabay, titular de la cédula de identidad No. V-21.031.997, tutorado por la profesora Merlin Villamizar, titular de la cédula de identidad No. V-13.663.853 y la profesora Marielsa Gil, titular de la cédula de identidad No. V-12.030.141. Hacemos de su conocimiento que hemos actuado como jurado evaluador del informe escrito, presentación y defensa del citado trabajo. Consideramos que reúne los requisitos de mérito para su **APROBACIÓN**.

En fe de lo cual se levanta esta Acta, en Bárbula, a los 21 días del mes de octubre del año 2024.

Prof. Santina Coccione

C.I: V-10.063.311

Jurado Principal

Prof. Luis González

C.I: V-4.467.668

Jurado Principal

Prof. Elisa Martínez

C.I: V-11.526.026

Jurado Principal





UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO PROFESIONAL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICACIÓN DE LOS TUTORES

Por medio de la presente certificamos que hemos tenido conocimiento del Trabajo de Investigación titulado: **ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Citrus sinensis* CONTRA *Staphylococcus aureus* PRODUCTOR DE FOLICULITIS**, desde su inicio hasta su culminación. El mismo fue realizado por la estudiante Gabriela Gabay C.I V-21.031.997, como requisito indispensable para la obtención del título de ***Licenciado en Bioanálisis***. Consideramos que el presente estudio, reúne los requisitos suficientes para ser sometido a evaluación. Certificación que realizamos en Valencia, a los 14 días del mes de octubre del año 2024.

MSc. Merlin Villamizar

C.I: V-13.663.853

TUTOR

MSc. Marielsa Gil

C.I: V-12.030.141

CO-TUTOR

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por otorgarme la fortaleza necesaria cada día a lo largo de este trayecto universitario. Fueron numerosos los desafíos que tuve que enfrentar, y sin su luz y guía, no habría sido posible superarlos.

A mis tutoras, por el apoyo en el desarrollo de esta investigación. Especialmente a la profesora Marielsa Gil, cuya guía y dedicación ha sido fundamental para la culminación de este estudio.

Al Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas (IIMBUC) y Departamento de Microbiología de la Universidad de Carabobo, por la colaboración al permitirme el uso de sus espacios y recursos para llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad de Carabobo, por el valioso aprendizaje adquirido durante todos estos años. Agradezco a todos los docentes que contribuyeron de manera significativa en mi formación profesional.

DEDICATORIA

A mi madre, Edidzabeth Altamar, por ser el motor más importante de mi vida, sin tu apoyo no hubiese podido llegar hasta aquí. Gracias por tu entrega a lo largo de estos años.

A mi padre, Samuel Gabay, quien, a pesar de la distancia, siempre estuvo presente con su apoyo incondicional. Tu amor y palabras de aliento fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

A mi familia materna, por ser mi mayor inspiración. Gracias por motivarme cada día a superarme.

A mi novio, Daniel Bolívar, por creer en mí. Agradezco profundamente tu compañía y amor en este camino.

A mis ángeles, Everis Gil y María del Carmen Sánchez, quienes desde el cielo iluminan mi camino.

Con todo mi amor para ustedes, los amo. Gabriela Gabay

ÍNDICE

Índice de tablas.....	VII	de
Índice de figuras.....	VIII	de
Resumen.....	IX	
INTRODUCCIÓN.....	1	
Objetivo general.....	4	
Objetivos específicos.....	4	
METODOLOGÍA		
Tipo de investigación.....	5	de
Población.....	5	
Muestra.....	5	
Procedimiento metodológico.....	5	
Análisis estadístico.....	9	
RESULTADOS.....	10	
DISCUSIÓN.....	12	
CONCLUSIÓN.....	14	
BIBLIOGRAFÍA.....	15	

ÍNDICE DE TABLAS

Número de tabla	Descripción	Página
1	Resultados obtenidos del porcentaje de rendimiento.	10
2	Propiedades físicas del aceite esencial de <i>Citrus sinensis</i> .	10
3	Actividad antimicrobiana del aceite esencial de <i>Citrus sinensis</i> frente a la cepa de <i>Staphylococcus aureus</i> .	11
4	CMI y CMB a las 24 horas de incubación con el aceite esencial de <i>Citrus sinensis</i> .	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Preparación de las diluciones dobles seriadas.	7



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PROFESIONAL
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Citrus sinensis* CONTRA *Staphylococcus aureus* PRODUCTOR DE FOLICULITIS.

