



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

Revisão bibliográfica. Recebido: 07/06/2024. Aceito:12/09/2024. Publicado: 14/02/2025. Chave: e2024-34.

<https://www.youtube.com/watch?v=3ZIZSjJTTc4>

***Lippia graveolens* e sua atividade contra bactérias associadas à mastite bovina: Revisão 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 Deyanira ¹ , 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 para correspondência: 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, bvalladaresc@uaemex.mx, dojeda@uaeh.edu.mx, jnoguez@upfim.edu.mx, adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

RESUMO

A mastite bovina é uma doença infecciosa contagiosa da glândula mamária causada pela invasão de patógenos. A etiologia bacteriana dessa doença é uma das mais importantes e o tratamento dessas infecções atualmente é mais complexo devido à resistência que as bactérias desenvolveram aos antimicrobianos convencionais. O objetivo da presente pesquisa foi realizar uma revisão bibliográfica sobre *Lippia graveolens* e sua atividade contra bactérias associadas à mastite bovina. Foram consultados relatórios científicos sobre a composição fitoquímica do orégano silvestre (*L. graveolens*) e a atividade antibacteriana contra bactérias associadas à mastite bovina. Os metabólitos identificados em *L. graveolens* com maior relato de atividade antibacteriana foram naringenina, quercetina, luteolina, bem como os terpenos timol e carvacrol. *L. graveolens* contém metabólitos secundários com relatos de atividade antibacteriana, pelo que poderia ser uma alternativa de tratamento contra bactérias associadas à mastite bovina.

Palavras-chave: *Lippia graveolens*, metabólitos secundários, atividade antibacteriana, mastite.

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.

INTRODUÇÃO

A mastite bovina é a inflamação da glândula mamária, causada pela invasão de microrganismos patogênicos que destroem os tecidos secretores de leite. Na etiologia bacteriana, são relatadas mais de 100 espécies associadas à mastite bovina ([Sharun et al., 2021](#); [Morales et al., 2023](#)). As bactérias mais frequentes nos casos de mastite são: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus coagulase* negativos ([Pascu et al., 2022](#); [Morales et al., 2023](#)).

O tratamento da mastite é feito com a administração de antimicrobianos de origem química; no entanto, seu uso contínuo e excessivo induziu o desenvolvimento de resistência antimicrobiana, gerando um problema mundial na saúde animal e humana, devido à interação das bactérias dessas duas populações e à transferência de resistência intergênica ([Galarza et al., 2021](#); [Wang et al., 2021](#); [Li et al., 2023](#)). A resistência bacteriana gera um aumento no custo do tratamento e na eliminação prematura de animais, o que estimulou a comunidade científica a buscar novas alternativas para o tratamento da mastite bovina ([Kovačević et al., 2022](#); [Morales et al., 2023](#)).

Dentro da diversidade florística, o orégano mexicano *Lippia graveolens* é uma planta de interesse por sua composição fitoquímica. Este arbusto silvestre tem sido utilizado para fins culinários e na medicina tradicional para tratar doenças respiratórias, digestivas, quadros de inflamação, dores de cabeça e reumatismo ([Bautista et al., 2021](#)). Existem relatos que evidenciam a atividade antibacteriana da *L. graveolens* com diferentes metodologias de extração de metabólitos secundários e concentrações nas quais foi determinada a atividade antibacteriana contra diversos gêneros bacterianos, incluindo os associados à mastite bovina ([Bautista et al., 2021](#); [Cortés et al., 2021](#); [Kovačević et al., 2022](#); [Garcia et al., 2022](#)). O objetivo da presente investigação foi realizar uma revisão bibliográfica de *L. graveolens* e sua atividade contra bactérias associadas à mastite bovina.

METODOLOGIA

Para realizar a presente revisão, foi realizada uma pesquisa exhaustiva nas seguintes bases de dados: PubMed, ScienceDirect e Google Acadêmico, de estudos publicados até 2024. Foram utilizados os seguintes títulos e palavras-chave: *L. graveolens*, extratos vegetais, mastite bovina e atividade antibacteriana. Os documentos completos foram revisados e os documentos duplicados foram eliminados. Os critérios de exclusão foram métodos inadequados e falta de acesso ao texto completo.

