



Aplicación del aceite de orégano mexicano como aditivo natural en la alimentación animal para mejorar la calidad de la carne y productos derivados

Application of Mexican oregano oil as a natural feed additive in animal feed to improve the quality of meat and derived products

Alvín Gustavo Carrillo-Hurtado¹

Maximino Huerta-Bravo¹

Luis Alberto Miranda-Romero¹

Yareellys Ramos-Zayas²

Daniela Saraí Rico-Costilla²

Jorge R. Kawas³

Gerardo Méndez-Zamora^{3*}



DOI: 10.19053/uptc.01228420.v22.n2.2025.20260

RESUMEN: Las principales especies mexicanas de orégano son *Lippia graveolens*, *Lippia berlandieri* y *Poliomintha longiflora*. Las hojas de sus plantas son usadas para obtener el aceite esencial de orégano mexicano (AEOM). Dicho aceite contiene carvacrol y timol considerados compuestos antioxidantes y antimicrobianos. Sin embargo, algunos de sus efectos no han sido esclarecidos o son controversiales. Esta revisión compara los resultados de estudios sobre la calidad de la carne y productos cárnicos de rumiantes y aves alimentados con dietas suplementadas con AEOM. Este aceite puede modificar el perfil de ácidos grasos en la carne de cordero y mejorar el comportamiento productivo de conejos, pollos y pavos. También, el AEOM tiene efectos sobre la calidad de la carne de pollo, codorniz, pavo y conejo. Además, este extracto puede prolongar la vida de anaquel, mejorar el aroma, color y aceptabilidad de la carne. Por lo tanto, el AEOM puede sustituir aditivos convencionales usados en la industria alimentaria, pero es necesario determinar los contenidos de carvacrol y timol en el sistema de los animales y derivados cárnicos para que sus efectos puedan ser explicados y mejorados.

PALABRAS CLAVE: aves, antioxidante, carvacrol, timol, rumiantes.

ABSTRACT: The main Mexican oregano species are *Lippia graveolens*, *Lippia berlandieri* and *Poliomintha longiflora*. The leaves of these plants are used to extract Mexican oregano essential oil (MOEO), which is rich in carvacrol and thymol-compounds recognized for their antioxidant and antimicrobial properties. However, the specific effects of oregano oil remain unclear or are subject to ongoing debate. This review compares findings on meat quality and meat products from ruminant and avian species supplemented with diets containing MOEO. Oregano oil can modify the fatty acid profile in lamb meat and enhance productive performance in species such as rabbits, chickens, and turkeys. Additionally, this extract has been shown to improve the quality of meat from chickens, quails, turkeys, and rabbits. MOEO may also extend shelf life and enhance the aroma, color, and consumer acceptability of meat. Therefore, it holds promise as a natural alternative to conventional additives in the food industry. Nonetheless, further research is needed to quantify carvacrol and thymol residues in animal tissues and derived meat products to better understand and optimize their effects.

KEYWORDS: birds, antioxidant, carvacrol, thymol, ruminants.

FECHA DE RADICACIÓN: 15 de agosto de 2025 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 14 de septiembre de 2025 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 31 de octubre de 2025

¹ Universidad Autónoma Chapingo . Departamento de Zootecnia, Chapingo, México

² Universidad Autónoma de Nuevo León , Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, San Nicolás de los Garza, México

³ Universidad Autónoma de Nuevo León , Facultad de Agronomía, San Nicolás de los Garza, México

* Autor de correspondencia. gerardo.mendezzm@uanl.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El orégano pertenece a los géneros *Origanum* (*Lamiaceae*) y *Lippia* (*Verbenaceae*). Por lo tanto, los dos tipos de orégano son estudiados en el mundo, el europeo o mediterráneo (*Origanum vulgare* L. y *Origanum onites* sp.) y mexicano (*Lippia graveolens*, *Lippia berlandieri* y *Poliomintha longiflora*). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en el orégano europeo. Por su parte, el orégano mexicano (OM) ha tomado importancia en las investigaciones, desde su caracterización hasta su aplicación en diversas áreas.

El OM se refiere a arbustos que se distribuyen en climas áridos y semiáridos, desde el sur de Texas hasta Colombia donde también es considerado “Orégano de monte”. El OM pertenece a la familia Verbenaceae, sus plantas poseen hojas verdes ovaladas aromáticas e inflorescencias en racimo, axilares y blancas (Hurtado-Benavides et al., 2015). De los arbustos del OM, las hojas se emplean y comercializan como especia y, debido a sus componentes químicos, sus lípidos insaturados con compuestos monoterpénicos, se extraen por arrastre de vapor o alcoholes para obtener el aceite esencial (AE) y, se denomina aceite esencial de orégano (AEO). El AEO es una mezcla de compuestos aromáticos volátiles individuales (Monu et al., 2016).