Autor: Gabriela Gabay

Tutores: MS.c Merlin Villamizar y MS.c Marielsa Gil

Asesor Metodológico: Prof. Santina Coccione

Línea de Investigación: Fármaco-Toxicología (IIMBUC)

Realizado en: Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas (IIMBUC) y Departamento de Microbiología de la Universidad de Carabobo.

Financiado por: La autora

La foliculitis es una infección de los folículos pilosos, comúnmente causada por *Staphylococcus aureus*. El uso indebido y excesivo de antibióticos en diversas patologías ha conducido al desarrollo de resistencia bacteriana, lo que impulsa la búsqueda de alternativas terapéuticas. Investigaciones recientes han destacado las propiedades antimicrobianas del aceite esencial de *Citrus sinensis*, debido a su alto contenido de terpenos, especialmente limoneno. Como método de extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* se utilizó la hidrodestilación con trampa de Clevenger. El objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana (bacteriostática y bactericida) del aceite esencial contra una cepa de *Staphylococcus aureus* procedente de una muestra clínica. La cepa de *S. aureus* se expuso a diferentes concentraciones del aceite durante 24 horas para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB), utilizando el método de macrodilución en tubos. Los resultados mostraron que, tras 24 horas de incubación, se observó una CMI parcial al 100% de concentración, ya que hubo disminución del número de colonias. No hubo efecto bactericida, por lo tanto, no se pudo determinar la CMB. En conclusión, aunque el estudio no confirmó la hipótesis inicial, aportó información valiosa sobre los factores que influyen en la propiedad antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sinensis* y en su proceso de extracción. Se sugiere a futuras investigaciones determinar la actividad antimicrobiana el mismo día de extracción del aceite por el método de hidrodestilación, para así evitar la pérdida de sus compuestos activos.

Palabras clave: *Citrus sinensis*, aceite esencial, actividad antimicrobiana, foliculitis

INTRODUCCIÓN

La foliculitis es una inflamación del folículo pilosebáceo caracterizada clínicamente por una pústula, a menudo con un pelo central, clásicamente causada por *Staphylococcus aureus* y posteriormente descrita en infecciones por *Candida albicans*, *Malassezia spp*, *Pseudomonas aeruginosa* y otras bacterias; de evolución aguda, subaguda o crónica. Presenta dos formas: superficial que involucra sólo el infundíbulo y profunda, cuando se compromete el istmo, el tallo y el bulbo. Predomina en el cuero cabelludo, zona de la barba y bigote, extremidades, axilas o pubis ⁽¹⁾. Los factores predisponentes incluyen la oclusión, maceración, hiperhidrosis, ser portador nasal de *Staphylococcus aureus*, el empleo de esteroides tópicos y otros productos químicos, los cuales favorecen la colonización bacteriana en la piel ⁽²⁾.

Staphylococcus aureus es un coco grampositivo que mide aproximadamente entre 0,8 y 1,5 μm que se agrupa en racimos. Sus colonias son circulares, prominentes, brillantes con pigmentos amarillo-dorado. Es un organismo anaerobio facultativo que ocasiona daño a las células por su capacidad de invasión y toxicidad hacia las estructuras de la pared, por las diferentes enzimas que produce. Forma parte de la flora microbiana en 10% a 20% de la población. Prevalece en la cavidad nasal (35%), periné e ingle (20%), axilas (5-10%), ombligo y manos (13%) ⁽²⁾.

Desde hace muchos años se han empleado antibióticos tópicos para el tratamiento de la foliculitis, como la mupirocina y el ácido fusídico. Los antibióticos orales como dicloxacilina, eritromicina, clindamicina, se indican en casos de reincidencia, crónicos o que no respondan al tratamiento convencional. El abuso e inadecuada utilización de los antibióticos en diferentes patologías, ha conducido al desarrollo de resistencia bacteriana, que constituye un problema sanitario a nivel mundial. En Latinoamérica, más del 25% de los aislamientos de *Staphylococcus aureus* son resistentes a la meticilina ⁽³⁾. Debido a esta realidad, la búsqueda de alternativas terapéuticas es uno de los mayores retos para la medicina actual.

