



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

TESIS DE LICENCIATURA

**Actividad bactericida de un jabón con aceite esencial de
Origanum vulgare contra bacterias asociadas a tejidos
blandos**

Para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA

Carlos Rafael Rodríguez Silva

Director

Dr. Adrian Zaragoza Bastida

Codirector

Dra. Nallely Rivero Perez

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, 10 de marzo de 2026



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

TESIS DE LICENCIATURA

**Actividad bactericida de un jabón con aceite esencial de
Origanum vulgare contra bacterias asociadas a tejidos
blandos**

Para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA

Carlos Rafael Rodríguez Silva

Director

Dr. Adrian Zaragoza Bastida

Codirector

Dra. Nallely Rivero Perez

Asesores

Dr. Ana Lizet Morales Ubaldo

Dr. Lenin Rangel López

Dr. Jorge Alva Pérez

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, 10 de marzo de 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Academic Area of Veterinary Medicine and Zootechinics

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, a 10 de marzo del 2026

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado a él pasante de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia **Carlos Rafael Rodríguez Silva**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado “**Actividad bactericida de un jabón con aceite esencial de *Origanum vulgare* contra bacterias asociadas a tejidos blandos**”, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE Dra. Nallely Rivero Perez

SECRETARIO Dr. Jorge Alva Pérez

VOCAL 1 Dr. Adrian Zaragoza Bastida

VOCAL 2 Dr. Lenin Rangel López

VOCAL 3 Dra. Ana Lizet Morales Ubaldo

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
“Amor, Orden y Progreso”

Dra. Maricela Ayala Martínez
Coordinadora de Programa
Educativo de Medicina Veterinaria
y Zootecnia.

Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo,
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42105
mvzjefatura@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”



uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es la culminación de un periodo arduo de experimentación e investigación, que requirió dedicación, esfuerzo y paciencia en toda su realización. Esto no se habría concretado sin el apoyo de personas que formaron parte de este proceso:

A mi director el Doctor Adrián Zaragoza Bastida, por su apoyo en cada paso a seguir a lo largo del proceso de la investigación presente, así como también su mentoría durante los periodos que fungió como docente en mi formación académica.

A mi madre Patricia y a mi hermano Rafael, por su respaldo durante el tiempo que estuve trabajando en esta tesis y sus palabras de aliento que me inspiraban a culminar para recibirme como MVZ.

A mis amigas Karen, Nohemi, Ana, Virginia, Belen, Imelda y Fátima, por el acompañamiento que me han dado a lo largo de la licenciatura no solo como amigas, sino también como MVZ a fin de instruirme en numerosas circunstancias relacionadas a aspectos teóricos y prácticos de la licenciatura.

A mis amigas Danni y Dulce por estar para mi desde tiempos remotos y haberme visto crecer en cada etapa de mi formación como MVZ, brindándome su afecto y compañía en todo momento.

Gracias a todos y cada uno de ustedes.

ÍNDICE

Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Antecedentes.....	11
Posesión de animales domésticos	11
Heridas e infecciones de tejidos blandos.....	11
Manejo médico-quirúrgico de heridas e infecciones de tejidos blandos	12
Bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos	13
<i>Escherichia coli</i>	13
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
<i>Staphylococcus aureus</i>	14
Resistencia a antibacterianos	15
Aceites esenciales	16
<i>Origanum vulgare</i>	16
Características y taxonomía.....	16
Actividades biológicas.....	16
Actividad antibacteriana	17
Planteamiento del problema	18
Justificación	19
Hipótesis	21
Objetivos.....	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos.....	22
Metodología.....	23
Aceite esencial de <i>Origanum vulgare</i>	23
Formulación de los jabones	23
Material biológico.....	24
Actividad bactericida.....	24

Análisis estadístico	25
Resultados.....	26
Discusión	28
Conclusión.....	29
Referencias	30

RESUMEN

Las infecciones de piel y tejidos blandos, derivadas de traumatismos accidentales o procedimientos terapéuticos como cirugías, son de las afecciones más frecuentes en la clínica veterinaria, donde la limpieza inmediata de la lesión es clave para prevenir complicaciones. La creciente resistencia a antibacterianos convencionales hace necesario explorar alternativas naturales que mantengan la eficacia sin favorecer la resistencia. En este sentido el uso de aceites esenciales representa una alternativa altamente viable. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto bactericida de un jabón formulado con aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos. Se formuló un jabón a base de aceite esencial de *Origanum vulgare* y se evaluó su actividad determinando la concentración mínima bactericida frente a *E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa*. Se determinó actividad bactericida a concentraciones de 0.011 a 0.18 %, evidenciando el potencial del aceite esencial de orégano como antiséptico natural y alternativa frente a bacterias resistentes asociadas a infecciones de tejidos blandos.

Palabras clave: Jabón, aceite esencial, *Origanum vulgare*, actividad bactericida, infecciones, tejidos blandos.

ABSTRACT

Skin and soft tissue infections, resulting from accidental trauma or therapeutic procedures such as surgeries, are among the most frequent conditions in veterinary practice, where immediate wound cleaning is crucial to prevent complications. The increasing resistance to conventional antibacterials highlights the need to explore natural alternatives that maintain efficacy without promoting resistance. In this context, the use of essential oils represents a highly viable option. The aim of this study was to determine the bactericidal effect of a soap formulated with *Origanum vulgare* essential oil against bacteria associated with soft tissue infections. A soap containing *Origanum vulgare* essential oil was prepared, and its activity was evaluated by determining the minimal bactericidal concentration against *E. coli*, *S. aureus*, and *P. aeruginosa*. Bactericidal activity was observed at concentrations ranging from 0.011 to 0.18 %, demonstrating the potential of *Origanum vulgare* essential oil as a natural antiseptic and an alternative against resistant bacteria associated with soft tissue infections.

Keywords: Soap, *Origanum vulgare* essential oil, bactericidal activity, infections, soft tissues.

