



Aceite esencial de orégano como alternativa a los antibióticos en rumiantes

Jocelyn Cyan López-Puga*
ORCID: 0000-0001-8978-8524

Gustavo Sobrevilla-Hernández**
ORCID: 0000-0003-4642-5752

Jorge R. Kawas-Garza*
ORCID: 0000-0003-3543-4506

Gerardo Méndez-Zamora*
ORCID: 0000-0002-1428-5217

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-5>

RESUMEN

En los rumiantes domésticos, algunos antibióticos como oxitetraciclina y neomicina son utilizados para evitar mermas productivas relacionadas con enfermedades ocasionadas por bacterias oportunistas. El uso de antibióticos en alimentos para animales ha sido objeto de alerta para la salud humana, por lo que se ha planteado explorar alternativas naturales, una de ellas son los aceites esenciales. El aceite esencial de orégano ofrece resultados prometedores para ser utilizado en la alimentación de rumiantes como alternativa a los antibióticos, demostrando el mecanismo de acción sobre *E. coli*, enriqueciendo el alimento, volviéndolo funcional y provocando cambios en las poblaciones bacterianas de prerrumiantes y rumiantes adultos.

Palabras clave: orégano mexicano, alternativa natural, rumen, prerrumiantes, salud animal.

Los aceites esenciales se conforman por mezclas complejas de compuestos volátiles. En ellos destaca un fuerte olor debido a su origen en las plantas aromáticas, se trata de metabolitos secundarios cuya función es la protección (Bakry *et al.*, 2016). El aceite esencial de orégano contiene más de 30 de estos compuestos, los principales son el carvacrol y el timol, responsables del aroma característico y de actividades antioxidantes y antimicrobianas (Bakry *et al.*, 2016).

ABSTRACT

In domestic ruminants, some antibiotics, such as oxytetracycline and neomycin are used to prevent production losses related to diseases caused by opportunistic bacteria. The use of antibiotics in animal feed has raised concerns in human health, leading to the exploration of natural alternatives, such as essential oils. Oregano essential oil offers promising results for its use in ruminant feed as an alternative to antibiotics, demonstrating its mechanism of action on E. coli, enriching the feed, making it functional, and causing changes in the bacterial populations of pre-ruminants and adult ruminants.

Keyword: mexican oregano, natural alternative, rumen, pre-ruminant, animal health.

Diversos autores han reportado el mecanismo antimicrobiano del aceite de orégano contra múltiples bacterias: *Shewanella putrefaciens* (Lan *et al.*, 2022), *Morganella psychrotolerans* (Wang *et al.*, 2022), *Staphylococcus aureus* (Cui *et al.*, 2019), *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* (Oussalah *et al.*, 2006), entre otras. Dependiendo el tipo de bacteria, el mecanismo de acción del aceite esencial de orégano es diferente. En los rumiantes domésticos (bovinos,

ovinos y caprinos), algunos antibióticos como oxite-traciclina y neomicina, son utilizados con el objetivo de evitar mermas productivas relacionadas con enfermedades causadas por microorganismos oportunistas.

Uno de las principales padecimientos que estos anti-bióticos atacan es la colibacilosis, cuyo agente etiológico es *Escherichia coli*. Otra es el complejo respiratorio infeccioso, ocasionado por múltiples patógenos: *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica* y *Mycoplasma* spp. (Palomares-Reséndiz *et al.*, 2021). El uso excesivo de antibióticos en los alimentos destinados a los ani-males ha sido objeto de alerta en la salud humana y ambiental (Zhang *et al.*, 2021). Debido a su prohibición en Europa como aditivos nutrimentales en la ganadería, se han explorado alternativas naturales libres de conta-minantes residuales, por ejemplo, los metabolitos secun-darios de las plantas aromáticas en aras de sustituir los medicamentos (Zhang *et al.*, 2021). Esta revisión hablará sobre generalidades de las propiedades del aceite esen-cial de orégano mexicano y los principales hallazgos hasta el momento para su uso alternativo a los antibió-ticos en prerrumiantes y rumiantes.