Los aceites esenciales son sustancias orgánicas utilizadas en la antigüedad en diversas enfermedades de la piel, constituidos por terpenos, sesquiterpenos y compuestos aromáticos que se localizan en determinados órganos de la planta como flores, hojas y frutos ⁽⁴⁾; y se les obtiene por diversos métodos de extracción. En este trabajo, el método empleado fué la hidrodestilación, que tiene como principio llevar a ebullición una suspensión compuesta por agua y el material vegetal con el fin de que los vapores sean condensados y recolectados en una fase fría; posteriormente se separa el aceite esencial, que es inmiscible en agua ⁽⁵⁾.

El aceite esencial de naranja es extraído de la cáscara de la fruta que lleva el mismo nombre y que produce el árbol comúnmente conocido como naranjo (*Citrus sinensis*). Tiene su origen en China y otras zonas asiáticas. Es el fruto cítrico más popular y conocido en el mundo. Se cultiva en los países tropicales y mediterráneos ⁽⁶⁾. El aceite está compuesto predominantemente por un 96% de hidrocarburos terpénicos (limoneno en mayor proporción); sin embargo, también contiene 1,6% de aldehídos (principalmente, octanal y decanal), 0,8% de alcoholes (especialmente, linalool), 0,3% de ésteres (acetato de nerilo y acetato de octilo) y 1% de compuestos no volátiles como carotenoides, tocoferoles, flavonoides, hidrocarburos, ácidos grasos y esteroides ⁽⁷⁾.

Diversas investigaciones destacan la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sinensis* contra una variedad de patógenos bacterianos, fúngicos y virales, así lo señalan Jiménez, Zamora et al. quienes realizaron un estudio documental, en donde se evidencia que esta propiedad puede explicarse por la presencia de terpenos, los cuales actúan directamente en la célula microbiana, afectando su actividad e inhibiendo su crecimiento por diversos mecanismos de acción, como inhibición de la biosíntesis y función de los ácidos nucleicos, interferencia de procesos metabólicos esenciales, inducción de la coagulación de los componentes citoplasmáticos y la interrupción en la comunicación celular normal; estos mecanismos pueden verse influenciados por varios factores, como las características de las células bacterianas (grampositivas y gramnegativas),

condiciones ambientales y fisicoquímicas (hidrofobicidad, concentración del compuesto, temperatura y pH) ⁽⁸⁾.

En el mismo orden de ideas, Saquinga evaluó la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Citrus sinensis* sobre *Staphylococcus aureus*, determinando la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) por el método de microdilución en caldo, concluyendo que los tratamientos al 50%, 70% y 90% son efectivos sobre la cepa bacteriana ⁽⁹⁾.

En virtud de lo antes expuesto, esta investigación determinó la actividad antimicrobiana *in vitro* del aceite esencial de *Citrus sinensis* contra *Staphylococcus aureus* productor de foliculitis, sosteniendo que es una buena fuente natural y disponible que hará posible desarrollar productos cosmecéuticos que serán de gran beneficio para todos aquellos que padecen esta afección cutánea. Los resultados de este estudio serán de apoyo a futuras investigaciones para seguir sumando evidencia de la eficacia de los aceites esenciales.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Determinar la actividad antimicrobiana *in vitro* del aceite esencial de *Citrus sinensis* contra *Staphylococcus aureus* productor de foliculitis.

Objetivos específicos

- Obtener el extracto del aceite esencial de *Citrus sinensis* por el método de hidrodestilación.
- Caracterizar las propiedades físicas del aceite esencial de *Citrus sinensis*.
- Evaluar el efecto antimicrobiano *in vitro* del aceite esencial de *Citrus sinensis* frente a la cepa de *Staphylococcus aureus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de investigación

El estudio abordó un diseño experimental, ya que se manipuló la variable independiente (aceite esencial de *Citrus sinensis*) para observar su efecto sobre la variable dependiente (actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*).

La investigación es de tipo descriptivo, dado que se caracterizó el hecho, con el fin de establecer su comportamiento. Además, es de corte transversal, porque la recolección de los datos se realizó en un momento determinado⁽¹⁰⁾.

Población y muestra

La población estuvo conformada por los frutos de *Citrus sinensis* provenientes de Boconó, estado Trujillo; los cuales fueron obtenidos en una frutería del municipio Guacara, en el estado Carabobo. Se utilizó como muestra el aceite esencial extraído de sus cáscaras.