INTRODUCCIÓN

La adquisición de animales por parte de la sociedad ha ido en aumento, lo cual supone una mayor demanda de servicios y productos veterinarios destinados a la medicina preventiva o a tratamientos de diversas afecciones de salud en estos animales (INEGI, 2021).

Una de las principales problemáticas con las que los centros médicos veterinarios se enfrentan constantemente es el manejo de infecciones de piel y tejidos blandos. Estas infecciones derivan de la colonización de bacterias presentes en superficies de la piel que han perdido continuidad debido a traumatismos, heridas quirúrgicas o enfermedades que alteran la permeabilidad de este tejido y permitan la entrada y establecimiento de estos microorganismos, cuando dichos eventos ocurren, el manejo tanto del paciente como de la lesión pueden ser factores clave en la prevención o el desarrollo de una infección bacteriana (Moon *et al.*, 2022).

Entre los agentes habitualmente involucrados y aislados de infecciones de piel y tejidos blandos se encuentran *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, microorganismos que suelen estar presentes sobre la piel del animal como formas de vida oportunistas, capaces de causar infecciones (Moon *et al.*, 2022).

La limpieza y desinfección de heridas mediante productos con ingredientes antibacterianos, así como la administración sistémica o tópica de antibacterianos, constituyen medidas fundamentales en el manejo clínico de las heridas. Estas intervenciones tienen como objetivo disminuir la carga bacteriana, prevenir la aparición de infecciones y tratar aquellas que ya se han establecido (Steed, 2004).

Sin embargo, el uso frecuente, inadecuado o bien, no indicado tanto de desinfectantes o antibacterianos, ha propiciado la aparición de poblaciones bacterianas resistentes a estos ingredientes activos, dicho fenómeno representa una problemática de importancia a nivel mundial, puesto que con frecuencia los planes de tratamiento fracasan, y es necesario recurrir a tratamientos costosos y con efectos secundarios perjudiciales para el paciente, por lo que la búsqueda de alternativas funcionales para el tratamiento de bacterias resistentes y multirresistentes se ha vuelto una prioridad en la medicina (Geraldo *et al.*, 2008).

En este contexto, compuestos derivados de fuentes naturales, tal es el caso de aceites esenciales han cobrado especial interés, debido a que han demostrado poseer actividad biológica relevante (De Souza *et al.*, 2010).

Debido a lo antes mencionado el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto bactericida de un jabón formulado con aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos, por medio de técnicas bacteriológicas para proponerlo como alternativa antiséptica en la práctica clínica.

ANTECEDENTES

Posesión de animales domésticos

En México la posesión de animales de compañía ha extendido exponencialmente, alrededor del 69.80% de los hogares en el país poseen algún tipo de mascota, contabilizándose 80 millones de mascotas, de las cuales 43.80 millones son perros, seguido de 16.2 millones de gatos y alrededor de 20 millones de mascotas de especies variadas (INEGI, 2021).

Con respecto al sector ganadero, se sigue presentando un crecimiento constante del número de animales de abasto, donde las cifras más recientes han contabilizado en el territorio mexicano un total de 621 millones de aves de corral, 36.60 millones de bovinos, 8.8 millones de caprinos, 5.70 millones de ovinos y 16.50 millones de porcinos, constatando que la industria avícola y bovina son las de mayor expansión, aumentando hasta en un 13% y 40% respectivamente el número de animales en estas industrias (SIAP, 2023).

El crecimiento mostrado en la posesión de animales de compañía y de fin zootécnico refleja un mayor interés en el aprovechamiento y/o cuidado de estos animales domésticos, donde tan solo en el caso de animales de compañía se ha observado que este mercado pasó de tener un valor de \$500, 000, 000 en 2011 hasta \$1,170,000,000, mientras que en el caso de la ganadería se ha contabilizado un valor de \$587, 000, 000, 000 hasta el 2022 (Kim, 2022; SIAP, 2024). Es debido a la importancia que tienen en el aspecto económico estos dos grupos de animales domésticos que se vuelve necesaria la búsqueda de medidas preventivas o de tratamiento.

Heridas e infecciones de tejidos blandos

Las alteraciones en la permeabilidad de la barrera cutánea suponen un escenario que puede vulnerar la salud del paciente y eventualmente complicarse, donde factores como enfermedades cutáneas, inmunosupresión, lesiones con fines terapéuticos (inyecciones y procedimientos quirúrgico) o incidentales (traumatismos) pueden derivar en la aparición de infecciones de tejidos blandos (Morales *et al.*, 2022).

Las infecciones de tejidos blandos involucran la inoculación de bacterias tras las alteraciones anteriormente mencionadas, conllevando una respuesta inflamatoria local y con consecuente invasión local, pudiendo perjudicar tejidos como la piel, tejido subcutáneo o músculos (SSA,

2025). Estas infecciones pueden tener gravedad variable, así como también origen anatómico variable, por lo que sus manifestaciones clínicas suelen ser diversas (Morales *et al.*, 2022).

Entre los microorganismos que frecuentemente se han visto involucrados en la causa de estas infecciones, se ha identificado una mayor incidencia con bacterias Gram positivas, siendo específicamente del género *Staphylococcus*, destacándose *Staphylococcus pseudointermedius* (46.73%) y *Staphylococcus aureus* (5.66%), mientras que del lado de las bacterias Gram negativas se ha identificado en menor medida a *Pseudomonas aeruginosa* (1.74%) y *Escherichia coli* (Morales *et al.*, 2022).

Manejo médico-quirúrgico de heridas e infecciones de tejidos blandos

Dado a que las infecciones de tejidos blandos pueden tener presentaciones distintas entre especies, se debe de individualizar el manejo de estas lesiones. Dependiendo del grado de afección de las lesiones se dispone de diferentes estrategias para de favorecer la cicatrización de la herida y tratar o prevenir la aparición de infecciones (Kirshen *et al.*, 2006).