METODOLOGÍA

La revisión de la bibliografía fue realizada tomando en cuenta los compuestos bioactivos del aceite esencial de orégano, su mecanismo de acción contra las bacterias, adición a la dieta, efectos encontrados en prerrumiantes y rumiantes y su aplicación práctica en México. Los ar-tículos seleccionados abarcan desde 2003 hasta 2023, en los que las referencias cercanas a 2000 marcaron los precedentes en la investigación del aceite esencial de orégano como alternativa a los antibióticos, y los más recientes, las aportaciones con mayor relevancia en los rumiantes y prerrumiantes en las poblaciones microbia-nas, abarcan una revisión de 20 años.

COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

La mayoría de los estudios sobre esta planta se centran en *Origanum vulgare*, común en la región mediterránea. No obstante, existen más de 40 es-pecies diferentes que comparten el aroma y sabor

característicos, atribuidos a la combinación de ti-mol y carvacrol (Ávila-Sosa *et al.*, 2010). El orégano mexicano, *Lippia berlandieri* Schauer, o su sinónima *Lippia graveolens* HBK (POWO, 2025), se encuentra entre estas y se distingue por un gusto fuerte y mayor rendimiento de aceite esencial (Ávila-Sosa *et al.*, 2010; Galván-Calamaco *et al.*, 2023). Otro nombre acepta-do por bases científicas internacionales como equiva-lente taxonómico para dichas especies es *Lippia gra-veolens* Kunth o *Lippia origanoides* Kunth (POWO, 2025). En el orégano mexicano existe un contenido superior de carvacrol, aunque se han descrito más de 20 flavonoides, por lo tanto, las actividades biológi-cas son diferentes al europeo (Ávila-Sosa *et al.*, 2010). En la tabla 1 se resumen algunos de los compues-tos encontrados frecuentemente en *Lippia berlandieri* Schauer, nombre que utilizan los autores.

Tabla 1. Principales compuestos bioactivos reportados en el orégano mexicano <i>Lippia berlandieri</i> Schauer.		
Autor	Compuestos	Método de detección
Aguilar-Sánchez <i>et al.</i> (2019)	Timol (2.103 g/ml) y carvacrol (0.533 g/ml)	Epectrometría de masas
Silva-Vázquez <i>et al.</i> (2015)	Carvacrol (60.02%), timol (3.96%), 1,8 cineol (23.63%), p-cymeno (9.57%), gamma-terpineno (0.11%) y otros compuestos (2.71%)	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas
Reyes-Jurado <i>et al.</i> (2020)	Timol (1.991 g/ml) y carvacrol (0.353 g/ml)	N/D ¹
Gómez-Sánchez <i>et al.</i> (2011)	Carvacrol (41.53%), p-cymeno (26.34) y cariofleno (5.29%)	Cromatografía de gases acoplada a masas

1N/D: no disponible o no reportado.

* Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México.
** Investigación y Desarrollo, MNA de México, S.A. de C.V., Juárez, México.
Contacto: jocelyn.lopez.pg@uanl.edu.mx, gsobrevillah@outlook.com, jorge.kawasgr@uanl.edu.mx, gerardo.mendezzm@uanl.edu.mx

MECANISMO DE ACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO CONTRA BACTERIAS

El principal mecanismo de acción que será abordado es el que ejerce contra *E. coli*, bacteria en la que se ha estudiado más su efecto antimicrobiano. Se ha demostrado que el aceite de orégano español (*Corydothymus capitatus*) crea permeabilidad en la membrana celular de *E. coli* O157:H7 EDL 933, provocando liberación de los constituyentes celulares, una disminución de la concentración de ATP en las células y del pH intracelular (Oussalah *et al.*, 2006). Rhayour *et al.* (2003) publicaron imágenes de microscopía electrónica de barrido donde se puede notar que *E. coli* presenta un daño en forma de agujeros en la envoltura celular, ocasionado por el aceite esencial de orégano y sus constituyentes, eugenol y timol, por separado.

Esta observación visual es comprobada por Li *et al.* (2022), quienes reportaron que en las bacterias de *E. coli*, después de ser tratadas con aceite esencial de orégano durante 6 h, las concentraciones de ácidos nucleicos y proteínas extracelulares se incrementaron 9.75 y 6.42 veces, denotando permeabilización de la membrana de las células. Asimismo, esta exposición resultó en una alza en la intensidad de fluorescencia, indicando despolarización del potencial de membrana, además generó aumentos significativos en los niveles intracelulares de especies reactivas de oxígeno. En resumen, el aceite esencial de orégano ejerce un efecto bactericida al causar daños a las estructuras celulares, permeabilizando las membranas e induciendo la despolarización del potencial de esta y el estrés oxidativo (Li *et al.*, 2022).