En cuanto a la cepa bacteriana de *Staphylococcus aureus* fue adquirida del Centro de Investigaciones Microbiológicas Aplicadas (CIMA). La misma ha sido conservada en la bacterioteca de ese centro en la Universidad de Carabobo y su procedencia fue de una muestra clínica.

Procedimiento metodológico

Obtención del aceite esencial de *Citrus sinensis*

Se realizó en el laboratorio de la línea de Fármaco-Toxicología, adscrito al Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (IIMBUC). Para la obtención del aceite esencial:

- a) Se retiró la cascará del fruto (flavedo) y se pesó en una balanza marca Electronic Kitchen Scale, luego se lavaron con agua destilada y se procesaron en una licuadora industrial para obtener trozos pequeños.
- b) Posteriormente, se colocaron en un balón aforado de 2000 ml, se les agregó agua destilada en una relación 2:1 y se sometieron a hidrodestilación durante 1 hora.
- c) El balón que contenía el material vegetal se conectó a una Trampa de Clevenger, con la finalidad de atrapar el aceite esencial en la parte superior de ésta y separarlo fácilmente de la fase inferior acuosa.
- d) Una vez extraído el aceite, se procedió a secarlo sobre sulfato de sodio anhídrido para eliminar las trazas de agua que pudieron quedar, se midió el volumen obtenido y se determinaron sus propiedades físicas.
- e) El aceite se guardó en viales de vidrio color ámbar estériles, conservándose en refrigeración a 5 °C hasta su uso.

Obtención e hidratación de la cepa de *Staphylococcus aureus*

La cepa de *Staphylococcus aureus* se reactivó en caldo BHI (Infusión cerebro corazón) y se incubó durante 24 horas a 37 °C para su reproducción. Luego, se repicó en agar sangre para su crecimiento y uso.

Preparación de la suspensión bacteriana

Del agar sangre se tomaron colonias aisladas de *Staphylococcus aureus* suspendiéndolas en caldos BHI hasta alcanzar la turbidez del patrón 0,5 % Mc Farland.

Preparación de las diluciones dobles seriadas

La metodología utilizada para determinar la actividad antimicrobiana fue macrodilución en tubos, realizada por Gil et al. ⁽¹¹⁾ y adaptada en esta investigación:

- a) Se utilizaron 8 tubos de ensayo 12 x 75 para las diluciones del aceite esencial de *Citrus sinensis* para la bacteria a evaluar.
- b) En el tubo No.1 se adicionó 300 µl del aceite esencial puro.
- c) En los tubos No.2,3,4,5,6 y 7 se agregó 300 µl de aceite vegetal.
- d) Al tubo No.2 se le adicionó 300 µl del aceite esencial puro en estudio (dilución 1/2) y de éste se traspasó 300 µl al tubo No.3 (dilución 1/4). Luego se tomó 300 µl del tubo No.3 y se traspasó al tubo No.4 (dilución 1/8), y así sucesivamente hasta llegar al tubo No.6 (dilución 1/32).
- e) El tubo No.7 fue el control positivo, es decir, el control de viabilidad de la bacteria.
- f) El tubo No.8 correspondía al control negativo, por lo tanto, solo contenía 300 µl del aceite en estudio y vegetal de manera de comprobar que la sustancia estaba estéril.
- g) Una vez realizadas las diluciones se inoculó 100 µl de la suspensión bacteriana de *Staphylococcus aureus* ajustada al 0,5% Mc Farland en cada tubo (menos en el tubo No.8) para que interactuara con las diluciones respectivas del aceite esencial de *Citrus sinensis*. Se incubó por 24 horas a temperatura ambiente.

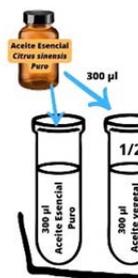


Figura 1. Preparación de las diluciones dobles seriadas

Determinación de la actividad antimicrobiana

Transcurrido el tiempo de exposición de *Staphylococcus aureus* con las diferentes diluciones del aceite esencial de *Citrus sinensis*, se procedió a tomar 10 µl de los tubos para sembrarlos en placas y caldos BHI. De igual forma se hizo con el tubo control positivo y con el tubo control negativo, los cuales se incubaron durante 24 horas a 37 °C. Luego, se observó si hubo o no crecimiento de la bacteria tanto en los caldos como en las placas, determinando de esta forma las diluciones en las que se consiguieron la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB).