La limpieza y desinfección de la herida con solución salina fisiológica, así como con jabón neutro o quirúrgico son pasos fundamentales en los protocolos de manejo de heridas, puesto que la presencia de cuerpos extraños o microorganismos pueden interferir con la restauración de tejidos y cierre de la herida (Kirshen *et al.*, 2006).

Así mismo es necesario valorar la viabilidad de los tejidos, puesto que tejidos dañados pueden retrasar o impedir el proceso de sanación de la herida, en tejidos necróticos o infectados es necesaria la debridación, siguiendo los principios quirúrgicos de manejo delicado de tejidos (Steed, 2004).

Dependiendo de la profundidad y la extensión de la herida, puede presentarse acumulación de sangre o fluido seroso, complicaciones que pueden retrasar el proceso de cicatrización por diversos mecanismos. Entre ellos destaca la posible aparición de isquemia secundaria a la presión ejercida por la acumulación de líquidos, comprometiendo el aporte de nutrientes al tejido. Asimismo, estos acúmulos favorecen la creación de un microambiente propicio para la proliferación bacteriana y aumento en el espacio muerto, lo que perpetúa la acumulación de fluidos y eleva el riesgo de infección. Por ello, es fundamental realizar un cierre adecuado, con el objetivo de minimizar los espacios muertos. Cuando esto no es posible, se recomienda

la colocación de un sistema de drenaje para prevenir la acumulación de líquidos y sus posibles complicaciones (Kirshen *et al*, 2006).

En caso de que se desarrolle una infección en la herida, es fundamental restablecer y mantener el equilibrio entre la carga bacteriana y la respuesta inmunitaria del paciente, evitando que la proliferación microbiana y la respuesta inmunitaria del paciente, evitando que dicha proliferación supere la capacidad defensiva del hospedero. Para ello, se recomienda la aplicación local de sustancias antisépticas que contribuyan a reducir la carga bacteriana. Asimismo, puede considerarse la administración profiláctica o terapéutica de antibióticos por vía tópica o parenteral, seleccionando aquellos con adecuada penetración y distribución de tejidos blandos. Entre los grupos comúnmente empleados se encuentran los betalactámicos (aminopenicilinas y cefalosporinas), las lincosamidas, como la clindamicina, y las quinolonas, tales como enrofloxacin o levofloxacino (Franz *et al*, 2008).

Bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos

Escherichia coli

Es un bacilo Gram negativo, móvil y con metabolismo anaerobio facultativo. Forma parte de la microbiota del tracto gastrointestinal de diversos animales, donde actúa como microorganismo comensal. Sin embargo, es eliminado de manera constante al ambiente a través de las excretas de los mamíferos, lo que favorece su diseminación en el ecosistema y facilitando su participación como agente oportunista en procesos infecciosos (Saénz *et al.*, 2023).

Las cepas de *Escherichia coli* pueden persistir y establecer infecciones debido a la expresión de diversos factores de virulencia característicos de esta especie. Entre ellos se encuentran adhesinas que permiten unirse a receptores celulares específicos, facilitando la colonización, así como sistemas especializados de captación de hierro, que favorecen la supervivencia y multiplicación de la bacteria en ambientes con disponibilidad limitada de este elemento. Con respecto a infecciones cutáneas y de tejidos blandos, un factor determinante es la producción de toxinas y otros factores citotóxicos, capaces de inducir daño tisular, degeneración tisular y necrosis. Estos mecanismos facilitan la invasión y diseminación bacteriana, favoreciendo la progresión del proceso infeccioso (Frömmel *et al.*, 2013).

Pseudomonas aeruginosa

P. aeruginosa, es un bacilo Gram negativo móvil y con metabolismo anaerobio facultativo. Se caracteriza por su amplia distribución ambiental. Su capacidad de adaptación le confiere resistencia a múltiples condiciones ambientales adversas, convirtiéndolo en un importante agente oportunista, especialmente en hospederos inmunocomprometidos o con barreras epiteliales dañadas (Paz Zarza *et al.*, 2019).

Entre los principales factores de virulencia se encuentra la producción de toxinas capaces de inducir apoptosis y daño celular, la formación de biopelículas que dificultan la acción de anticuerpos y células del sistema inmunitario, así como la capacidad de desencadenar una respuesta inflamatoria severa tras ser reconocida por el sistema inmune del hospedero. Estos mecanismos contribuyen a la persistencia de la infección y a la severidad del daño tisular asociado (Paz Zarza *et al.*, 2019).

Staphylococcus aureus

S. aureus es un coco Gram positivo, agrupado en racimos, inmóvil y con metabolismo anaerobio facultativo. forma parte de la microbiota habitual de los animales, donde actúa como un microorganismo comensal colonizando principalmente la piel y las mucosas. Bajo determinadas circunstancias puede comportarse como patógeno oportunista. La pérdida de continuidad de la barrera cutánea ya sea por traumatismos o procedimientos quirúrgicos, lo cual facilita su ingreso a los tejidos subyacentes, lo que puede derivar en infecciones en la piel y tejidos blandos de los animales (Ríos *et al.*, 2015).

Esta bacteria tiene múltiples factores de virulencia que favorecen el establecimiento y progresión de infecciones tras atravesar la barrera cutánea. Entre ellos destacan la capacidad de formar biopelículas, que le confieren protección frente a condiciones ambientales adversas y mecanismos de defensa del hospedero, así como la expresión de adhesinas que facilitan su fijación a componentes de la matriz extracelular y a células del hospedero, promoviendo su persistencia y evasión inmunitaria (Garzón *et al.*, 2019).

