









Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2025; 16:1-17. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2025.2>

**Revisión de Literatura. Recibido: 07/06/2024. Aceptado:12/09/2024. Publicado: 14/02/2025. Clave: e2024-34.
<https://www.youtube.com/watch?v=3ZIZSJTTc4>**

***Lippia graveolens* y su actividad contra bacterias asociadas a mastitis bovina: Revisión bibliográfica**

Lippia graveolens and its activity against bacteria associated with bovine mastitis: Literature review



Vargas-Monter Jorge^{1,2} , Rivero-Pérez Nallely*¹ , Valladares-Carranza Benjamín³ , Ojeda-Ramírez Deyanira¹ , Noguez-Estrada Juan^{1,2} , Zaragoza-Bastida Adrian¹ **

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hidalgo, México. ²Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Ingeniería en Producción Animal, Hidalgo, México. ³Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Estado de México. México. *Autor responsable: Rivero-Pérez Nallely. **Autor de correspondencia: Zaragoza-Bastida Adrián. Rancho Universitario Av. Universidad km. 1, Ex Hacienda de Aquetzalpa, Apartado Postal No. 32, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. E-mail: va472618@uaeh.edu.mx, rivero@uaeh.edu.mx, bvalladares@uaemex.mx, dojeda@uaeh.edu.mx, jnoguez@upfim.edu.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

RESUMEN

La mastitis bovina es una enfermedad infectocontagiosa de la glándula mamaria causada por la invasión de patógenos. La etiología bacteriana de esta enfermedad es una de las más importantes y el tratamiento de estas infecciones actualmente es más complejo por la resistencia que han generado las bacterias a los antimicrobianos convencionales. El objetivo de la presente investigación fue realizar una revisión bibliográfica de *Lippia graveolens* y su actividad contra bacterias asociadas a mastitis bovina. Se consultaron los reportes científicos de composición fitoquímica del orégano silvestre (*L. graveolens*) y la actividad antibacteriana contra bacterias asociadas a mastitis bovina. Los metabolitos identificados en *L. graveolens* con mayor reporte de actividad antibacteriana fueron naringenina, quercetina, luteolina así como los terpenos timol y carvacrol. *L. graveolens* contiene metabolitos secundarios con reportes de actividad antibacteriana por lo que podría ser una alternativa de tratamiento contra bacterias asociadas a mastitis bovina.

Palabras clave: *Lippia graveolens*, metabolitos secundarios, actividad antibacteriana, mastitis.

ABSTRACT

Bovine mastitis is an infectious disease of the mammary gland caused by the invasion of pathogens, among them the bacterial etiology is one of the most important and the treatment of these infections has currently been complicated by the resistance generated by Gram positive bacteria and Gram negative to conventional antimicrobials. The objective of this research was to carry out a bibliographic review of *Lippia graveolens* and its activity against bacteria associated with bovine mastitis. Scientific reports on the phytochemical composition of wild oregano (*L. graveolens*) and the antibacterial activity against bacteria associated with bovine mastitis were consulted. The metabolites identified in *L. graveolens* with the highest reported antibacterial activity were naringenin, quercetin, luteolin as well as the terpenes thymol and carvacrol. *L.*



graveolens contains secondary metabolites with reports of antibacterial activity, so it could be an alternative treatment against bacteria associated with bovine mastitis.

Keywords: *Lippia graveolens*, secondary metabolites, antibacterial activity, mastitis.

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina es la inflamación de la glándula mamaria, causada por la invasión de microorganismos patógenos que destruyen los tejidos secretores de leche. En la etiología bacteriana se reportan más de 100 especies asociadas a mastitis bovina (Sharun *et al.*, 2021; Morales *et al.*, 2023). Las bacterias más frecuentes en los casos de mastitis son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus coagulasa* negativos (Pascu *et al.*, 2022; Morales *et al.*, 2023).

El tratamiento de la mastitis se realiza con la administración de antimicrobianos de origen químico, sin embargo, su uso continuo y desmedido ha inducido el desarrollo de resistencia antimicrobiana, generando una problemática mundial en la salud animal y humana, por la interacción de las bacterias de estas dos poblaciones y la transferencia de resistencia intergénica (Galarza *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2023). La resistencia bacteriana genera un incremento del costo en el tratamiento y eliminación prematura de animales, lo anterior ha estimulado a la comunidad científica a la búsqueda de nuevas alternativas para el tratamiento de la mastitis bovina (Kovačević *et al.*, 2022; Morales *et al.*, 2023).

Dentro la diversidad florística, el orégano mexicano *Lippia graveolens* es una planta de interés por su composición fitoquímica, esta arbustiva silvestre se ha utilizado con fines culinarios y en medicina tradicional para tratar enfermedades respiratorias, digestivas, cuadros de inflamación, dolores de cabeza y reumatismo (Bautista *et al.*, 2021). Existen reportes que evidencian la actividad antibacteriana de *L. graveolens* con diferentes metodologías de extracción de metabolitos secundarios y concentraciones a las cuales se ha determinado la actividad antibacteriana contra diversos géneros bacterianos incluyendo los asociados a mastitis bovina (Bautista *et al.*, 2021; Cortés *et al.*, 2021; Kovačević *et al.*, 2022; Garcia *et al.*, 2022). El objetivo de la presente investigación fue realizar una revisión bibliográfica de *L. graveolens* y su actividad contra bacterias asociadas a mastitis bovina.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente revisión se realizó una búsqueda exhaustiva en las siguientes bases de datos: PubMed, ScienceDirect y Google académico, de estudios publicados hasta 2024. Se utilizaron los siguientes encabezados y palabras clave: *L. graveolens*, extractos vegetales, mastitis bovina y actividad antibacteriana. Se revisaron

los documentos de texto completo y se eliminaron los documentos duplicados. Los criterios de exclusión fueron métodos inadecuados y falta de acceso al texto completo.