La concentración mínima inhibitoria (CMI) es el valor de la menor dilución que inhibió parcial o totalmente el crecimiento de *Staphylococcus aureus* sobre el agar BHI. Se consideró total si en la placa no se observó ninguna colonia, o parcial, si en la placa hubo crecimiento, pero muy por debajo al compararlo con el control positivo.

La concentración mínima bactericida (CMB) es el valor de la menor dilución en la que no se observó crecimiento de *Staphylococcus aureus* ni en agar BHI ni en caldo BHI, es decir, la bacteria está realmente muerta porque no hubo reproducción del microorganismo ni en placa ni en tubo.

La razón de que el microorganismo no crezca en placa, pero si en caldo, se debe a que cuando se inocularon los medios la bacteria estaba enfrentada a la sustancia

inhibitoria (*aceite esencial de Citrus sinensis*), por este motivo, si la bacteria esta inhibida por el aceite, en placa se va a sentir exactamente igual, ya que no hay ningún factor de dilución. En cambio, en el caldo BHI, hay un factor de dilución importante y si la bacteria sigue viva, se va a reproducir sin ningún problema. En los tubos donde se observó reproducción bacteriana, se realizó tinción de Gram y las pruebas bioquímicas convencionales para su identificación, con la finalidad de confirmar si se trataba de la bacteria utilizada o de una posible contaminación.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo expresando los resultados en tablas para su mejor comprensión. La interpretación del efecto bacteriostático de las placas se hizo por cruces: (+++) >100 UFC/ml, (++) 50-100 UFC/ml, (+) <50 UFC/ml y (-) 0 UFC/ml. En cuanto al efecto bactericida, el cual se determinó en los tubos, se interpretó con la presencia de turbidez (hay crecimiento bacteriano) y no turbidez (no hay crecimiento). De esta manera, se halló las diluciones en las que se consiguieron la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB).

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 1. Extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* por el método de hidrodestilación. Resultados obtenidos del porcentaje de rendimiento.

Peso de cáscaras	Volumen de aceite esencial	% de rendimiento
600 g	9,5 ml	1,33 %
520 g	8,1 ml	1,30 %
550 g	8,6 ml	1,31 %
620 g	9,7 ml	1,31 %

En la tabla antes mencionada se puede observar que se llevó a cabo 4 extracciones, los gramos de cáscaras utilizados en cada una de ellas y el volumen de aceite obtenido. Adicionalmente, se aprecia que con el método de hidrodestilación los rendimientos son bajos.

Tabla 2. Propiedades físicas del aceite esencial de *Citrus sinensis*.

Propiedad	Resultado
Aspecto	líquido oleoso
Color	inoloro
Olor	cítrico
Densidad	0,84 g/ml
Solubilidad	soluble en etanol

En la tabla 2, se destacan las propiedades físicas del aceite esencial de *Citrus sinensis* determinadas en esta investigación.

Tabla 3. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sinensis* frente a la cepa de *Staphylococcus aureus*.

Dilución	Puro	(1/2)	(1/4)	(1/8)	(1/16)	(1/32)	Control (+)	Control (-)
Concentración	100%	50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%		
PLACAS (Efecto bacteriostático)	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>S. aureus</i>	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-
CALDOS (Efecto bactericida)	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>S. aureus</i>	+	+	+	+	+	+	+	-

Tabla 4. CMI y CMB a las 24 horas de incubación con el aceite esencial de *Citrus sinensis*.

CEPA	CMI	CMB
<i>Staphylococcus aureus</i>	Puro 100%	-----

En las tablas 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de la actividad antimicrobiana (efecto bacteriostático y bactericida) del aceite esencial de *Citrus sinensis* frente a la cepa de *Staphylococcus aureus*. Los datos evidencian que, tras 24 horas de incubación, se observó una Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) parcial al 100% de concentración. No hubo efecto bactericida, por lo tanto, no se pudo determinar la Concentración Mínima Bactericida (CMB).

DISCUSIÓN

Staphylococcus aureus es un microorganismo capaz de ocasionar infecciones cutáneas, como la foliculitis, que puede agravarse si no se trata adecuadamente. Además, esta bacteria presenta resistencia a múltiples antibióticos. Los aceites esenciales se han convertido en un tema de investigación, al demostrar poseer una amplia gama de propiedades beneficiosas que justifican su estudio y aplicación en diversas áreas.