Resistencia a antibacterianos

La resistencia a antibacterianos es una problemática que ha ido en aumento progresivamente a lo largo de las últimas décadas, representando un riesgo significativo tanto para la medicina humana como para la medicina veterinaria. Este fenómeno no se limita solo a antibacterianos utilizados con fines terapéuticos, sino que también se ha observado frente a ingredientes antibacterianos presentes en productos de uso cotidiano, empleados en entornos domésticos y hospitalarios para desinfección y antisepsia como medidas complementarias en tratamientos o con fines profilácticos. Esta presión selectiva constante favorece la supervivencia y proliferación de cepas bacterianas capaces de adaptarse y establecerse en la piel u otros tejidos, incrementando la dificultad en el manejo de infecciones (Geraldo *et al*, 2008).

Las bacterias multirresistentes a antibacterianos expresan características biológicas derivadas de la presión a la que se someten ante el uso indiscriminado de estos fármacos, consiguiendo adaptarse a estas condiciones adversas, las bacterias desarrollan mecanismos que pueden conferir resistencia cruzada frente a antibacterianos de uso terapéutico. Entre estos mecanismos destacan las alteraciones en la permeabilidad de la pared celular, que disminuyen la entrada que disminuyen la entrada de sustancias antimicrobianas, así como la sobreexposición de bombas de eflujo que modifican las concentraciones intracelulares de los compuestos antibacterianos. Estas adaptaciones reducen la eficacia tanto de agentes antisépticos como antibióticos, complicando el tratamiento de infecciones y favoreciendo la persistencia bacteriana (Tattawasart *et al.*, 2000).

Se ha documentado la aparición de resistencia bacteriana frente a diversos biocidas de uso común, particularmente compuestos como el triclosán y el triclocarbán, y en menor medida ante otros agentes como el benzalconio y la clorhexidina. Esta capacidad adaptativa de las bacterias genera preocupación, ya que puede contribuir tanto a la disminución de su eficacia como a la posible selección de resistencia a antibióticos. En este contexto, la creciente adaptación bacteriana subraya la necesidad de explorar y evaluar la viabilidad de nuevos biocidas con mecanismos de acción distintos y menor propensión a inducir resistencia (Sousa *et al.*, 2025).

Aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas complejas de compuestos orgánicos volátiles, sintetizados y almacenadas en estructuras especializadas de las plantas, como células epidérmicas modificadas, tricomas glandulares y conductos secretores, localizados en flores, hojas, frutos, raíces y tallos. Estos compuestos derivan del metabolismo secundario vegetal y cumplen diversas funciones ecológicas, como atracción de polinizadores, adaptación al estrés ambiental y como defensa frente a patógenos. Químicamente están constituidos por terpenos, terpenoides y compuestos fenólicos, entre los cuales se han identificado moléculas con actividad antimicrobiana (Flores-Gutiérrez, 2010).

Desde tiempos remotos, los aceites esenciales extraídos de múltiples especies vegetales han sido empleados con fines cosméticos y medicinales. Diversos estudios han documentado sus propiedades terapéuticas en el manejo de distintas afecciones, incluyendo infecciones de origen bacteriano, lo que respalda su interés actual como alternativa o complemento a los antibacterianos convencionales (Ali *et al.*, 2015).

Origanum vulgare

Características y taxonomía

Origanum vulgare es una especie perteneciente a la familia *Lamiaceae* y al género *Origanum*. Es originaria de Europa, sin embargo, en la actualidad presenta una distribución cosmopolita. Es una planta herbácea perenne que puede alcanzar aproximadamente 40 cm de altura. Sus tallos son erectos, ramificados y pueden presentar tonalidades rojizas. Las hojas son pequeñas, de morfología ovalada, con una longitud que oscila entre 5 y 15 mm. Las flores, de coloración blanquecina a rosada se disponen en inflorescencias terminales agrupadas en el extremo de los tallos (Murillo-Amador *et al.*, 2013).

Actividades biológicas

Origanum vulgare presenta una composición fitoquímica compleja, caracterizada por la presencia de diversos compuestos bioactivos. Entre ellos se encuentran terpenos como el α -bergamoteno, cariofileno, oxido de cariofileno, *p*-cimeno y *y*-terpineno y compuestos fenólicos como el carvacrol, eugenol y timol. Estas moléculas son responsables de múltiples propiedades biológicas atribuidas a la especie, entre las que destacan actividad antioxidante antifúngica, antiinflamatoria, antiparasitaria y antibacteriana (De Souza *et al.*, 2010).

Actividad antibacteriana

Estudios previos han demostrado que los compuestos tales como timol y carvacrol, presentes en el aceite esencial de *Origanum vulgare* son los principales responsables de la actividad antibacteriana. La eficacia de estas moléculas se relaciona con su estructura química (Di Pasqua *et al.*, 2006).

Se ha propuesto que el timol y el carvacrol ejercen su actividad antibacteriana mediante la alteración de la permeabilidad de la membrana citoplasmática de bacterias Gram positivas y Gram negativas. Este efecto se atribuye a la afinidad de estos terpenoides por los componentes fosfolipídicos y proteicos de las membranas celulares, con los cuales interactúan directamente debido a su naturaleza hidrofóbica (Di Pasqua *et al.*, 2006).

Dicha interacción provoca la desestabilización de la bicapa lipídica, generando cambios en su integridad estructural y funcional, principalmente al aumentarse la permeabilidad de membrana, alteración del control osmótico y liberación de contenido intracelular. Estos eventos inducen a la muerte bacteriana (Di Pasqua *et al.*, 2006).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el país, el aprovechamiento y posesión de animales domésticos es una actividad importante dentro de la sociedad mexicana, ya que pueden disponerse de estos para distintos fines que beneficien al ser humano. Sin embargo, los animales están expuestos de manera constante a diversas condiciones ambientales y situaciones propias de su manejo que pueden comprometer su integridad física.

Las heridas constituyen uno de los incidentes más frecuentes a los que los animales pueden estar expuestos dentro de su entorno. Cuando estas lesiones no reciben un manejo adecuado y oportuno, pueden complicarse y evolucionar hacia infecciones de tejidos blandos, lo que representa un problema sanitario relevante, al implicar un incremento en los costos asociados al tratamiento, la necesidad de intervenciones médicas más complejas y en el caso de animales de producción disminución en los parámetros productivos.