BOTÁNICA DE LA PLANTA

L. graveolens es una planta arbustiva perenne, alcanza dos metros de altura, presenta ramas de corteza exfoliante con hojas pecioladas opuestas, ovaladas lanceoladas, haz rugoso escabroso, estrigoso glandular, envés densamente piloso, ápice obtuso y margen diversamente crenado (Ocampo *et al.*, 2009). La floración se presenta en época con mayores precipitaciones (Bueno, 2014), su inflorescencia es indeterminada de tipo espiga subglobosas, corolas blancas, zigomorfas, con flores pequeñas de 4 mm hermafroditas, en cantidades de 2 a 20 flores, presenta frutos pequeños de cápsulas indehiscentes, con semillas sin endospermo (Figura 1) (Ocampo *et al.*, 2009).



Figura 1. *Lippia graveolens* en Orizabita, Ixmiquilpan, Hidalgo, México

La planta es silvestre, se encuentra en cerros de zonas templadas, áridas y semiáridas de México, se adapta entre 1400 a 2300 metros de altitud, en suelos pedregosos de textura franco-arenosa, prefiere clima tipo seco y semiseco, con temperatura de 20 a 24°C y precipitación de entre 182 a 267 mm (Figura 1) (Martínez *et al.*, 2014). Es una planta aromática, su uso es culinario y en la herbolaria para el tratamiento de padecimientos digestivos. En Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila, Jalisco, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo y Baja California, se colecta su follaje para su comercialización en los mercados locales (Bueno, 2014).



COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA

La caracterización fitoquímica de *L. graveolens* a partir de extractos acuosos, hidroalcohólicos y aceites esenciales, muestra diferencias en su composición fitoquímica (González *et al.*, 2017; Bernal *et al.*, 2022). La extracción se ha realizado con técnicas convencionales como la maceración con alcoholes y agua a diferentes proporciones, y por tecnologías actuales como extracción asistida por ultrasonido con uso de solventes eutécticos y extracción con fluido supercrítico mediante dióxido de carbono como disolvente (Bernal *et al.*, 2023). La presencia de metabolitos difiere por los métodos de extracción como se observa en la Tabla 1, destacando los compuestos fenólicos y monoterpenos (González *et al.*, 2017).

Tabla 1. Compuestos fitoquímicos identificados en extractos vegetales de *Lippia graveolens*

Extracto	Método de extracción	Solvente	Compuestos	Referencia
Acuoso	Ultrasonido y fluido supercrítico mediante CO ₂	Cloruro de colina-etilenglicol, cloruro de colina-glicerol y Cloruro de colina-ácido láctico.	Ácido cafeíco, protocatequico y rosmarínico. Quercetina, luteolina, naringenina, eriodictiol. carvacrol	García <i>et al.</i> (2022) González <i>et al.</i> (2017) Soto <i>et al.</i> (2019) Bernal <i>et al.</i> (2023)
Hexano	Maceración	Hexano	Timol, m -cimen-8-ol, salicilato de metilo, carvacrol y linalol.	González <i>et al.</i> (2017)
Acetato de etilo	Maceración	Acetato de etilo	p -cimeno, timol, cirsimaritina, naringenina	
Etanólico	Maceración	Etanol CO ₂ supercrítico modificado con etanol después de destilación al vapor	Naringenina, taxifolina, eriodictiol, ácido cafeico, luteolina, ácido cummarico, Quercetina 3 O-glucósido, Ácido 2-hidroxibenzoico, apigenina, quercetina, floridzín, acacetina, sakuranetina, cirsimaritina, crisoeriol.	Arias <i>et al.</i> (2023) Bernal <i>et al.</i> (2023) González <i>et al.</i> (2017)
Hidroalcohólico	Maceración	Metanol y Cloroformo	Loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetilsecologanosido, ácido logánico, ácido 8-epi-logánico, ácido carioptosídico y sus derivados 6-O-p-coumaroil y 6-O-cafeoil, naringenina,	Cortes <i>et al.</i> (2021) Picos <i>et al.</i> (2021) Leyva <i>et al.</i> (2016) Rastrelli <i>et al.</i> (1998) Lin <i>et al.</i> (2007)



		pinocembrina, lapachenol e icterogenina, luteolina-7-O-glucósido, apigenina 7-O-glucósido, floridzina, taxifolina, eriodictiol, escutellareína, luteolina, quercetina y galangina.	
Aceite esencial	Hidro-destilación	Carvacrol, acetato de α -terpinilo, m-cimeno, timol, β -pineno y α -thujeno, linalool humuleno Sesquiterpeno: isocariofileno, γ -terpineno.	Hernández <i>et al.</i> (2009) Martínez <i>et al.</i> (2014) Nonato <i>et al.</i> (2022) Castillo <i>et al.</i> (2023)