ADICIÓN EN LA DIETA

Los aceites esenciales han sido suplementados en la dieta (Franz *et al.*, 2009) y en el agua del ganado. Las especies donde se han evaluado son (Hernández-Coronado *et al.*, 2019): aves de engorda, cerdos, bovinos, caprinos, ovinos y conejos (Giannenas *et al.*, 2013). Aunque en animales no existe bibliografía disponible que justifique por qué ofrecerlo en la dieta y no por otra vía, en humanos se han establecido los aceites esenciales como aditivos que ayudan a crear alimentos funcionales.

Una definición más precisa de alimento funcional nos dice que es aquel que tiene efectos benéficos en uno o más procesos en el cuerpo, más allá de los nutricionales, para mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedad (Matera *et al.*, 2023). Entre los suplementos existe una amplia gama de nutrientes y otros ingredientes, en éstos se incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos, aceites esenciales, fibra y diversos extractos de plantas y hierbas (Matera *et al.*, 2023). La adición de aceites esenciales en los alimentos para consumo animal ayuda a enriquecerlos con características antioxidantes y antibacterianas, lo que incrementa su funcionalidad.

EFFECTOS ENCONTRADOS EN PRERRUMIANTES

El sistema digestivo de los prerrumiantes difiere del de los rumiantes adultos porque aún no presentan actividad ruminal. La leche ingerida pasa directamente al abomaso, donde inicia la digestión, y luego al intestino delgado, siguiendo un proceso similar al

de los no rumiantes. Por este motivo, los cambios fundamentales generados por el aceite esencial de orégano sobre los microorganismos se pueden observar en las poblaciones de bacterias intestinales. La diarrea neonatal en los prerrumiantes es la enfermedad más común y la principal razón de muerte en los becerros, provocando grandes pérdidas económicas a los ganaderos (Katsoulos *et al.*, 2017).

Está bien documentado que, en los ejemplares con este padecimiento, independientemente del agente causante, existe un sobrecrecimiento de *E. coli* en el intestino delgado (Katsoulos *et al.*, 2017). El aceite esencial de orégano tiene una

fuerte actividad antibacteriana contra las bacterias gram-negativas, especialmente las de *E. coli* (Katsoulos *et al.*, 2017). Un estudio demostró que 10 mg/kg de hojas secas de esta planta funcionaron de la misma manera que 10 mg/kg de neomicina en becerros Holstein al inhibir el crecimiento de *E. coli* (Bampidis *et al.*, 2006). Éste es uno de los antibióticos más utilizados en los sustitutos de leche para prerrumiantes, por lo que generar efectos similares coloca al aceite esencial de orégano como una alternativa natural favorable. En la tabla II se observan los resultados encontrados de cambios en las poblaciones microbianas intestinales de este grupo.

Tabla II. Efectos del aceite de orégano en las poblaciones microbianas intestinales de prerrumiantes.						
Especie de orégano	Parte de la planta	Dosis	Especie animal	Dieta o sustrato	Efectos	Referencia
Orégano griego (<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>)	Aceite esencial	12.5 mg/kg de peso corporal al día	Becerras Holstein (hembras y machos)	Leche materna y calostro los primeros días de vida, posteriormente sustituto de leche e iniciador	No hubo diferencia estadística en las poblaciones bacterianas, pero sí en la disminución de la diarrea	Katsoulos <i>et al.</i> (2017)
Orégano Turco (<i>Origanum onites</i> L.)	Aceite esencial	100 y 150 mg/ kg de leche materna	Becerras Holstein Friesian (hembras y machos)	Leche materna	Disminuyó la diarrea en los grupos con AEO	Tapki <i>et al.</i> (2020)

EFFECTOS ENCONTRADOS EN RUMIANTES

El microambiente ruminal es dinámico debido a que está conformado por importantes poblaciones de bacterias, estas influyen en el desarrollo productivo del rumiante al estimular las condiciones óptimas (factores químicos y físicos) para llevar a cabo la fermentación y metabolismo ruminal (López Puga

et al., 2021). Los principales beneficios del aceite esencial de orégano en las poblaciones microbianas son: promotor del crecimiento, función antidiarreica, antioxidante y la regulación de la homeostasis microbiana (Zhang *et al.*, 2021). Kholif y Olafadehan (2021) resumen los efectos de diferentes aceites esenciales sobre el microbioma ruminal. En la tabla III se observa una recopilación de resultados encontrados en distintos artículos que adicionan aceite esencial de orégano en la dieta de rumiantes y sus impactos en las poblaciones bacterianas del rumen.