Se ha reportado que el uso constante de antisépticos usados frecuentemente en el manejo de heridas está promoviendo silenciosamente la resistencia bacteriana no solo a los ingredientes activos de los antisépticos, sino también como efecto colateral del uso de los antibióticos, por lo anterior, resulta necesaria la búsqueda y evaluación de alternativas que sean capaces de cumplir con el mismo propósito de sanitización en el manejo de heridas, garantizando el control de la carga microbiana sin favorecer la aparición de resistencia ni generar efectos adversos significativos.

En este sentido, el uso de compuestos de origen natural con actividad antibacteriana representa una estrategia prometedora para complementar o sustituir en determinados contextos, los agentes antisépticos y antibacterianos convencionales, previniendo y ralentizando de esta forma el desarrollo de resistencia bacteriana.

JUSTIFICACIÓN

La tenencia de animales domésticos en el territorio mexicano desempeña un papel importante en la dinámica social y económica del país, debido a la gran variedad de fines zootécnicos que estos cumplen para beneficio del ser humano, ya sea como animales de compañía, de trabajo o de producción. No obstante, estos animales se encuentran constantemente expuestos a diversas situaciones que comprometen su integridad física, siendo las heridas uno de los eventos más frecuentes.

El manejo adecuado de estas heridas es un factor determinante, ya que puede marcar la diferencia entre una cicatrización favorable y el desarrollo de infecciones de tejidos blandos. Estas complicaciones no solo afectan el bienestar del animal, sino que también representan un problema sanitario que implica costos elevados para los propietarios, derivados de tratamientos prolongados, uso de antibacterianos y atención veterinaria especializada.

El uso constante e indiscriminado de los antisépticos comúnmente empleados en centros veterinarios puede ejercer una presión selectiva sobre las poblaciones bacterianas, favoreciendo la adaptación y el desarrollo progresivo de mecanismos de tolerancia o resistencia frente a dichas sustancias. Esta situación representa un riesgo sanitario significativo, ya que compromete la eficacia de herramientas terapéuticas fundamentales tanto en medicina veterinaria como en salud pública, especialmente bajo el enfoque de una salud. Ante esta problemática, resulta necesaria la búsqueda y el desarrollo de alternativas de tratamiento eficaces que permitan ampliar la disponibilidad de productos destinados a la antisepsia en el manejo de heridas, contribuyendo así a mitigar la presión selectiva asociada al uso reiterado de antisépticos convencionales y, en consecuencia, la resistencia bacteriana.

Dentro de estas alternativas, el uso de plantas medicinales se propone como una opción prometedora. En particular, *Origanum vulgare*, comúnmente conocido como orégano, ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades antibacterianas frente a diversos patógenos, por lo que el aceite esencial de *Origanum vulgare* podría representar una alternativa altamente viable, de bajo costo y con actividad antibacteriana relevante para la antisepsia de lesiones en etapas tempranas, así como coadyuvante en el manejo de infecciones de tejidos blandos derivadas de heridas. Su incorporación en una formulación tópica, como jabón líquido destinado al manejo inicial de heridas, podría complementar los tratamientos

convencionales empleados en la práctica clínica, contribuyendo a optimizar los resultados terapéuticos y a disminuir la carga microbiana.

HIPÓTESIS

La adición de aceite esencial de *Origanum vulgare* a una base de jabón líquido potenciará su actividad bactericida contra agentes asociados a infecciones de tejidos blandos en animales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el efecto bactericida de un jabón formulado con aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos, por medio de técnicas bacteriológicas para proponerlo como alternativa antiséptica en la práctica clínica.

Objetivos específicos

1. Determinar la Concentración Mínima Bactericida de un jabón quirúrgico comercial contra bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos.
2. Determinar la Concentración Mínima Bactericida de una base de jabón líquido contra bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos.
3. Determinar la Concentración Mínima Bactericida de una base de jabón líquido formulada con aceite esencial de *Origanum vulgare* contra bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos.

METODOLOGÍA

Aceite esencial de *Origanum vulgare*

Se utilizó un aceite esencial comercial de orégano (Droguería Cosmopólita ®), obtenido por arrastre de vapor a partir de hojas secas, de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por el fabricante. La gravedad específica reportada para el producto fue de 0.910-0.980.

Formulación de los jabones

Para la elaboración de los jabones líquidos se emplearon los ingredientes y concentraciones indicados en el cuadro 1. Inicialmente, se preparó una base de jabón líquido. Posteriormente, a esta base se le adicionó el aceite esencial de orégano.

Cuadro 1. Composición de la base de jabón líquido y jabón adicionado con aceite esencial de *Origanum vulgare*.

Ingrediente	Base de jabón (%)	Jabón con aceite esencial (%)
Lauril sulfato	50%	50%
Cocobetaína	5%	5%
Glicerina	5%	5%
Cloruro de sodio	1.5%	1.5%
Agua destilada	40%	37%
Aceite esencial (<i>O. vulgare</i>)	0%	3%

Material biológico

Se utilizaron cepas de la colección ATCC de *Escherichia coli*³⁵²¹⁸, *Pseudomonas aeruginosa*⁹⁰²⁷ y *Staphylococcus aureus*⁶⁵³⁸, así como cepas multirresistentes a antibacterianos aislados de casos clínicos (*P. aeruginosa* y *S. aureus*).

Una vez se confirmó la pureza y morfología de las cepas, una colonia de cada una de ellas se inoculó en caldo nutritivo estéril, los inóculos bacterianos se incubaron durante 24 h a 37° C, posteriormente se ajustaron con caldo nutritivo al 0.5 del patrón de turbidez de McFarland (150 x 10⁶ cel/ml).

Actividad bactericida

Para determinar la actividad antibacteriana del jabón se utilizó la técnica de microdilución en placa, de acuerdo con lo descrito por Zaragoza-Bastida *et al.* (2020).