En *L. graveolens* los flavonoides de mayor presencia son: la quercetina, luteolina, naringenina, eriodictiol, luteolina, hesperidina y floridzina (Bernal *et al.*, 2023). Los metabolitos; naringenina, quercetina floridzina y cirsimaritina son marcadores químicos del género de *Lippia* (Bernal *et al.*, 2022). En extracto metanólico de hojas se obtiene mejor perfil de flavonoides, se han encontrado tres iridoides mayoritarios: ácido carioptosídico con dos derivados: 6'-O-p-coumaroil y 6'-O-cafeoil, y siete iridoides minoritarios: loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetil, secologanosido, ácido logánico, ácido 8-epi-logánico y carioptosido (Rastrelli *et al.*, 1998; Lin *et al.*, 2007). Los monoterpenos son los componentes principales de los aceites esenciales del género *Lippia* (Cortés *et al.*, 2021; Bernal *et al.*, 2023). En extractos a base de agua, hexano, acetato de metilo y en procesos de hidrodestilación para la obtención de aceite esencial, se reportan la presencia de los monoterpenos: timol, carvacrol, limoneno, b -cariofileno, r -cimeno, canfor, linalol, a -pineno, los cuáles pueden variar de acuerdo al quimiotipo y método de extracción (Calvo *et al.*, 2014; Garcia *et al.*, 2022). Al respecto Vernin (2001) reportó que el aceite esencial de *L. graveolens* de México y Centroamérica presentan concentraciones del 35 al 71 % de carvacrol y del 5 al 7 % de timol. Calvo *et al.* (2014) reportaron la presencia de más de 70 compuestos en sus aceites esenciales, identificaron tres quimiotipos de la planta: dos fenólicos (carvacrol y timol) y un quimiotipo no fenólico de sesquiterpenos oxigenados (β -cariofileno, α -humuleno y óxido de cariofileno). El hábitat de la planta determina la composición de aceite, la mayor concentración de carvacrol se ha obtenido de plantas que crecen en clima semiárido, con suelos delgados y rocosos (Torres *et al.*, 2022). Sin embargo, existen reportes de plantas jóvenes que crecen en condiciones menos áridas y con suelos profundos, lo que proporciona mayor presencia de timol y las que crecen en clima subhúmedo presentan mayor cantidad de sesquiterpenos oxigenados (Llamas *et al.*, 2022).

METABOLITOS Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

Terpenos

El carvacrol y el timol son de mayor presencia en *L. graveolens* (Calamaco *et al.*, 2023), su concentración se afecta por factores edáficos y climáticos del hábitat de la planta (Cortés *et al.*, 2021). El carvacrol (2-metil-5-1-metiletilfenol) proporciona el aroma característico del orégano (Ultee *et al.*, 2000). Se sintetiza a partir del cimeno por la vía del mevalonato, es un monoterpeno insoluble en agua y soluble en etanol, tetracloruro de carbono y éter dietílico (Lee *et al.*, 2017). Su estereoquímica (Figura 2) de un solo anillo fenólico con tres sustituyentes de grupos funcionales (Memar *et al.*, 2017) le otorgan propiedades antibacterianas, antioxidantes, anticancerígenas y antiinflamatorias (Tapia *et al.*, 2017).



Figura 2. Terpenos reportados en *Lippia graveolens*

En bacterias el carvacrol induce lisis celular por cambios en los compuestos lipofílicos y las partes hidrofóbicas de la membrana citoplasmática, incrementa la permeabilidad de los cationes (H⁺ y K⁺), genera salida de lipopolisacáridos y producción de especies reactivas de oxígeno, inhibe actividad de las ATPasas, la replicación del ADN microbiano y la síntesis de energía, causando muerte celular (Gallegos *et al.*, 2022). Sin embargo, Ultee *et al.* (2000) reportaron que las bacterias pueden adaptarse al carvacrol y modificar la composición de ácidos grasos de la membrana y reducir su permeabilidad.

El timol es un isómero de Carvacrol (Figura 2), es una sustancia aromática de coloración cristalina blanca, de baja solubilidad en agua y alta en solventes orgánicos, con pH neutro, pero puede tener características alcalinas en soluciones acuosas debido a la desprotonación del fenol (Chizzola, 2013). Presenta actividad bactericida, fungicida, insecticida, nematocida, varroocida (Gallegos *et al.*, 2022). Se ha reportado su efecto antibacteriano *in vitro* contra *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *S. aureus* a una concentración de 0.75 mg/mL (Shapira-Mimran 2007; Gallegos *et al.*, 2019). En concentraciones de 1 % y 2 % en aceite esencial de orégano, tiene mayor actividad antimicrobiana contra bacterias Gram positivas y menor sobre bacterias Gram negativas

(Du *et al.*, 2015; Erazo *et al.*, 2017). En estudios *in vitro* sobre enterobacterias Gram negativas se encontró mayor actividad antibacteriana del timol de *Lippia berlandieri* a diferencia de otros antimicrobianos (García *et al.*, 2022; Gracia *et al.*, 2022). El mecanismo de acción antibacteriano es similar al de carvacrol, se une a las membranas bacterianas de manera hidrofóbica por puentes de hidrógeno afectando la membrana externa e interna, incrementando la permeabilidad y la pérdida de iones de potasio y ATP intracelular, ocasionando la muerte celular (Di Pasqua *et al.*, 2010).

Flavonoides

En *L. graveolens* los flavonoides (Figura 3) con mayor reporte de actividad biológica son naringenina, quercetina y luteolina (Lin *et al.*, 2007). La naringenina es un compuesto bioactivo con actividad hepatoprotectora, antiaterogénica, antiinflamatoria, antimutagénica, anticancerígena y antimicrobiana (Ke *et al.*, 2017). En reacción con yoduros de alquilo forma compuestos de O-alquilo de naringenina con potencial antibacteriano contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* (Kozłowska *et al.*, 2019). Un derivado de O-alquilo naringenina, es la sakuranetina (7-O-metilnaringenina) con importante actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram negativas y Gram positivas. La naringenina inhibe el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, afectando la membrana celular y la composición de ácidos grasos. En *Escherichia coli* actúa a nivel de los genes asociados a la biosíntesis de ácidos grasos de la membrana (Wang *et al.*, 2018).