Las principales especies mexicanas de orégano son *Lippia graveolens*, *Lippia berlandieri* y *Poliomintha longiflora* (Mora-Zúñiga et al., 2022). Los extractos de su follaje contienen carvacrol y timol como compuestos principales, luteína y β -caroteno como carotenoides, y exhiben propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias (Silva-Vázquez et al., 2017a). El AEO puede causar daños irreversibles en la membrana celular de los microorganismos, provocar la fuga de macromoléculas biológicas en la célula, inhibir la vía del ciclo del ácido tricarbóxico, actividad de sus enzimas y afectar a los metabolitos (Cui et al., 2019). El AEO mexicano (AEOM) ha demostrado efecto positivo como promotor de crecimiento, sustituto de antibióticos y conservador de alimentos para consumo humano. No obstante, algunos de sus efectos posibles aún no han sido esclarecidos y otros controversiales, sobre todo en las rutas metabólicas o en la actividad biológica de otros sistemas. Esta revisión compara los resultados de estudios sobre la calidad de la carne y los productos cárnicos de especies rumiantes y aves alimentadas con dietas suplementadas con aceite de orégano mexicano, con el objetivo de analizar sus efectos benéficos, limitaciones y las posibles hipótesis que podrían abordarse en investigaciones futuras.

ORÉGANO MEXICANO

Las hojas de plantas de OM se utilizan como ingredientes de cocina, saborizantes y texturizantes, y su producción se distribuye en 24 estados de la República Mexicana (Silva-Vazquez et al 2017a), además de cultivarse en el norte del estado de México (Quiroz-Velásquez et al., 2017; Díaz de León et al., 2020). El aceite extraído del follaje presenta actividad antioxidante, anti-séptica-antiviral, antiinflamatoria y se emplea en el tratamiento para enfermedades crónico-degenerativas. Su composición química, determinada por cromatografía de gases con espectrofotometría de masas, incluye monoterpenos hidrocarbonados y oxigenados, siendo carvacrol, timol y p-cimeno los principales constituyentes (Avila Ramos et al., 2017). No obstante, esta composición puede variar según el origen, la especie, las propiedades fisicoquímicas y el contenido de terpenoides, factores que deben considerarse en futuras investigaciones sobre sus efectos en la dieta animal y la calidad de la carne.

ACEITE DE ORÉGANO MEXICANO EN CALIDAD DE LA CARNE DE RUMIANTES Y CONEJOS

La carne de rumiantes tiene lípidos bioactivos como los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, esenciales para los humanos y protegen de enfermedades (Xu, 2015; Chen et al., 2016; Zárate et al., 2017). Los ácidos grasos de la carne de rumiantes pueden mejorarse mediante la suplementación dietética (Kamel et al., 2018; Realini, et al., 2018). Entonces, los aditivos naturales, como el AEOM puede influir en la composición, fisicoquímica, textura y propiedades sensoriales de la carne.

García-Galicia et al. (2020) obtuvieron diferencias de dureza de la carne al comparar la inclusión de AEOM y monensina en la dieta de los animales (Tabla 1). Esos autores indicaron que esa diferencia se debe a la síntesis de grasa intramuscular, donde los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) son más aceitosos que los ácidos grasos saturados (AGS). La dureza de la carne en corderos se ha asociado con la grasa intramuscular (Zhang et al., 2022). Aumentos de AGMI y AGPI en la grasa intramuscular podrían reducir la fuerza de corte de la carne, es decir, mejora su suavidad. La inclusión de AE de *Oreganum vulgare* en la dieta de rumiantes disminuye la concentración de ácido acético y aumenta el ácido propiónico en el rumen (Zhou et al., 2020), lo que favorece la deposición de grasa.

TABLA 1. Efectos del aceite de orégano mexicano en la calidad de la carne de rumiantes y conejos.

Dosis	Producto	Desempeño	Metabolismo de grasas	Propiedades fisicoquímicas	Otros	Referencia
0,2; 0,3; y 0,4 g kg ⁻¹ <i>MS L. berlandieri</i>	Carne de cordero, <i>Longissimus lumbrorum</i>		↑ ácidos grasos (C16:1n7, C18:1n9c, C18:1n6c, C20:1n9 y C18:2n6c)	↓ FC ↑ color a*		García-Galicia et al., 2020
0,02 y 0,04 g 0,1 kg ⁻¹ en el alimento <i>L. graveolens</i>	Cane de cordero <i>m. Logissimus dorsi</i>				↑ capacidad antioxidante	Muñoz-Cuautle, 2020
0,40 g kg ⁻¹ de alimento <i>P. longiflora</i>	Carne de conejo, <i>Longissimus dorsi</i>		↑ LBD	↑ pH ↑ CRA ↑ color		Méndez-Zamora et al., 2016
0,25, 0,40 g kg ⁻¹ de AEOM en combinación con 0,2 g kg ⁻¹ de bagazo de <i>OM L. berlandieri</i>	Engorda de conejos	↑ CA ↑ GDP		↑ pH ↑ color		Aquino-López et al., 2020
0,026 g 0,1 kg ⁻¹ de MS de hojas secas <i>L. palmeri</i>	Cabras anglo-nubias lactantes				↑ salud intestinal	Reyes-Becerril et al., 2021

AEOM: aceite esencial de orégano mexicano, OM: orégano mexicano, CA: conversión alimenticia, GDP: ganancia diaria de peso, LBD: lipoproteínas de baja densidad, FC: fuerza de corte, CRA: capacidad de retención de agua.