Los tratamientos evaluados fueron la base de jabón (50-25%) y el jabón adicionado con aceite esencial a diferentes concentraciones (3.0 %-0.02 %). Como control positivo, se utilizó un jabón quirúrgico comercial a base de cloruro de benzalconio al 1% (Antibenzil[®]) a diferentes (0.78-0.048%).

Cada uno de los tratamientos fue evaluado por triplicado en una placa de 96 pozos, para lo cual se colocaron 100 µL de cada una de las concentraciones a evaluar más 10 µL de la suspensión bacteriana previamente ajustada a 0.5 de McFarland. Una vez que la placa fue inoculada, ésta se incubó a 37° C durante 24 horas y en agitación constante (70 rpm)

Para determinar la actividad bactericida de los tratamientos se inocularon 5µL de cada pozo en agar Mueller Hinton (DIBICO[®]), posteriormente se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Transcurrido el tiempo de incubación se realizó la lectura y se determinó como CMB aquella concentración a la cual no se observó crecimiento bacteriano en la placa. La CMB se considera como la concentración más baja de un agente antimicrobiano que es necesaria para la eliminación del 99.9% del inóculo y cuando no es visible crecimiento bacteriano en la placa después de 24 h (Zaragoza-Bastida *et al.*, 2020).

La comparación de la actividad antibacteriana entre la base jabonosa y la base jabonosa formulada con aceite esencial se realizó para evaluar el efecto de la incorporación del aceite esencial sobre la actividad antibacteriana de la formulación.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la actividad antibacteriana fueron normalizados (\log_{10}) y analizados mediante un diseño completamente al azar a través de ANOVA. Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante un análisis estadístico de comparación por Tukey con un nivel de confianza del 95% ($p=0.05$), usando el programa estadístico Minitab 18.

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, la cepa identificada como *S. aureus*⁰¹ mostró la mayor sensibilidad al jabón adicionado con aceite esencial de orégano, al determinarse un efecto bactericida a una concentración de 0.011 %, valor inferior al determinado para el control positivo (0.048 %) (Cuadro 2)

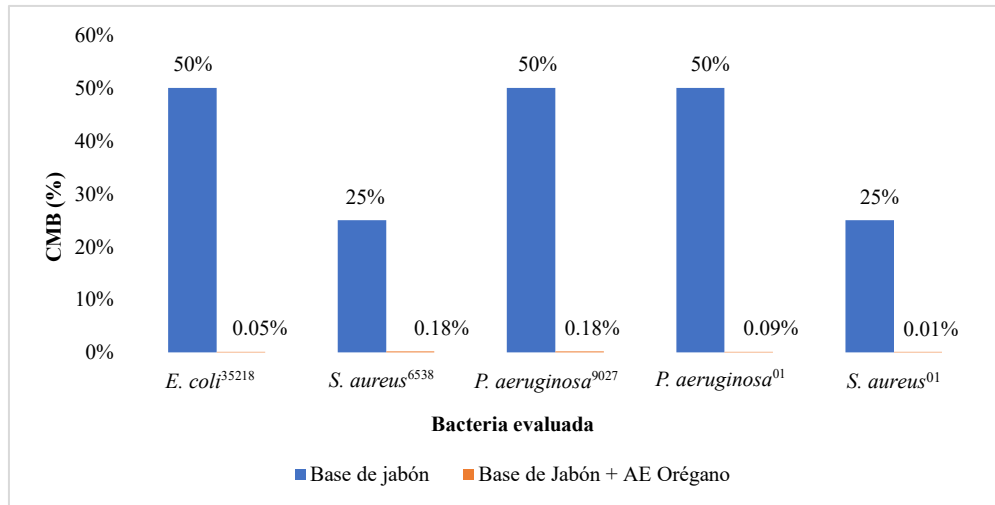
Asimismo, el jabón formulado con aceite esencial de *O. vulgare* presentó un mayor efecto bactericida (0.046-0.18 %) frente a ambas cepas de *P. aeruginosa* y frente a *E. coli*, en comparación con el jabón quirúrgico empleado como control positivo (0.39-0.78 %). Estos resultados contrastan con lo determinado para la cepa identificada como *S. aureus*⁶⁵³⁸, cuyo patrón de susceptibilidad difirió del resto de bacterias evaluadas (Cuadro 2)

Cuadro 2 . Actividad bactericida del jabón formulado con aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos

Tratamiento	<i>E. coli</i> ³⁵²¹⁸	<i>S. aureus</i> ⁶⁵³⁸	<i>P. aeruginosa</i> ⁹⁰²⁷	<i>P. aeruginosa</i> ⁰¹	<i>S. aureus</i> ⁰¹
Jabón quirúrgico	0.39 ^{bC}	0.097 ^{aB}	0.78 ^{bD}	0.78 ^{bD}	0.048 ^{bA}
Base de jabón	50.0 ^{cB}	25.0 ^{cA}	50.0 ^{cB}	50.0 ^{cB}	25.0 ^{cA}
Base de Jabón + AE <i>O. vulgare</i>	0.046 ^{aB}	0.18 ^{bD}	0.18 ^{aD}	0.093 ^{aC}	0.011 ^{aA}
Valor de <i>p</i>	0.0001				

^{a,b,c} Literales en letras minúsculas representan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; ^{A,B,C} literales en letras mayúsculas representan diferencias estadísticas significativas entre bacterias.

Con respecto a los resultados obtenidos para la base de jabón, este tratamiento presentó efecto bactericida únicamente a concentraciones elevadas (25-50 %). En comparación, la base jabonosa formulada con aceite esencial mostró una actividad antibacteriana superior, siendo 2,500 veces más activa sobre la cepa multirresistente de *S. aureus*⁰¹, 1,000 veces más activa sobre *E. coli*, y hasta 555 veces más activa sobre *P. aeruginosa*⁰¹. Estos resultados confirman que la actividad antibacteriana observada en el jabón formulado se atribuye principalmente a la adición del aceite esencial (Gráfica 1).