Figura 3. Flavonoides reportados en *Lippia graveolens*

La quercetina es un flavonol, basado en la estructura de flavona nC6 (anillo A)-C3 (anillo C)-C6 (anillo B). Su actividad antibacteriana es de amplio espectro, rompe la pared celular de las bacterias, inhibe la síntesis de ácidos nucleicos y reduce de la actividad enzimática (Wang *et al.*, 2018), específicamente en *Escherichia coli* altera la actividad del trifosfato de adenosina (Plaper *et al.*, 2003). Según Hooda *et al.* (2020), la impregnación de quercetina con nanopartículas de plata inhibe el crecimiento de bacterias: *Klebsiella pneumoniae* (ATCC⁷⁹⁰⁶⁰³), *Enterococcus faecalis* (ATCC⁵¹²⁹⁹), *Proteus vulgaris* (ATCC⁴²⁶), *Escherichia coli* (ATCC²⁵⁹²²), *Staphylococcus aureus* (ATCC⁴³³⁰), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC²⁷⁸⁵³).



La luteolina (3',4',5,7-tetrahidroxiflavona) es un polifenol de familia de las flavonas, con estructura molecular (C6-C3-C6) de dos anillos bencénicos y un tercer anillo que contiene oxígeno, y un doble enlace entre los carbonos C2 y C3 (Figura 3). Su estructura favorece su actividad bioquímica y biológica (Wu *et al.*, 2019). Este flavonoide tiene diversas actividades biológicas, tales como: antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana, anticancerígena, y efecto hipoglucémico, hipolipidémico, hipotensor e inmunomodulador (Wu *et al.*, 2019). En las bacterias la luteolina afecta la integridad de la pared y membrana celular, inhibiendo la síntesis de ácidos nucleicos, la expresión de proteínas e interfiere con el metabolismo energético (Guo *et al.*, 2022). En un estudio Qian *et al.* (2021) encontraron que la luteolina deteriora la morfología celular de la membrana y afecta la formación de biopelícula en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. En estudios contra *Trueperella pyogenes* se reporta una Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) de luteolina de 78 µg/mL, y con la mitad de la MIC se aumenta la susceptibilidad para *Staphylococcus* resistentes a metilcilina y a macrólidos, lo que permite una alternativa de tratamiento a patógenos resistentes (Guo *et al.*, 2022).

ACTIVIDAD DE *Lippia* spp. CONTRA BACTERIAS RESISTENTES ASOCIADAS A MASTITIS BOVINA

Existen reportes de la actividad antibacteriana de extractos de *Lippia* spp. en bacterias resistentes como *Streptococcus* spp., *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* (Gupta *et al.*, 2020; Pinheiro *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022). La Concentración Mínima Inhibitoria en la evaluación de extractos y metabolitos de *Lippia* spp. sobre bacterias presenta variación por la especie evaluada, metodología de extracción y evaluación (Rani *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022; Suarez *et al.*, 2024).

En *Streptococcus* spp. se reporta una MIC de fluido supercrítico de *L. graveolens* de 67 mg/mL, mientras que para los metabolitos: timol se reportan MIC de 0.31 a 8.0 mg/mL y para carvacrol de 0.31 a 9 mg/mL (Tabla 2). En *Staphylococcus* spp. la MIC para extractos etanólicos de *Lippia* spp. se reporta de 128 a 512 µg/mL, para aceite esencial de 53.3 a 512 µg/mL, mientras que para timol fue de 0.15 a 0.75 µg/mL y carvacrol de 0.38 a 1.3 µg/mL (Dal Pozzo *et al.*, 2011; Rani *et al.*, 2022; Gallegos *et al.*, 2019; Nonato *et al.*, 2022).

En *Pseudomonas aeruginosa* se reporta una MIC para extractos etanólicos de 128 a 512 µg/mL, mientras que en aceites esenciales de 0.37 a 80 µg/mL. Para el caso de *Escherichia coli* se encontraron los siguientes reportes de MIC: extractos etanólicos (74.6 a 256 µg/mL), aceites esenciales (0.37 a 426 µg/mL), timol (0.15 a 0.38 µg/mL) y carvacrol (0.15 a 0.75 µg/mL). Los aceites esenciales y sus compuestos (carvacrol y timol), son los que presentan mayor actividad antibacteriana en bacterias resistentes aisladas de mastitis (Rani *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022; Suarez *et al.*, 2024). Pinheiro *et al.* (2022)



mencionan que el aceite esencial tiene acción inhibitoria y bactericida contra cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, no así contra *Pseudomonas aeruginosa* donde su efectividad disminuye por la formación de biopelícula y la acción de bombas de eflujo, características intrínsecas de esta especie. La combinación de extractos etanólicos de *Lippia spp.* con antimicrobianos reducen las MIC de amikacina, gentamicina, y cefalotina, sin embargo, tienen efecto antagonista con bencilpenicilina y con otros extractos naturales (Nonato *et al.*, 2022). En la actualidad se investigan las sinergias entre extractos y antimicrobianos para mejorar la eficacia, reducir toxicidad y resistencia bacteriana (Garcia *et al.*, 2019; Pinheiro *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2023; Suarez *et al.*, 2024).

Tabla 2. Actividad antibacteriana de *Lippia spp* y sus metabolitos contra patógenos resistentes asociados a mastitis bovina