BOTÂNICA DA PLANTA

L. graveolens é uma planta arbustiva perene, que atinge dois metros de altura, apresenta ramos de casca exfoliante com folhas pecioladas opostas, ovais lanceoladas, haz rugoso escabroso, estrigoso glandular, envés densamente piloso, ápice obtuso e margem diversamente crenada (Ocampo *et al.*, 2009). A floração ocorre na época de maior precipitação (Bueno, 2014), sua inflorescência é indeterminada, do tipo espiga subglobosa, corolas brancas, zigomorfas, com pequenas flores hermafroditas de 4 mm, em quantidades de 2 a 20 flores, apresenta pequenos frutos de cápsulas indeiscentes, com sementes sem endosperma (Figura 1) (Ocampo *et al.*, 2009).



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

A planta é silvestre, encontrada em colinas de zonas temperadas, áridas e semiáridas do México, adapta-se entre 1400 e 2300 metros de altitude, em solos pedregosos de textura franco-arenosa, prefere clima seco e semiseco, com temperatura de 20 a 24 °C e precipitação entre 182 e 267 mm (Figura 1) (Martínez *et al.*, 2014). É uma planta aromática, utilizada na culinária e na fitoterapia para o tratamento de doenças digestivas. Em Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila, Jalisco, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo e Baja California, suas folhas são colhidas para comercialização nos mercados locais (Bueno, 2014).



COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA

A caracterização fitoquímica de *L. graveolens* a partir de extratos aquosos, hidroalcoólicos e óleos essenciais mostra diferenças em sua composição fitoquímica (González *et al.*, 2017; Bernal *et al.*, 2022). A extração foi realizada com técnicas convencionais, como maceração com álcoois e água em diferentes proporções, e por tecnologias atuais, como extração assistida por ultrassom com uso de solventes eutéticos e extração com fluido supercrítico usando dióxido de carbono como solvente (Bernal *et al.*, 2023). A presença de metabólitos difere de acordo com os métodos de extração, conforme observado na Tabela 1, com destaque para os compostos fenólicos e monoterpenos (González *et al.*, 2017).

Tabela 1. Compostos Fitoquímicos identificados em extratos vegetais de *Lippia graveolens*

Extrato	Método de extração	Solvente	Compostos	Referência
Aquoso	Ultrassom e fluido supercrítico por meio de CO ₂	Cloreto de colina-etilenoglicol, cloreto de colina-glicerol e cloreto de colina-ácido láctico.	Ácido cafeico, protocatecuico e rosmarínico. Quercetina, luteolina, naringenina, eriodictiol. Carvacrol	Garcia <i>et al.</i> (2022) González <i>et al.</i> (2017) Soto <i>et al.</i> (2019) Bernal <i>et al.</i> (2023)
Hexano	Maceração	Hexano	Timol, m-cimen-8-ol, salicilato de metilo, carvacrol e linalol.	González <i>et al.</i> (2017)
Acetato de etilo	Maceração	Acetato de etilo	p –cimen, timol, cirsimaritina, naringenina	
Etanólico	Maceração	Etanol CO ₂ supercrítico modificado com etanol após destilação a vapor	Naringenina, taxifolina, eriodictiol, ácido cafeico, luteolina, ácido cumárico, quercetina 3 O-glicosídeo, ácido 2-hidroxibenzoico, apigenina, quercetina, floridzina, acacetina, sakuranetina, cirsimaritina, crisoeriol.	Arias <i>et al.</i> (2023) Bernal <i>et al.</i> (2023) González <i>et al.</i> (2017)
Hidroalcoólico	Maceração	Metanol e clorofórmio	Loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetilsecologanosídeo, ácido logânico, ácido 8-epi-logânico, ácido carioptosídico e seus derivados 6-O-p-coumaroil e 6-O-cafeoil, naringenina, pinocembrina, lapachenol	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)



		e icterogenina, luteolina-7-O-glucosídeo, apigenina 7-O-glucosídeo, floridzina, taxifolina, eriodictiol, escutellareína, luteolina, quercetina e galangina..	
Óleo essencial	Hidro-destilação	Carvacrol, acetato de α -terpinilo, m-cimeno, timol, β -pineno e α -tujeno, linalol 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)