En esta investigación, el aceite esencial de *Citrus sinensis* obtenido mediante hidrodestilación con trampa de Clevenger presentó rendimientos muy bajos, dado que el material vegetal, al estar en contacto con el agua en ebullición, puede causar la hidrólisis de algunos compuestos volátiles, reduciendo así la cantidad de aceite extraído. Colina, Contreras et al. en el año 2021 realizaron una comparación de dos métodos de extracción, demostrando que el proceso de destilación por arrastre con vapor produce rendimientos hasta 60 veces mayores que la hidrodestilación. Esto se debe a que la muestra no está en contacto directo con el agua y el vapor se introduce dentro de la cáscara más fácilmente, arrastrando consigo el aceite esencial ⁽¹²⁾.

Por otra parte, el tamaño de las partículas influye directamente en la cantidad de aceite extraído, observándose mayores rendimientos a menores tamaños de partícula, en concordancia con los resultados obtenidos por Pérez en 2019. Además, Pérez destaca que la separación del aceite obtenido por el método de hidrodestilación es directa, ya que se aprovecha la diferencia de densidades ⁽¹³⁾.

En cuanto a la actividad antimicrobiana, se observó una Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) parcial al 100% de concentración en 24 horas de incubación frente a la cepa de *Staphylococcus aureus*. No hubo efecto bactericida, por lo tanto, no se pudo determinar la Concentración Mínima Bactericida (CMB). Los resultados obtenidos son contrarios a los observados en otras investigaciones, las cuales

destacan mayor efectividad de este aceite frente al microorganismo estudiado y otros patógenos. Saldarriaga en 2016 determinó la CMI Y CMB del aceite esencial de *Citrus sinensis* en el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, utilizando 8 concentraciones. La CMI promedio fue de 3,8% frente *S. aureus* y 8,7% frente *E. coli*. La CMB fue de 7,2% para *S. aureus* y 12,3% para *E. coli* ⁽¹⁴⁾. Esta divergencia puede atribuirse a la volatilidad del aceite, ya que los compuestos activos, como el limoneno, se evaporan y degradan, lo que reduce su efectividad antimicrobiana. En este estudio, la determinación de la actividad antibacteriana se realizó tres meses después a la obtención del aceite, esto pudo llevar a una pérdida gradual de sus propiedades. Para mitigar esta pérdida, actualmente, se han investigado métodos como la encapsulación (retiene 97,1% de limoneno), que puede ayudar a conservar sus propiedades ⁽¹⁵⁾.

Existen diversos factores que afectan las características de las frutas cítricas y, por consiguiente, la composición del aceite, tales como: las condiciones climáticas en el momento de la cosecha, la estructura y composición del suelo, las prácticas de cultivo ⁽¹⁶⁾. Dichos factores no pudieron ser controlados en esta investigación, ya que la muestra fue obtenida en una frutería del municipio Guacara.

En 2020 Baltodano et al. evaluaron la actividad antimicrobiana de este aceite utilizando la técnica de macrodilución en tubo, encontrando una CMI de 20 µg/ml frente a *Listeria monocytogenes* y una CMI de 40 µg/ml frente a *Pseudomonas aeruginosa*, concluyendo que el aceite esencial de *Citrus sinensis* ejerce mayor efecto en bacterias grampositivas que en gramnegativas ⁽¹⁷⁾. Conforme a lo expuesto anteriormente, muchos autores señalan que los extremos lipofílicos de los ácidos lipoteicoicos en la membrana celular de las bacterias grampositivas presentan afinidad por los compuestos hidrofóbicos de los aceites esenciales, lo que facilita la penetración de estos, por medio de la membrana produciendo una desorganización de los lípidos. Sin embargo, en las bacterias gramnegativas existe cierta resistencia a la entrada de los aceites esenciales por el papel protector de las proteínas de membrana

extrínsecas o los lipopolisacáridos de la pared celular, lo que limita la velocidad de difusión de compuestos hidrófobos ⁽¹⁸⁾.