Tabla III. Efectos del aceite de orégano o sus componentes sobre las poblaciones ruminales.						
Especie de orégano	Derivado vegetal	Dosis	Especie animal	Dieta o sustrato ¹	Efectos	Referencia
Orégano chino (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Aceite esencial	130 y 260 mg / animal / día	Becerras Pingliang rojo castrados	TMR de ensilado de maíz y mezcla de granos	Aumentó <i>Parabacteroides distasonis</i> y <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i>	Zhang <i>et al.</i> (2021)
Orégano chino (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Aceite esencial	0, 13, 52, 91 y 130 mg/l medio de fermentación	Líquido ruminal de ovejas Merino x criollas	Relación forraje-concentrado de 65.5:34.5	Mayor inclusión de aceite de orégano aumentó <i>Prevotella</i> y <i>Dialister</i> bacteria	Zhou <i>et al.</i> (2020)
Orégano griego (<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>Hirtum</i>)	Planta entera	20 g de plantas de orégano seco equivalente a 1 ml de aceite esencial por animal	Cabras alpinas	0.546 kg de MS/día de paja de trigo y 0.534 kg de MS/día de concentrado	Disminuyó <i>Pep-tostreptococcus anaerobius</i> (×10-4), <i>Clostridium sticklandii</i> y los metanógenos totales	Paraskevakis (2018)

IMS: materia seca; TMR: ración mixta total.

APLICACIÓN PRÁCTICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN MÉXICO

Hasta el momento, la información indica resultados benéficos a dosis bajas en prerrumiantes y rumiantes, resaltando la modulación de *E. coli* a nivel intestinal y reducción de poblaciones bacterianas meta-nogénicas. Sin embargo, en México, los efectos del aceite esencial de las variedades de orégano endémicas continúan investigándose. Esto ha limitado el extensionismo hacia los ganaderos y las industrias farmacéutica y alimentaria de animales, donde se les

informe dosis óptimas y maneras de utilizarlo como alternativa antimicrobiana. Además, actualmente las normas mexicanas (NOM-012-ZOO-1993; NOM-040-ZOO-1995) permiten el uso profiláctico de algunos antibióticos con regulación de la Secretaría de Agricultura en los sistemas de producción animal, lo cual dificulta el uso de opciones naturales por la falta de precios competitivos en comparación con los medicamentos convencionales.

A pesar de esto, la tendencia mundial es disminuir el uso de éstos para hacer frente a la problemática global de resistencia microbiana. Las normas mexicanas actuales necesitan ser actualizadas. Por tal motivo, es importante caracterizar los efectos de los aceites esenciales de las plantas endémicas, en

este caso el orégano, y de esta manera prepararse ante un escenario en el que se prohíba utilizar antibióticos convencionales en la ganadería, tal como sucedió en la Unión Europea en 2005 (Anadón *et al.*, 2006), donde los países se vieron forzados a investigar nuevas alternativas.

Existen otras plantas endémicas mexicanas cuyo aceite esencial podría tener gran potencial en la producción animal: *Mentha spicata* (hierbabuena), *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto), *Matricaria chamomilla* (manzanilla), *Aloe vera* (sábila), *Dysphania ambrosioides* (epazote) y *Tagetes erecta* (cempasú-chil) (POWO, 2025). Una vez que existan suficientes estudios y sean optimizadas las cantidades a nivel experimental en rumiantes y prerrumiantes, lo que sigue es hacer extensionismo con los productores o representantes de la industria e incentivar su uso, tal es el caso del aceite esencial de orégano mexicano en pollos de engorda, donde ya existe información de dosis óptimas (Hernández-Coronado *et al.*, 2019) para después comenzar la labor de difusión.