Em *L. graveolens*, os flavonóides mais presentes são: quercetina, luteolina, naringenina, eriodictiol, luteolina, hesperidina e floridzina (Bernal *et al.*, 2023). Os metabólitos naringenina, quercetina, floridzina e cirsimaritina são marcadores químicos do gênero *Lippia* (Bernal *et al.*, 2022). No extrato metanólico das folhas obtém-se um melhor perfil de flavonóides, tendo sido encontrados três iridoides principais: ácido carioptosídico com dois derivados: 6'-O-p-cumaroil e 6'-O-cafeoil, e sete iridoides minoritários: loganina, secologanina, secoxiloganina, dimetil, secologanosídeo, ácido logânico, ácido 8-epi-logânico e carioptosídeo (Rastrelli *et al.*, 1998; Lin *et al.*, 2007). Os monoterpenos são os principais componentes dos óleos essenciais do gênero *Lippia* (Cortés *et al.*, 2021; Bernal *et al.*, 2023). Em extratos à base de água, hexano, acetato de metila e em processos de hidrodestilação para a obtenção de óleo essencial, é relatada a presença dos monoterpenos: timol, carvacrol, limoneno, b-cariofileno, r-cimeno, cânfora, linalol, α -pineno, que podem variar de acordo com o quimiotipo e o método de extração (Calvo *et al.*, 2014; Garcia *et al.*, 2022). A esse respeito, Vernin (2001) relatou que o óleo essencial de *L. graveolens* do México e da América Central apresenta concentrações de 35 a 71% de carvacrol e de 5 a 7% de timol. Calvo *et al.* (2014) relataram a presença de mais de 70 compostos em seus óleos essenciais e identificaram três quimiotipos da planta: dois fenólicos (carvacrol e timol) e um quimiotipo não fenólico de sesquiterpenos oxigenados (β -cariofileno, α -humuleno e óxido de cariofileno). O habitat da planta determina a composição do óleo, a maior concentração de carvacrol foi obtida de plantas que crescem em clima semiárido, com solos finos e rochosos (Torres *et al.*, 2022). No entanto, existem relatos de plantas jovens que crescem em condições menos áridas e com solos profundos, o que proporciona maior presença de timol, e aquelas que crescem em clima subúmido apresentam maior quantidade de sesquiterpenos oxigenados (Llamas *et al.*, 2022).

METABOLITOS E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

Terpenos

O carvacrol e o timol são mais presentes na *L. graveolens* (Calamaco *et al.*, 2023), e sua concentração é afetada por fatores edáficos e climáticos do habitat da planta (Cortés *et al.*, 2021). O carvacrol (2-metil-5-1-metiletilfenol) proporciona o aroma característico do orégano (Ultee *et al.*, 2000). É sintetizado a partir do cimeno pela via do mevalonato, é um monoterpreno insolúvel em água e solúvel em etanol, tetracloreto de carbono e éter dietílico (Lee *et al.*, 2017). Sua estereoquímica (Figura 2) de um único anel fenólico com três substituintes de grupos funcionais (Memar *et al.*, 2017) lhe confere propriedades antibacterianas, antioxidantes, anticancerígenas e anti-inflamatórias (Tapia *et al.*, 2017).



Figura 2. Terpenos relatados em *Lippia graveolens*

Em bactérias, o carvacrol induz a lise celular por alterações nos compostos lipofílicos e nas partes hidrofóbicas da membrana citoplasmática, aumenta a permeabilidade dos cátions (H^+ e K^+), gera a saída de lipopolissacarídeos e a produção de espécies reativas de oxigênio, inibe a atividade das ATPases, a replicação do DNA microbiano e a síntese de energia, causando morte celular (Gallegos *et al.*, 2022). No entanto, Ultee *et al.* (2000) relataram que as bactérias podem se adaptar ao carvacrol e modificar a composição dos ácidos graxos da membrana e reduzir sua permeabilidade.