Gráfica 1. Concentración Mínima Bactericida (CMB) de la base de jabón y la base de jabón adicionada con aceite esencial de *Origanum vulgare* frente a bacterias asociadas a infecciones de tejidos blandos

DISCUSIÓN

Estudios previos han reportado el potencial antibacteriano del aceite esencial de orégano frente a bacterias presentes en procesos infecciosos (Walasek-Janusz *et al.*, 2024).

Por su parte Cruz *et al.* (2024), reportaron actividad bactericida frente a cepas de referencia y aislamientos clínicos de *P. aeruginosa* a concentraciones de entre 1.25% y 2.5% , valores superiores a los determinados en el presente estudio.

En relación con la incorporación de aceites esenciales en bases jabonosas, Rhoades *et al.* (2013) determinaron que la adición de aceite esencial de orégano (0.5 %) como aditivo en un jabón para manos redujo la supervivencia de cuatro agentes bacterianos con potencial patogénico. De manera similar, Merino-Cruz *et al.* (2024) reportaron que la formulación de un jabón elaborado a partir de la combinación de aceites esenciales de clavo y orégano presentó mayor actividad antimicrobiana en comparación con un jabón comercial, mostrando eficacia frente a patógenos multirresistentes a antibacterianos.

Este efecto se atribuye a los compuestos bioactivos presentes en el aceite esencial, tales como carvacrol, timol y γ -terpineno (Teixeira *et al.*, 2013). Su actividad antibacteriana está asociada con la acción sobre múltiples blancos celulares, ya que estos compuestos actúan mediante diversos mecanismos, entre ellos la disrupción de la membrana citoplasmática y el aumento de la permeabilidad de la pared celular bacteriana, lo que provoca la fuga de contenido intracelular y la consecuente pérdida de viabilidad (Lambert *et al.*, 2001).

En cuanto al mecanismo específico de acción, Cui *et al.* (2019) reportaron que los terpenos bioactivos timol y carvacrol, inducen alteraciones en la membrana celular al disminuir el pH citoplasmático e incrementar su permeabilidad. Esto favorece la liberación de iones sodio y potasio, además de inhibir la actividad enzimática intracelular. Como consecuencia, se altera el metabolismo energético bacteriano al interferir con rutas fundamentales como el ciclo de Krebs y la vía de las pentosas fosfato, afectando así el metabolismo respiratorio y la viabilidad celular.

CONCLUSIÓN

El aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) presentó actividad bactericida frente a *E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa*, bacterias asociadas a infecciones en tejidos blandos. Estos resultados evidencian su potencial como antiséptico natural, sin embargo, será necesario optimizar la formulación para evaluar su eficacia en ensayos clínicos y posterior uso en la práctica clínica.

REFERENCIAS

- Acevedo, Diofanor, Navarro, Mario, & Monroy, Luis. (2013). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de Orégano (*Origanum vulgare*). *Información tecnológica*, 24(4), 43-48. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000400005>
- Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., & Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007>
- Cruz, A. P. M., Nishimura, F. G., Santos, V. C. O. d., Steling, E. G., Von Zeska Kress, M. R., Marins, M., & Fachin, A. L. (2024). Essential Oil-Based Soap with Clove and Oregano: A Promising Antifungal and Antibacterial Alternative against Multidrug-Resistant Microorganisms. *Molecules*, 29(19), 4682. <https://doi.org/10.3390/molecules29194682>
- Del Rosario Osorio Fortich, M., Melo, G. E. M., Méndez, G. L., Olivares, D. L., & Pájaro, N. P. (2017). Evaluación de la acción antiséptica de un jabón líquido utilizando algunos aceites esenciales como agente activo. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, 46(2). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v46n2.67954>
- De Souza, E. L., De Barros, J. C., De Oliveira, C. E. V., & Da Conceição, M. L. (2010). Influence of *Origanum vulgare* L. essential oil on enterotoxin production, membrane permeability and surface characteristics of *Staphylococcus aureus*. *International Journal Of Food Microbiology*, 137(2-3), 308-311. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.11.025>
- Di Pasqua, R., Hoskins, N., Betts, G., & Mauriello, G. (2006). Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(7), 2745–2749. <https://doi.org/10.1021/jf052722l>
- Flores Gutierrez, M. C. (2010). *Investigación de los aceites esenciales, sus características y finalidad de uso*. [Tesis, Universidad de Chile].

https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/qf-flores_mc/pdfAmont/qf-flores_mc.pdf

- Franz, M. G., Robson, M. C., Steed, D. L., Barbul, A., Brem, H., Cooper, D. M., Leaper, D., Milner, S. M., Payne, W. G., Wachtel, T. L., & Wiersema-Bryant, L. (2008). Guidelines to aid healing of acute wounds by decreasing impediments of healing. *Wound Repair And Regeneration*, 16(6), 723-748. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475x.2008.00427.x>
- Frömmel, U., Lehmann, W., Rödiger, S., Böhm, A., Nitschke, J., Weinreich, J., Groß, J., Roggenbuck, D., Zinke, O., Ansorge, H., Vogel, S., Klemm, P., Wex, T., Schröder, C., Wieler, L. H. y Schierack, P. (2013). Adhesión de cepas de *Escherichia coli* humanas y animales en asociación con sus genes asociados a la virulencia y orígenes filogenéticos. *Microbiología aplicada y ambiental*, 79(19), 5814–5829. <https://doi.org/10.1128/AEM.01384-13>.
- Garzón, Jennifer & Martínez, Sara & Molina, L. (2019). *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*. 17. 25-38. 10.22490/24629448.3631.
- Geraldo, I. M., Gilman, A., Shintre, M. S., & Modak, S.M. (2008). Rapid Antibacterial Activity of 2 Novel Hand Soaps: Evaluation of the Risk of Development of Bacterial Resistance to the Antibacterial Agents. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 29(8), 736–741. doi:10.1086/589723
- INEGI. (2021). *Presenta INEGI resultados de la primera encuesta nacional de bienestar autorreportado (ENBIARE) 2021* [Comunicado de prensa]. Recuperado 16 de diciembre de 2025, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf
- Kampf, G., & Kramer, A. (2004). Epidemiologic Background of Hand Hygiene and Evaluation of the Most Important Agents for Scrubs and Rubs. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4), 863-893. <https://doi.org/10.1128/cmr.17.4.863-893.2004>