Bacteria	Extractos y compuestos	Concentración Mínima Inhibitoria (MIC)	Referencia
<i>Streptococcus spp.</i>	Timol	0.31-0.63 µL/mL	Gupta <i>et al.</i> (2020)
	Carvacrol	0.16-0.63 µL/mL	
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Fluido supercrítico de <i>L. graveolens</i>	67 mg/mL	García <i>et al.</i> (2019)
	Timol Carvacrol	8.0 mg/mL 9.0 mg/mL	Gupta <i>et al.</i> (2020)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Extracto etanólico de <i>L. alba</i>	853 µg/mL	Nonato <i>et al.</i> (2022)
	Extracto etanólico de <i>L. sidoides</i>	128 µg/mL	
	Extracto etanólico de <i>L. gracilis</i>	512 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. alba</i>	256 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. sidoides</i>	53.3 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. gracilis</i>	512 µg/mL	Suarez <i>et al.</i> (2024)
	Aceite esencial de <i>L. graveolens</i>	12 µL/mL	
<i>Staphylococcus spp.</i>	Timol	0.15-0.75 mg/mL	Gallegos <i>et al.</i> (2019)
	Carvacrol	0.38-0.45 mg /mL	Rani <i>et al.</i> (2022)
	Aceite esencial de <i>L. graveolens</i>	1.6 mg /mL	Dal Pozzo <i>et al.</i> (2011)
Timol	0.4 a 0.5 mg/mL		
Carvacrol	0.8 a 1.3 mg/mL		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Extracto etanólico de <i>L. alba</i>	213.3 µg/mL	Nonato <i>et al.</i> (2022)
	Extracto etanólico de <i>L. sidoides</i>	128 µg/mL	
	Extracto etanólico de <i>L. gracilis</i>	512 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. alba</i>	1024 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. sidoides</i>	298.6 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. gracilis</i>	682 µg/mL	Reyes <i>et al.</i> (2020)
	Aceite esencial <i>L. berlandieri</i>	80 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. origanoides</i>	2500 µg/mL	Pinheiro <i>et al.</i> (2022)



	Mezcla de aceites esenciales de <i>L. salvifolia</i> : <i>L. sidoides</i> (9:1)	0.37 µg/mL	Gupta et al. (2020)
	Extracto etanólico de <i>L. origanoides</i>	5.0 µL	Castellanos et al. (2020)
	Extracto etanólico de <i>L. alba</i>	768 µg/mL	
	Extracto etanólico de <i>L. sidoides</i>	74.6 µg/mL	
	Extracto etanólico de <i>L. gracilis</i>	256 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. alba</i>	106.6 µg/mL	Nonato et al. (2022)
<i>Escherichia coli</i>	Aceite esencial de <i>L. sidoides</i>	106.6 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. gracilis</i>	426.6 µg/mL	
	Aceite esencial de <i>L. origanoides</i>	312 µg/mL	Pinheiro et al. (2022)
	Aceite esencial <i>L. berlandieri</i>	4 µg/mL	Bautista et al. (2021)
	Mezcla de aceites esenciales de <i>L. salvifolia</i> : <i>L. sidoides</i> (9:1)	0.37 µg/mL	Gupta et al. (2020)
	Timol	0.15-0.38 mg/mL	Gallegos et al. (2019)
	Carvacrol	0.15-0.75 mg/mL	Rani et al. (2022)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Aceite esencial de <i>L. origanoides</i>	312 µg/mL	Pinheiro et al. (2022)
	Timol	0.75 mg/mL	
	Carvacrol	0.75 mg/mL	Rani et al. (2022)

CONCLUSIONES

Los principales metabolitos secundarios de *L. graveolens* son flavonoides y monoterpenos y su concentración es variable de acuerdo a las condiciones de suelo y clima del hábitat de la planta. Se ha demostrado su actividad antibacteriana contra diversos géneros bacterianos de importancia en salud, incluyendo las asociadas a mastitis bovina. La mayor actividad antibacteriana de *L. graveolens* se ha asociado a timol y carvacrol, sin embargo, también se ha reportado actividad por la presencia de naringenina, quercetina y luteolina. En la búsqueda de alternativas para combatir bacterias resistentes o multirresistentes asociadas a mastitis bovina, los metabolitos secundarios de *Lippia graveolens* representan una opción de estudio de nuevos tratamientos.

LITERATURA CITADA

ARIAS J, Muñoz F, Mejía J, Kumar A, Villa AL, Martínez JR, Stashenko EE. 2023. Simultaneous extraction with two phases (modified supercritical CO₂ and CO₂-expanded liquid) to enhance sustainable extraction/isolation of pinocembrin from *Lippia origanoides* (Verbenaceae). *Advances in Sample Preparation*. 100059(6):1-12. ISSN: 2772-5820. <https://doi.org/10.1016/j.sampre.2023.100059>



BAUTISTA HI, Aguilar CN, Martínez AGC, Torres LC, Iliina A, Flores GAC, Chávez GML. 2021. Mexican Oregano (*Lippia graveolens* Kunth) as Source of Bioactive Compounds: A Review. *Molecules*. 26(17):1-12. ISSN: 1420-3049.

<https://doi.org/10.3390/molecules26175156>

BERNAL MMDJ, Carrasco PMDC, Heredia JB, Bastidas BPDJ, Gutiérrez GEP, León FJ, Angulo EMÁ. 2023. Green extracts and UPLC-TQS-MS/MS profiling of flavonoids from Mexican Oregano (*Lippia graveolens*) using natural deep eutectic solvents/ultrasound-assisted and supercritical fluids. *Plants*.12(8):1-12. ISSN: 2223-7747.

<https://doi.org/10.3390/plants12081692>

BERNAL MMDJ, Gutiérrez GEP, Contreras AL, Muy RMD, López MLX, Heredia JB. 2022. Spray-dried microencapsulation of oregano (*Lippia graveolens*) polyphenols with maltodextrin enhances their stability during in vitro digestion. *Journal of Chemistry*. 2022 (141):1-10. ISSN:1916-9698. <https://doi.org/10.1155/2022/8740141>

BUENO DAY, Cervantes MJ, Obledo VEN. 2014. Composition of essential oil from *Lippia graveolens*. Relationship between spectral light quality and thymol and carvacrol content. *Journal of essential oil research*. 26(3):153-160. ISSN: 2163-8152

<https://doi.org/10.1080/10412905.2013.840808>

CALAMACO ZG, Montfort GRC, Marszalek JE, González GV. 2023. Revisión sobre el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK.(Sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer) y su aceite esencial. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 8(1):861-871. ISSN: 2448-7503. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.109>

CALVO ILM, Parra TV, Acosta AV, Escalante EF, Díaz VL, Dzib GR, Peña RLM. 2014. Phytochemical Diversity of the Essential Oils of Mexican Oregano (*Lippia graveolens* Kunth) Populations along an Edapho-Climatic Gradient. *Chemistry & biodiversity*. 11(7):1010-1021. ISSN: 1612-1872.