O timol é um isômero do carvacrol (Figura 2), é uma substância aromática de coloração cristalina branca, de baixa solubilidade em água e alta em solventes orgânicos, com pH neutro, mas pode ter características alcalinas em soluções aquosas devido à desprotonação do fenol (Chizzola, 2013). Apresenta atividade bactericida, fungicida, inseticida, nematicida e varroocida (Gallegos *et al.*, 2022). Foi relatado seu efeito antibacteriano *in vitro* contra *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *S. aureus* a uma concentração de 0.75 mg/mL (Shapira-Mimran 2007; Gallegos *et al.*, 2019). Em concentrações de 1 e 2% em óleo essencial de orégano, tem maior atividade antimicrobiana contra bactérias Gram positivas e menor contra bactérias Gram negativas (Du *et al.*, 2015; Erazo *et al.*, 2017). Em estudos *in vitro* sobre enterobactérias Gram negativas, foi encontrada maior atividade antibacteriana do timol de *Lippia berlandieri* em

comparação com outros antimicrobianos (Garcia *et al.*, 2022; Gracia *et al.*, 2022). O mecanismo de ação antibacteriana é semelhante ao do carvacrol, ligando-se às membranas bacterianas de forma hidrofóbica por pontes de hidrogênio, afetando a membrana externa e interna, aumentando a permeabilidade e a perda de íons de potássio e ATP intracelular, causando a morte celular (Di Pasqua *et al.*, 2010).

Flavonoides

Em *L. graveolens*, os flavonóides (Figura 3) com maior atividade biológica relatada são a naringenina, a quercetina e a luteolina (Lin *et al.*, 2007). A naringenina é um composto bioativo com atividade hepatoprotetora, antiaterogênica, anti-inflamatória, antimutagênica, anticancerígena e antimicrobiana (Ke *et al.*, 2017). Em reação com iodetos de alquilo, forma compostos de O-alquilo de naringenina com potencial antibacteriano contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* (Kozłowska *et al.*, 2019). Um derivado de O-alquilo naringenina é a sakuranetina (7-O-metilnaringenina), com importante atividade antimicrobiana contra bactérias Gram negativas e Gram positivas. A naringenina inibe o crescimento do *Staphylococcus aureus*, afetando a membrana celular e a composição dos ácidos graxos. Na *Escherichia coli*, ela atua no nível dos genes associados à biossíntese dos ácidos graxos da membrana (Wang *et al.*, 2018).

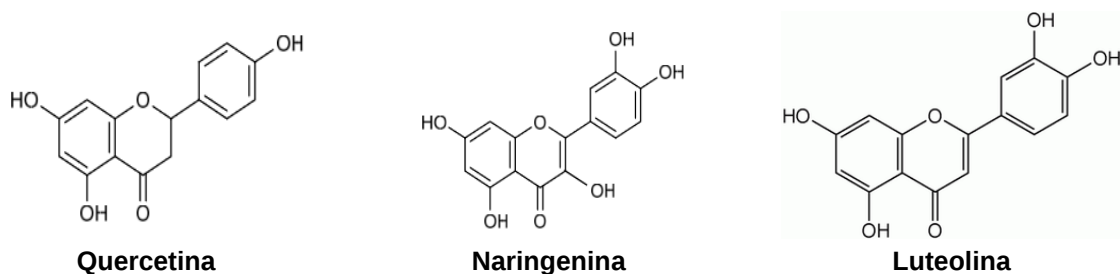


Figura 3. Flavonoides relatados em *Lippia graveolens*

A quercetina é um flavonol, baseado na estrutura da flavona nC6 (anel A)-C3 (anel C)-C6 (anel B). Sua atividade antibacteriana é de amplo espectro, rompe a parede celular das bactérias, inibe a síntese de ácidos nucleicos e reduz a atividade enzimática (Wang *et al.*, 2018), especificamente em *Escherichia coli*, altera a atividade do trifosfato de adenosina (Plaper *et al.*, 2003). De acordo com Hooda *et al.* (2020), a impregnação de quercetina com nanopartículas de prata inibe o crescimento de bactérias: *Klebsiella pneumoniae* (ATCC⁷⁹⁰⁶⁰³), *Enterococcus faecalis* (ATCC⁵¹²⁹⁹), *Proteus vulgaris* (ATCC⁴²⁶), *Escherichia coli* (ATCC²⁵⁹²²), *Staphylococcus aureus* (ATCC⁴³³⁰), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC²⁷⁸⁵³).