- Kirshen, C., Woo, K., Ayello, E. A., & Sibbald, R. G. (2006). Debridement. *Advances In Skin & Wound Care*, 19(9), 506-517. <https://doi.org/10.1097/00129334-200611000-00011>
- Lambert RJ, Skandamis PN, Coote PJ, Nychas GJ. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J Appl Microbiol*. 2001 Sep;91(3):453-62. doi: 10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x. PMID: 11556910.
- Market Port Analytics. (2025, 7 julio). *Future Trends Shaping Mexico Veterinary Healthcare market growth*. https://www.marketreportanalytics.com/reports/mexico-veterinary-healthcare-market-97294?utm_source=chatgpt.com&tab=summary.
- Moon, D.-C., Choi, J.-H., Bobby, N., Kang, H.-Y., Kim, S.-J., Song, H.-J., Park, H.-S., Gil, M.-C., Yoon, S.-S., & Lim, S.-K. (2022). Bacterial Prevalence in Skin, Urine, Diarrheal Stool, and Respiratory Samples from Dogs. *Microorganisms*, 10(8), 1668. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081668>
- Morales, W. G. C., Rodríguez, R. S. G., & Mejía, J. A. B. (2022). Frecuencia del aislamiento bacteriano y patrones de resistencia en muestras de piel de caninos en Medellín: estudio retrospectivo 2014-2017. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(45), 7-8. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss45.4>
- Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., López-Aguilar, R., Troyo-Diéguez, E., Rueda-Puente, E. O., Flores-Hernández, A., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2013). Physiological, morphometric characteristics and yield of *Origanum vulgare* L. and *Thymus vulgaris* L. exposed to open-field and shade-enclosure. *Industrial Crops And Products*, 49, 659-667. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.017>
- Paz Zarza, V. M., Mangwani Mordani, S., Martínez Maldonado, A., Álvarez Hernández, D., Sandra Georgina, S.-G., & Vázquez-López, R. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*: patogenicidad y resistencia antimicrobiana en la infección urinaria. *Revista Chilena de Infectología*, 36, 180-189. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v36n2/0716-1018-rci-36-02-0180.pdf>
- Ríos, A. M., Artigao, M. R. B., Díez, G. O., Ayllón, T., Smit, L., Domínguez, M. R., & Díaz, A. S. (2015). Staphylococcus multirresistentes a los antibióticos y su importancia en

- medicina veterinaria. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales: Revista Oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Especialistas En Pequeños Animales*, 35(3), 149-161. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5865756>
- Rhoades, J., Gialagkolidou, K., Gogou, M., Mavridou, O., Blatsiotis, N., Ritzoulis, C., & Likotrafti, E. (2013). Oregano essential oil as an antimicrobial additive to detergent for hand washing and food contact surface cleaning. *Journal Of Applied Microbiology*, 115(4), 987-994. <https://doi.org/10.1111/jam.12302>
- Sáenz Rojas, Sebastián Alejandro, Torres Caycedo, María Inés, & López Velandia, Diana Paola. (2022). Factores de virulencia en Escherichia coli aislada de ambientes de producción animal. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 17(3), 65-79. Epub February 17, 2023. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.7141>
- SIAP. (2023). *Población ganadera*. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado 17 de enero de 2026, de https://nube.agricultura.gob.mx/poblacion_ganadera/
- SIAP. (2024, 6 junio). *La ganadería mexicana en cifras*. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado 17 de enero de 2026, de <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/es/articulos/la-ganaderia-mexicana-en-cifras>
- SSA (2025). 2. *Infecciones de tejidos blandos* [Comunicado de prensa]. Recuperado 30 de diciembre de 2025, de https://hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/area_medica/infeccto/2_infeccto_tejidos_blandos.pdf
- Steed D. L. (2004). Debridement. *American journal of surgery*, 187(5A), 71S–74S. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00307-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00307-6)
- Sousa, M., Machado, I., Simões, L. C., & Simões, M. (2025). Biocides as Drivers of Antibiotic Resistance: A Critical Review of Environmental Implications and Public Health Risks. *Environmental Science And Ecotechnology*, 100557. <https://doi.org/10.1016/j.es.2025.100557>

- Tattawasart, U., Hann, A. C., Maillard, J. Y., Furr, J. R., & Russell, A. D. (2000). Cytological changes in chlorhexidine-resistant isolates of *Pseudomonas stutzeri*. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 45(2), 145–152. <https://doi.org/10.1093/jac/45.2.145>
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Serrano, C., Matos, O., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 93(11), 2707-2714. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6089>
- Walasek-Janusz, M., Grzegorzczak, A., Malm, A., Nurzyńska-Wierdak, R., & Zalewski, D. (2024). Chemical Composition, and Antioxidant and Antimicrobial Activity of Oregano Essential Oil. *Molecules*, 29(2), 435. <https://doi.org/10.3390/molecules29020435>
- Zaragoza-Bastida, A., Flores-Aguilar, S.C., Aguilar-Castro, L.M., Morales-Ubaldo, A.L., Valladares-Carranza, B., Rangel-López, L., Olmedo-Juarez, A., Rosenfeld-Miranda, C.E., Rivero-Perez, N. Antibacterial and Hemolytic Activity of *Crotalus Triseriatus* and *Crotalus Ravus* Venom. *Animals*. 2020. 10. <http://dx.doi.org/10.3390/ani10020281>.