CONCLUSIÓN

- Aunque los resultados de este estudio no confirmaron la hipótesis inicial, ha proporcionado información valiosa sobre los factores que pueden influir en la propiedad antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sinensis* y en su proceso de extracción por el método de hidrodestilación.
- Se sugiere a futuras investigaciones determinar la actividad antimicrobiana el mismo día de la obtención del aceite por este método, para así evitar la pérdida de sus compuestos activos. Asimismo, no se recomienda almacenar las cáscaras del fruto, sino tratarlas de inmediato garantizando la calidad del aceite.
- La continua exploración del aceite esencial de *Citrus sinensis* abre la posibilidad de su incorporación en productos cosmecéuticos como opción terapéutica para la foliculitis, con el objetivo de beneficiar a quienes sufren de esta afección cutánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez L, Sáenz E. Infecciones cutáneas bacterianas. *Dermatología Peruana*, 16(1): 7-31, 2006. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/dermatologia/v16_n1/pdf/a02.pdf
2. Rodríguez M, González J. Foliculitis infecciosas estafilocócicas. *Centro Dermatológico Dr. Ladislao de la Pascua*, 26(3): 92-95, 2017. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/derma/cd-2017/cd173b.pdf>
3. Barbosa J, Espinal M, Pardo P. Resistencia a los antimicrobianos: tiempo para la acción. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44(1): 1-2, 2020. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52655>
4. Juárez J, Castro A, Jaúregui J, Lizano J. Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *Citrus sinensis* (Naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica. *Ciencia e investigación*, 13(1): 9-13, 2010. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/3157/2643>
5. Villamizar M, Aular Y. Métodos de extracción del aceite esencial de *Lippia alba*. *Revista Ingeniería UC*, 29(1): 3-14, 2022. Disponible en: <https://www.revistas.uc.edu.ve/index.php/revinguc/article/view/90>
6. Valera E. La dulce naranja. *Diario El Universal*, 2018. Disponible en: <https://www.eluniversal.com/suplementos/14683/la-dulce-naranja>.
7. Cerna L, Torres J. Obtención de aceite esencial a partir de residuos de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* Var. Valencia) utilizando un sistema de hidrodestilación convencional acoplado a un equipo de microondas para su extracción óptima. [Tesis de grado en Internet]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2020. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17181/Cerna_ml.pdf?sequence=3&isAllowed=y

8. Jiménez W, Zamora J, Campoverde J, Mariscal W. Actividad antioxidante y antimicrobiana del aceite esencial de *Citrus sinensis*, *Citrus paradisis* y *Citrus reticulata*. *Reciamuc*, 6(3): 399-407, 2022. Disponible en: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/921/1335>
9. Saquina D. Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) sobre la cepa de *Staphylococcus aureus*. [Tesis de pregrado en Internet]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2018. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28463/1/Tesis%20141%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20590.pdf>
10. Arias F. El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. 5ta edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. 2006.
11. Gil M, Perelli A, Alvarado R, Arias Y, Blumenthal E. Actividad bacteriostática y bactericida de la tintura de propóleos sobre bacterias enteropatógenas. *Revista Salus* 16(1): 29-37, 2012. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382012000300006
12. Colina J, Contreras E, Ruiz J, Monroy L. Comparación de dos métodos de extracción para el aceite esencial de la cáscara de pomelo (*Citrus maxima*). *Ing-NOVA* 1(1): 85-98, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.32997/rin-2022-3729>
13. Pérez J. Obtención de aceite esencial y pectinas de la cáscara de naranja y diseño de la unidad de extracción. [Tesis de pregrado en Internet]. Bogotá: Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano; 2019. Disponible en:

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7858/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14. Saldarriaga A. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria y Concentración Mínima Bactericida del aceite esencial de *Citrus sinensis* (naranja) variedad Tangelo en el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y de *Escherichia coli*. [Tesis de pregrado en Internet]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/5060>
15. Nolzco D. Encapsulación del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) mediante inclusión molecular, liberación controlada y estabilidad oxidativa. [Tesis Doctoral en Internet]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6731>
16. Rondón Y. Desarrollo de una fragancia a partir de una mezcla de aceites esenciales de Jazmín Café (*Murraya peniculata*) y naranja (*Citrus sinensis*) extraídos con CO₂ supercrítico. [Tesis de Pregrado en Internet]. Venezuela: Universidad de Carabobo, 2012. Disponible en: <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/8030/3/yrondon.pdf>
17. Baltodano L, Velásquez L, Zavaleta D, Mercado P. Inhibición del crecimiento de *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 por aceite esencial de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. REBIOL, 40(2): 141-148, 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8143269>
18. Córdova C, Guillén J, Tuesta T. Extracción por microondas libre de solvente del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*), y el efecto de las condiciones

de proceso en su rendimiento, composición y actividad antimicrobiana.

Revista Chilena de Nutrición 47(6): 965-974, 2020. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000600965>