CONCLUSIÓN

La bibliografía demuestra el mecanismo de acción del aceite esencial de orégano, cuyo efecto antimicrobiano daña la membrana celular de las bacterias. La principal vía de administración es a través de la dieta de los animales, enriqueciendo el alimento y volviéndolo funcional. Se ha demostrado que, a nivel intestinal, inhibe, al igual que la neomicina, el desarrollo de *E. coli* en becerros Holstein. En rumiantes adultos, disminuye los microorganismos generadores de metano.

La presente revisión de bibliografía concluye que el aceite esencial de orégano tiene un efecto negativo en el crecimiento bacteriano al reducir su nú-

mero, beneficiando la salud de los prerrumiantes y rumiantes, controlando las poblaciones bacterianas patógenas, posicionándolo como un potencial sustituto de los antibióticos convencionales. Sin embargo, su utilización enfrenta varios desafíos, entre ellos la optimización de dosis para evitar un efecto supresor en la microbiota ruminal, por lo que más estudios son necesarios con las variedades de orégano mexicano y una vez lograda la estandarización, comenzar la difusión con representantes de la industria y los productores.

REFERENCIAS

Aguilar-Sánchez, Rocío, Munguía-Pérez, Ricardo, Reyes-Jurado, Fátima, *et al.* (2019). Structural, Physical, and Antifungal Characterization of Starch Edible Films Added with Nanocomposites and Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) Essential Oil, *Molecules*, 24(12), <https://doi.org/10.3390/molecules24122340>

Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M., Aranzazu Martínez, M. (2006) Workshop III : 2006 Eu Ban on Antibiotics As Feed Additives: Consequences and Perspectives, *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapy*, 29(January), https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2006.00775_2.x

Avila-Sosa, Raúl, Gastélum-Franco, María G., Camacho-Dávila, Alejandro, *et al.* (2010). Extracts of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) with antioxidant and antimicrobial activity, *Food and Bioprocess Technology*, 3(3), 434-440, <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0085-7>

Bakry, Amr M., Abbas, Shabbar, Ali, Barkat, *et al.* (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>

Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., *et al.* (2006). Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis, *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, 53(3), 154-156, <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00806.x>

Cui, Haiying, Zhang, Chenghui, Li, Changhzu, *et al.* (2019). Antibacterial mechanism of oregano essential oil, *Industrial Crops and Products*, 139(June), 111498, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111498>

Franz, C., Baser, K.H.C., Windisch, W. (2009). Essential oils and aromatic plants in animal feeding-a European perspective. A review, *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), 327-340, <https://doi.org/10.1002/ffj.1967>

Galván-Calamaco, Zuleyma, Clamont-Montfort, Gabriela R., Marszalek, Jolanta E., *et al.* (2023) Revisión sobre el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK (sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer) y su aceite esencial, *Inv. y Des. en Cien. y Tecn. de Alimentos*, 8(1), <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.109>

Giannenas, Ilias, Bonos, Eleftherios, Christaki, Efterpi, *et al.* (2013). Essential Oils and their Applications in Animal Nutrition, *Medicinal & Aromatic Plants*, 02(06), <https://doi.org/104172/2167-0412.1000140>

Gómez-Sánchez, Aída, Palou, Enrique, López-Mallo, Aurelio. (2011). Antifungal activity evaluation of mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil on the growth of *Aspergillus flavus* by gaseous contact, *Journal of Food Protection*, 74(12), 2192-2198, <https://doi.org/104315/0362-028X.JFP-11308>

Hernández-Coronado, Ana C., Silva-Vázquez, Ramón, Rangel-Nava, Zayd E., *et al.* (2019). Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers, *Poultry Science*, 98(7), 30503058, <https://doi.org/10.3382/ps/pez094>

Katsoulos, Panagiotis D., Karatzia, Maria A., Do-vas, Chrysostomos I., *et al.* (2017). Evaluation of

the in-field efficacy of oregano essential oil administration on the control of neonatal diarrhea syndrome in calves, *Research in Veterinary Science*, 115(May), 478-483, <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.07.029>

Kholif, Ahmed E., Olafadehan, Olurotimi A. (2021). Essential oils and phytogetic feed additives in ruminant diet: chemistry, ruminal microbiota and fermentation, feed utilization and productive performance, *Phytochemistry Reviews*, 20(6), <https://doi.org/10.1007/s1101-021-097393>