<https://doi.org/10.1002/cbdv.201300389>

CASTELLANOS HOA, Rodríguez SMD, Acevedo HGJ, Rayn, CA, Rodríguez SA. 2020. Evaluación antimicrobiana del aceite esencial de *Lippia graveolens* como inhibidor de crecimiento de *Salmonella* sp, *E. coli* y *Enterococcus* sp. *e-CUCBA*. 2020 (14):1-6. ISSN: 2448-5225. <https://doi.org/10.32870/e-cucba.v0i14.155>

CASTILLO HGA, Espinosa ME, Haro GJN, García FJA, Andrews HE, Velázquez MM. 2023. Impact of fractional distillation on physicochemical and biological properties of oregano essential oil of *Lippia graveolens* HBK grown wild in Mexico. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 26(6):1515-1525. ISSN: 0972-060X.

<https://doi.org/10.1080/0972060X.2023.2295418>



CHIZZOLA R. 2013. Regular monoterpenes and sesquiterpenes (essential oils). *Natural products*. 2023(10):973-978. ISSN: 1520-6025.

<https://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6130>

CORTÉS CMD, Flores MH, Orozco AI, León CC, Suárez JA, Estarrón EM, López MI. 2021. Identification and quantification of phenolic compounds from Mexican oregano (*Lippia graveolens HBK*) hydroethanolic extracts and evaluation of its antioxidant capacity. *Molecules*. 26(3-702):1-18. ISSN: 1420-3049.

<https://doi.org/10.3390/molecules26030702>

CUI H, Zhang C, Li C, Lin L. 2019. Antibacterial mechanism of oregano essential oil. *Industrial Crops and Products*. 139(111498):1-17. ISSN: 0926-6690.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111498>

DAL POZZO M, Santurio DF, Rossatto L, Vargas AC, Alves SH, Loreto ES, Viegas J. 2011. Atividade de óleos essenciais de plantas condimentares frente *Staphylococcus spp.* isolados de mastite bovina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 63(5):1229-1232. ISSN: 1678-4162. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000500026>

DI PASQUA R, Mamone G, Ferranti P, Ercolini D, Mauriello G. 2010. Changes in the proteome of *Salmonella enterica* serovar Thompson as stress adaptation to sublethal concentrations of thymol. *Proteomics*. 10(5):1040-1049. ISSN: 1876-7737.

<https://doi.org/10.1002/pmic.200900568>

Du E, Gan L, Li Z, Wang W, Liu D, Guo Y. 2015. In vitro antibacterial activity of thymol and carvacrol and their effects on broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. *Journal of animal science and biotechnology*. 6(58):1-12. ISSN: 2049-1891.

<https://doi.org/10.1186/s40104-015-0055-7>

DUDA MA, Kozłowska J, Krzyżek P, Anioł M, Seniuk A, Jermakow K, Dworniczek E. 2020. Antimicrobial O-alkyl derivatives of naringenin and their oximes against multidrug-resistant bacteria. *Molecules*. 25(16-3642):1-15. ISSN: 1420-3049.

<https://doi.org/10.3390/molecules25163642>

ERAZO GMJ, Arroyo BFA, Arroyo BDA, Castro GMR, Santacruz TSG, Armas VADC. 2017. Efecto antimicrobiano del cinamaldehído, timol, eugenol y quitosano sobre cepas de *Streptococcus mutans*. *Revista Cubana de Estomatología*. 54(4):1-9. ISSN: 1561297X.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003475072017000400005&lng=es&tlng=es

GALARZA GMI, Yarzabal RLA. 2021. *Staphylococcus aureus* resistentes à metilina em animais de fazenda em américa do Sul: uma revisão sistemática. *Vive Revista de Salud*. 4(11):246-265. ISSN:2664-3243 <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i11.99>



GALLEGOS FPI, Bañuelos VR, Delgadillo RL, Meza LC, Echavarría CF. 2019. Actividad antibacteriana de cinco compuestos terpenoides: carvacrol, limoneno, linalool, α -terpineno y timol. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22(2):241-248. ISSN:1870-0462. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2838>

GALLEGOS FPI, Delgadillo RL, Bañuelos VR, Echavarría CF, Valladares CB, Meza LC. 2022. Inhibition of bacterial mobility by terpenoid compounds and plant essential oils. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25(1):1-10. ISSN:1870-0462. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3914>

GARCIA CM, Picos CLA, Gutiérrez GEP, Angulo EMA, Licea CA, Heredia JB. 2022. Loading and release of phenolic compounds present in Mexican oregano (*Lippia graveolens*) in different chitosan bio-polymeric cationic matrixes. *Polymers*. 4(17):3609. ISSN: 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym14173609>

GARCÍA PJR; Marroquín DC; Pérez GMI. 2019. Inclusión de extracto de *Lippia graveolens* (Kunth) en la alimentación de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) para la prevención de estreptococosis por *Streptococcus agalactiae*. *AquaTIC*. 1(54):15-24. ISSN:1578-4541. <https://www.redalyc.org/journal/494/49464451002/html/>

GONZÁLEZ TME, Hernández SLY, Muñoz OV, Dorazco GA, Guevara FP, Aguirre HE. 2017. Pharmacological evaluation of the anxiolytic-like effects of *Lippia graveolens* and bioactive compounds. *Pharmaceutical biology*. ISSN: 1744-5116. 55(1):1569-1576. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1310908>