A luteolina (3',4',5,7-tetrahidroxiflavona) é um polifenol da família das flavonas, com estrutura molecular (C6-C3-C6) de dois anéis benzenos e um terceiro anel que contém oxigênio, e uma ligação dupla entre os carbonos C2 e C3 (Figura 3). Sua estrutura favorece sua atividade bioquímica e biológica (Wu *et al.*, 2019). Este flavonóide tem diversas atividades biológicas, tais como: antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, anticancerígena e efeito hipoglicêmico, hipolipidêmico, hipotensor e imunomodulador (Wu *et al.*, 2019). Nas bactérias, a luteolina afeta a integridade da parede e da membrana celular, inibindo a síntese de ácidos nucleicos, a expressão de proteínas e interferindo no metabolismo energético (Guo *et al.*, 2022). Em um estudo, Qian *et al.* (2021) descobriram que a luteolina deteriora a morfologia celular da membrana e afeta a formação de biofilme em *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Em estudos contra a *Trueperella pyogenes*, foi relatada uma concentração mínima inibitória (CMI) de luteolina de 78 µg/mL, e com metade da CMI aumenta-se a suscetibilidade para *Staphylococcus* resistentes à meticilina e aos macrolídeos, o que permite uma alternativa de tratamento para patógenos resistentes (Guo *et al.*, 2022).

ATIVIDADE DA *Lippia* spp. CONTRA BACTÉRIAS RESISTENTES ASSOCIADAS À MASTITE BOVINA

Existem relatos da atividade antibacteriana de extratos de *Lippia* spp. em bactérias resistentes, como *Streptococcus* spp., *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* (Gupta *et al.*, 2020; Pinheiro *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022). A Concentração Inibitória Mínima na avaliação de extratos e metabólitos de *Lippia* spp sobre bactérias apresenta variação pela espécie avaliada, metodologia de extração e avaliação (Rani *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022; Suarez *et al.*, 2024).

Em *Streptococcus* spp., é relatada uma CMI de fluido supercrítico de *L. graveolens* de 67 mg/mL, enquanto que para os metabólitos: timol são relatadas CMIs de 0.31 a 8.0 mg/mL e para carvacrol de 0.31 a 9 mg/mL (Tabela 2). Em *Staphylococcus* spp., a CMI para extratos etanólicos de *Lippia* spp. é de 128 a 512 µg/mL, para óleo essencial de 53.3 a 512 µg/mL, enquanto que para o timol foi de 0.15 a 0.75 µg/mL e para o 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).

Em *Pseudomonas aeruginosa*, é relatada uma CMI para extratos etanólicos de 128 a 512 µg/mL, enquanto que em óleos essenciais de 0.37 a 80 µg/mL. No caso da *Escherichia coli*, foram encontrados os seguintes relatos de CMI: extratos etanólicos (74.6 a 256 µg/mL), óleos essenciais (0.37 a 426 µg/mL), timol (0.15 a 0.38 µg/mL) e carvacrol (0.15 a 0.75 µg/mL). Os óleos essenciais e seus compostos (carvacrol e timol) são os que apresentam maior atividade antibacteriana em bactérias resistentes isoladas da mastite (Rani *et al.*, 2022; Nonato *et al.*, 2022; Suarez *et al.*, 2024). Pinheiro *et al.* (2022)



mencionam que o óleo essencial tem ação inibidora e bactericida contra cepas de *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*, mas não contra *Pseudomonas aeruginosa*, onde sua eficácia diminui devido à formação de biofilme e à ação de bombas de efluxo, características intrínsecas dessa espécie. A combinação de extratos etanólicos de *Lippia* spp. com antimicrobianos reduz as CMI de amicacina, gentamicina e cefalotina, no entanto, tem efeito antagonista com bencilpenicilina e outros extratos naturais (Nonato et al., 2022). Atualmente, estão sendo pesquisadas as sinergias entre extratos e antimicrobianos para melhorar a eficácia, reduzir a toxicidade e a resistência bacteriana (Garcia et al., 2019; Pinheiro et al., 2022; Nonato et al., 2023; Suarez et al., 2024).