Lan, Weiqing, Zhao, Xinyu, Chen, Mengling, *et al.* (2022). Antimicrobial activity and mechanism of oregano essential oil against *Shewanella putrefaciens*, *Journal of Food Safety*, 42(1), e12952, <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfs.12952>

Li, Bo, Zheng, Kaixi, Lu, Jiaqi, *et al.* (2022). Antibacterial characteristics of oregano essential oil and its mechanisms against *Escherichia coli* O157:H7, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(4), 2989-2998, <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01393-3>

López-Puga, Jocelyn C., Valadez-Pineda, Alondra, Kawas, Jorge R., *et al.* (2021). Producción de leche de cabra en México y uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en su producción, *Tecnociencia Chihuahua*, 15(3), 234-245, <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v15i3.839>

Matera, Riccardo, Lucchi, Elena, Valgimigli, Luca. (2023). Plant Essential Oils as Healthy Functional Ingredients of Nutraceuticals and Diet Supplements: A Review, *Molecules*, 28(2), 134, <https://doi.org/10.3390/molecules28020901>

Oussalah, Mounia, Caillet, Stéphane, Lacroix, Monique. (2006). Mechanism of action of Spanish oregano, *Chinese cinnamon*, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, 69(5), 1046-1055, <https://doi.org/104315/0362-028X-69.5.1046>

Ozkaya, Serkan, Erbas, Sabri, Ozkan, Oktay, *et al.* (2018). Effect of supplementing milk replacer with aromatic oregano (*Oreganum onites* L.) water on performance, immunity and general heal-

th profiles of Holstein calves, *Animal Production Science*, 58(10), 1892-1900, <https://doi.org/10.1071/AN16574>

Palomares-Reséndiz, Gabriela, Aguilar-Romero, Francisco, Flores-Pérez, Carlos, *et al.* (2021). Important infectious diseases in goat production in México: history, challenges and outlook, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 205-223, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5801>

Paraskevakis, N. (2018). Effects of dietary Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) supplementation on rumen fermentation, enzyme profile and microbial communities in goats, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(3), 701-705, <https://doi.org/10.1111/jpn.12812>

Plants of the World Online. (2025). *Facilitated by the Royal Botanic Gardens*, <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:863752-1#synonyms>

Reyes-Jurado, Fátima, Munguía-Pérez, Ricardo, Cid-Pérez, Teresa S., *et al.* (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(April), 1-6, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00036>

Rhayour, Khadija, Bouchikhi, Touria, Tantaoui-Elaraki, Abdelrhafaur, *et al.* (2003). Extraction, separation and the mechanism of bactericidal action of oregano and clove essential oils and of their phenolic major components on *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*, *Journal of Essential Oil Research*, 15(5), 356362, <https://doi.org/10.1080/10412905.2003.9698611>

Silva-Vázquez, Ramón, Durán-Meléndez, Lorenzo A., Santellano-Estrada, Eduardo, *et al.* (2015). Performance of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil (*Lippia berlandieri* Schauer), *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(8), 283-289, <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000800003>

Tapki, Ibrahim, Ozalpaydin, Huseyin B., Tapki, Nuran, *et al.* (2020). Effects of Oregano essential

oil on reduction of weaning age and increasing economic efficiency in Holstein Friesian calves, *Pakistan Journal of Zoology*, 52(2), <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20180606130639>

Wang, Di, Li, Chunsheng, Pan, Chuang, *et al.* (2022). Antimicrobial activity and mechanism of action of oregano essential oil against *Morganella psychrotolerans* and potential application in tuna, *Lwt*, 165(May), 113758, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113758>

Zhang, Rui, Wu, Jianping, Lei, Yu, *et al.* (2021). Oregano Essential Oils Promote Rumen Digestive Ability by Modulating Epithelial Development and Microbiota Composition in Beef Cattle, *Frontiers in Nutrition*, 8(November), 1-12, <https://doi.org/10.3389/fnut.2021722557>

Zhou, Rui, Wu, Jianping, Lang, Xia, *et al.* (2020). Effects of oregano essential oil on *in vitro* ruminal fermentation, methane production, and ruminal microbial community, *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2303-2314, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16611>

Recibido: 19/03/2025
Aceptado: 07/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.