MAR, Escobedo BC. 2022. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of two types of oregano (*Lippia berlandieri*) essential oils against bacteria from shrimp ponds. *Revista bio ciencias*. 9(2022):1-15. ISSN: 2007-3380. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1344>

GUO Y, Huang C, Su H, Zhang Z, Chen M, Wang R, Liu, M. 2022. Luteolin increases susceptibility to macrolides by inhibiting MsrA efflux pump in *Trueperella pyogenes*. *Veterinary Research*. 53(2022):1-11. ISSN: 1297-9716. <https://doi.org/10.1186/s13567-021-01021-w>

GUPTA R, Kumar S, Khurana R. 2020. Essential oils and mastitis in dairy animals: a review. *Haryana Veterinarian*. 2020(59):1-9. ISSN: 0033-4359. <https://www.researchgate.net/publication/340004579>

HERNANDEZ T, Canales M, AVILA JG, GARCÍA AM, Meraz S, Caballero J, Rafael, LIRA. 2009. Composition and antibacterial activity of essential oil of *Lippia graveolens* HBK (Verbenaceae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 8(4):295-300. ISSN: 0717-7917. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85611265010.pdf>



HOODA H, Singh P, Bajpai S. 2020. Effect of quercetin impregnated silver nanoparticle on growth of some clinical pathogens. *Materials Today: Proceedings*. 2020(31):625-630. ISSN: 2214-7853. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.530>

KE JY, Banh T, Hsiao YH, Cole RM, Straka SR, Yee LD, Belury MA. 2017. Citrus flavonoid naringenin reduces mammary tumor cell viability, adipose mass, and adipose inflammation in obese ovariectomized mice. *Molecular nutrition & food research*. 61(9): 1600934. ISSN: 1613-4133. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600934>

KOVAČEVIĆ Z, Samardžija M, Horvat O, Tomanić D, Radinović M, Bijelić K, Kladar N. 2022. Is there a relationship between antimicrobial use and antibiotic resistance of the most common mastitis pathogens in dairy cows?. *Antibiotics*. 12(3):1-15. ISSN: 2079-6382. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010003>

KOZŁOWSKA J, Grela E, Baczyńska D, Grabowiecka A, Anioł M. 2019. Novel O-alkyl derivatives of naringenin and their oximes with antimicrobial and anticancer activity. *Molecules*. 24(4-679):1-15. ISSN: 1420-3049. <https://doi.org/10.3390/molecules24040679>

LEE JH, Kim YG, Lee J. 2017. Carvacrol-rich oregano oil and thymol-rich thyme red oil inhibit biofilm formation and the virulence of uropathogenic *Escherichia coli*. *Journal of applied microbiology*. 123(6):1420-1428. ISSN: 1364-5072. <https://doi.org/10.1111/jam.13602>

LEE JH, Park JH, Cho HS, Joo SW, Cho MH, Lee J. 2013. Anti-biofilm activities of quercetin and tannic acid against *Staphylococcus aureus*. *Biofouling*. 29(5):491-499. ISSN: 1029-2454. <https://doi.org/10.1080/08927014.2013.788692>

LEYVA LN, Nair V, Bang WY, Cisneros ZL, Heredia JB. 2016. Protective role of terpenes and polyphenols from three species of Oregano (*Lippia graveolens*, *Lippia palmeri* and *Hedeoma patens*) on the suppression of lipopolysaccharide-induced inflammation in RAW 264.7 macrophage cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016(187):302-312. ISSN: 0378-8741. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.04.051>

LI X, Xu C, Liang B, Kastelic JP, Han B, Tong X, Gao J. 2023. Alternatives to antibiotics for treatment of mastitis in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*. 10(1160350):1-13. ISSN: 2297-1769. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1160350>

LIN LZ, Mukhopadhyay S, Robbins RJ, Harnly JM. 2007. Identification and quantification of flavonoids of Mexican oregano (*Lippia graveolens*) by LC-DAD-ESI/MS analysis. *Journal of food composition and analysis*. 20(5):361-369. ISSN: 0889-1575. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.09.005>



LLAMAS TI, Grijalva AR, Porter BL, Calvo ILM. 2022. Impact of the in situ-ex situ management of Mexican oregano *Lippia origanoides Kunth* in northwestern Yucatan. *Botanical Sciences*. 100(3):610-630. ISSN: 2007-4476.

<https://doi.org/10.17129/botsci.2994>

MARTÍNEZ NDA, Parra TV, Ferrer OMM, Calvo ILM. 2014. Genetic diversity and genetic structure in wild populations of Mexican oregano (*Lippia graveolens HBK*) and its relationship with the chemical composition of the essential oil. *Plant systematics and evolution*. 300(2014):535-547. ISSN: 1615-6110. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0902-y>

MEMAR MY, Raei P, Alizadeh N, Aghdam MA, Kafil HS. 2017. Carvacrol and thymol: strong antimicrobial agents against resistant isolates. *Reviews and Research in Medical Microbiology*. 28(2):63-68. ISSN: 2770-3150.