Tabela 2. Atividade antibacteriana de *Lippia* spp e seus metabólitos contra patógenos resistentes associados à mastite bovina

Bactérias	Extratos e compostos	Concentração mínima inibitória (CMI)	Referência
<i>Streptococcus</i> spp.	Timol Carvacrol	0.31-0.63 µL/mL 0.16-0.63 µL/mL	Gupta et al. (2020)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Fluido supercrítico de <i>L. graveolens</i>	67 mg/mL	García et al. (2019)
	Timol Carvacrol	8.0 mg/mL 9.0 mg/mL	Gupta et al. (2020)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Extrato etanólico de <i>L. alba</i> Extrato etanólico de <i>L. sidoides</i> Extrato etanólico de <i>L. gracilis</i> Óleo essencial de <i>L. alba</i> Óleo essencial de <i>L. sidoides</i> Óleo essencial de <i>L. gracilis</i> Óleo essencial de <i>L. graveolens</i>	853 µg/mL 128 µg/mL 512 µg/mL 256 µg/mL 53.3 µg/mL 512 µg/mL 12 µL/mL	Nonato et al. (2022) Suarez et al. (2024)
	Timol Carvacrol	0.15-0.75 mg/mL 0.38-0.45 mg /mL	Gallegos et al. (2019) Rani et al. (2022)
<i>Staphylococcus</i> spp.	Aceite esencial de <i>L. graveolens</i> Timol Carvacrol	1.6 mg /mL 0.4 a 0.5 mg/mL 0.8 a 1.3 mg/mL	Dal Pozzo et al. (2011)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Extrato etanólico de <i>L. alba</i> Extrato etanólico de <i>L. sidoides</i> Extrato etanólico de <i>L. gracilis</i> Óleo essencial de <i>L. alba</i> Óleo essencial de <i>L. sidoides</i> Óleo essencial de <i>L. gracilis</i> Óleo essencial de <i>L. berlandieri</i> Óleo essencial de <i>L. origanoides</i>	213.3 µg/mL 128 µg/mL 512 µg/mL 1024 µg/mL 298.6 µg/mL 682 µg/mL 80 µg/mL 2500 µg/mL	Nonato et al. (2022) Reyes et al. (2020) Pinheiro et al. (2022)



	Mistura de óleos essenciais de <i>L. salvifolia</i> : <i>L. sidoides</i> (9:1)	0.37 µg/mL	Gupta et al. (2020)
	Extrato etanólico de <i>L. organoides</i>	5.0 µL	Castellanos et al. (2020)
	Extrato etanólico de <i>L. alba</i>	768 µg/mL	
	Extrato etanólico de <i>L. sidoides</i>	74.6 µg/mL	
	Extrato etanólico de <i>L. gracilis</i>	256 µg/mL	
	Óleo essencial de <i>L. alba</i>	106.6 µg/mL	Nonato et al. (2022)
<i>Escherichia coli</i>	Óleo essencial de <i>L. sidoides</i>	106.6 µg/mL	
	Óleo essencial de <i>L. gracilis</i>	426.6 µg/mL	
	Óleo essencial de <i>L. organoides</i>	312 µg/mL	Pinheiro et al. (2022)
	Óleo essencial <i>L. berlandieri</i>	4 µg/mL	Bautista et al. (2021)
	Mistura de óleos essenciais de <i>L. salvifolia</i> : <i>L. sidoides</i> (9:1)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>	Óleo essencial de <i>L. organoides</i>	312 µg/mL	Pinheiro et al. (2022)
	Timol	0.75 mg/mL	
	Carvacrol	0.75 mg/mL	Rani et al. (2022)

CONCLUSÕES

Os principais metabólitos secundários da *L. graveolens* são flavonóides e monoterpenos, e sua concentração varia de acordo com as condições do solo e do clima do habitat da planta. Sua atividade antibacteriana contra diversos gêneros bacterianos importantes para a saúde, incluindo aqueles associados à mastite bovina, já foi comprovada. A maior atividade antibacteriana da *L. graveolens* foi associada ao timol e ao carvacrol, no entanto, também foi relatada atividade pela presença de naringenina, quercetina e luteolina. Na busca por alternativas para combater bactérias resistentes ou multirresistentes associadas à mastite bovina, os metabólitos secundários da *Lippia graveolens* representam uma opção para o estudo de novos tratamentos.

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 organoides* (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, Iliana 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&tng=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 CDFA, 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>