<https://doi.org/10.1097/MRM.000000000000100>

MORALES UAL, Rivero PN, Valladares CB, Velázquez OV, Delgadillo RL, Zaragoza BA. 2023. Bovine mastitis, a worldwide impact disease: prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches. *Veterinary and Animal Science*. 21(100306):1-14. ISSN: 2451-943X. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100306>

NONATO CDF, Camilo CJ, Leite DOD, da Nobrega MGLA, Ribeiro FJ, de Menezes IRA, da Costa JGM. 2022. Comparative analysis of chemical profiles and antioxidant activities of essential oils obtained from species of *Lippia L.* by chemometrics. *Food Chemistry*. 2022(384):1-8. ISSN: 0308-8146.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132614>

OCAMPO VRV, Malda BGX, Suárez RG. 2009. Biología reproductiva del orégano mexicano (*Lippia graveolens Kunth*) en tres condiciones de aprovechamiento. *Agrociencia*. 43(5):475-482. ISSN: 1405-3195.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140531952009000500003&lng=es&nrm=iso

PASCU C, Herman V, Iancu I, Costinar L. 2022. Etiology of mastitis and antimicrobial resistance in dairy cattle farms in the western part of Romania. *Antibiotics*. 11(1):57. ISSN: 2079-6382. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010057>

PICOS SMA, Gutiérrez GEP, Valdez TB, Angulo EMA, López MLX, Delgado VF, Heredia JB. 2021. Supercritical CO₂ extraction of oregano (*Lippia graveolens*) phenolic compounds with antioxidant, α -amylase and α -glucosidase inhibitory capacity. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 15(4):3480-3490. ISSN: 2193-4134. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00928-4>



PINHEIRO LG, dos Santos FRO, Rodrigues THS, Pinto VDPT, Barbosa FCB. 2022. Inhibitory and bactericidal activities of *Lippia organoides* essential oil against *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa* multidrug resistant. *Research, Society and Development*. 11(9):1-12. ISSN: 2525-3409. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31478>

PLAPER AGM, Hafner I, Oblak M, Šolmajer T, Jerala R. 2003. Characterization of quercetin binding site on DNA gyrase. *Biochemical and biophysical research communications*. 306(2):530-536. ISSN: 0006-291X. [https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(03\)01006-4](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(03)01006-4)

QIAN WD, Fu YT, Liu M, Zhang JN, Wang WJ, Li JY, Li YD. 2020. Mechanisms of Action of Luteolin Against Single-and Dual-Species of *Escherichia coli* and *Enterobacter cloacae* and Its Antibiofilm Activities. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 193(5):1397-1414. ISSN: 1559-0291. <https://doi.org/10.1007/s12010-020-03330-w>

RANI S, Verma S., Singh H, Ram C. 2022. Antibacterial activity and mechanism of essential oils in combination with medium-chain fatty acids against predominant bovine mastitis pathogens. *Letters in Applied Microbiology*. 74(6):959-969. ISSN: 1472-765X. <https://doi.org/10.1111/lam.13675>

RASTRELLI L, Caceres A, Morales C., De Simone F, Aquino R. 1998. Iridoids from *Lippia graveolens*. *Phytochemistry*. 49(6):1829-1832. ISSN: 1873-3700. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00196-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00196-4)

REYES JF, Munguía PR, Cid PTS, Hernández CP, Ochoa VCE, Avila SR. 2020. Inhibitory Effect of Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) Essential Oil on *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella Thyphimurium* Biofilm Formation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(36):1-6. ISSN: 2571-581X. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00036>

SHAPIRA R, Mimran E. 2007. Isolation and characterization of *Escherichia coli* mutants exhibiting altered response to thymol. *Microbial Drug Resistance*. 13(3):157-165. ISSN: 1931-8448. <https://doi.org/10.1089/mdr.2007.731>

SHARUN K, Dhama K, Tiwari R, Gugjoo MB, Iqbal YM, Patel SK, Chaicumpa W. 2021. Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*. 41(1):107-136. ISSN:1875-5941. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713>

SOTO ALC, Sacramento RJC, Ruiz MCA, Lope NMC, Rocha UJA. 2019. Extraction yield and kinetic study of *Lippia graveolens* with supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2019(145):205-210. ISSN: 0896-8446. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.12.018>



SUAREZ BJM, Suarez MC, Calvo MA, Parada F, Cortés F, Tobón F, Toro S. 2024. Screening of essential oils against oxacillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine mastitis. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 23(3):401-409. ISSN: 0717-7917.

<https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.3.28>

TAPIA RMR, Hernandez MA, Gonzalez AGA, a TMA, Martins CM, Ayala ZJF. 2017. Carvacrol as potential quorum sensing inhibitor of *Pseudomonas aeruginosa* and biofilm production on stainless steel surfaces. *Food Control*. 2017(75):255-261. ISSN: 0956-7135. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.014>

TORRES SLM, Pérez CA, Torregroza EA, Vitola RD. 2022. Chemical comparison of the essential oils of *Lippia Origanoides* in two agroclimatic zones of the Colombian Caribbean coast. *Dyna*. 89(220):172-177. ISSN: 0012-7353.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v89n220.95739>

ULTEE A, Kets EP, Alberda M, Hoekstra FA, Smid EJ. 2000. Adaptation of the food-borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol. *Archives of microbiology*. 174(4):233-238. ISSN: 1432-072X. <https://doi.org/10.1007/s002030000199>

VERNIN G, Lageot C, Gaydou EM, Parkanyi C. 2001. Analysis of the essential oil of *Lippia graveolens* HBK from El Salvador. *Flavour and fragrance journal*. 16(3):219-226. ISSN: 1099-1026. <https://doi.org/10.1002/ffj.984>

WANG LH, Zeng XA, Wang MS, Brennan CS, Gong D. 2018. Modification of membrane properties and fatty acids biosynthesis-related genes in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*: Implications for the antibacterial mechanism of naringenin. *Biochimica et Biophysica. Acta (BBA)-Biomembranes*. 1860(2):481-490. ISSN: 1879-2642. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.217.11.007>

WANG Z, Xue Y, Gao Y, Guo M, Liu Y, Zou X, Yan Y. 2021. Phage vB_PaeS-PAJD-1 rescues murine mastitis infected with multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 689770(11):1-13. ISSN: 2235-2988 <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.689770>

WU C, Xu Q, Chen X, Liu J. 2019. Delivery luteolin with folacin-modified nanoparticle for glioma therapy. *International Journal of Nanomedicine*. 2019(14):7515-7531. ISSN: 1178-2013. <https://doi.org/10.2147/IJN.S214585>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>