La adición de AEOM en la dieta de corderos influye en los parámetros de color (L*, a*, b* y chroma) de la carne (Tabla 1). García-Galicia et al. (2020) resaltan que una dosis de 3 g kg⁻¹ de MS en la dieta mejora el enrojecimiento (a*), amarillez (b*) y saturación (chroma) en la carne durante el almacenamiento. Lo antioxidante del AEOM puede estar más relacionado con la protección proteica (pigmentos) que con los componentes lipídicos. Algunas especias y sus extractos tienen una alta actividad antioxidante debido a sus compuestos fenólicos, lo que puede mejorar el valor nutritivo y la calidad de la carne, porque evitan su oxidación; este último efecto se comprobó con la inclusión del AEOM en dietas de corderos (Muñoz-Cuautle, 2020).

La acumulación de AEOM en la carne podría deberse a que pasa por el rumen sin degradarse; por lo tanto, el color de la carne podría estar estable, ya que el carvacrol participa en la actividad del glutatión peroxidasa y del superóxido dismutasa, que son dos complejos enzimáticos antioxidantes importantes en los mamíferos (Hashemipour et al., 2013). Otro tema interesante es la posible transferencia de sustancias antioxidantes o los metabolitos presentes en el AEO a la carne animal e inclusive a los humanos. Starčević et al. (2015) mencionan que se desconoce el alcance de la acumulación de sustancias fenólicas en los tejidos de carne de pollo y no se comprende por completo su influencia en los seres humanos.

La suplementación con aceite de orégano mexicano demostró actividad antioxidante de lípidos en carne fresca de cordero (Tabla 1), lo que influye en el retraso de la oxidación de los lípidos durante su refrigeración y

congelación. Muñoz-Cuautle (2020) encontraron que la inclusión de 0,04% de AEOM en la dieta mejora la capacidad antioxidante en carne de cordero; esto puede deberse a los efectos del carvacrol y del timol sobre los pigmentos y la permeabilidad de las membranas celulares del músculo y, por la transformación de los lípidos y radicales hidroxilos en productos estables (Simitzis et al., 2010; García-Galicia et al., 2020).

García-Galicia et al. (2020) indicaron que 0,3 g kg⁻¹ de MS en la dieta para engordar corderos modifica el perfil de ácidos grasos, pero la inclusión de 0,4 g kg⁻¹ de MS modificó el perfil de ácidos grasos de manera indeseable. La suplementación con AEO puede modificar la fermentación ruminal cambiando las concentraciones de AGV y alterar a las bacterias en el rumen (Zhou et al., 2020). Esto implicaría cambios en los tipos ácidos grasos de la carne y en consecuencia su textura.

Aunque existen pocos estudios en conejos, algunas evidencias de efectos del OM en calidad de la carne han sido identificadas. Méndez-Zamora et al. (2016) encontraron diferencias en colesterol y lipoproteínas de baja densidad por efecto del aceite esencial de orégano; esos resultados fueron similares a los reportados por Hassan et al. (2021). Estos efectos sobre los atributos sanguíneos podrían ser de interés en otras investigaciones. También la suplementación del AEOM incrementa las cenizas de carne por efecto del carvacrol y timol, los cuales son absorbidos y depositados en los tejidos de los conejos, lo que puede modificar los componentes de la carne, eventos que no están comprobados en rumiantes (Cardinali et al., 2015).

Méndez-Zamora et al. (2016) no encontraron cambios contundentes en la calidad de la carne. Sin embargo, Aquino-López et al. (2020) evaluaron el AEOM y el bagazo sobre la producción y calidad de la carne de conejo; esos autores identificaron mejoría en la productividad cuando usaron 0,40 g kg⁻¹ (Tabla 1). La suplementación con OM aumentó el rendimiento de la canal fría y lomo, así como su pH a 10 días *post mortem*. La capacidad de retención de agua (CRA) fue mayor y el color se afectó en el tiempo de almacenamiento. Los cambios en las características de la calidad de la carne debido al orégano, sugieren que la carne de conejo puede tener cambios en el rendimiento y fisicoquímica.

Una mejor calidad de carne por el uso de aceites de plantas aromáticas puede deberse a sus componentes antioxidantes, los cuales impactan en el equilibrio de la flora intestinal, sistema inmune, parámetros sanguíneos, proceso digestivo de los animales, y en consecuencia mejorar las características de la carne. Wang et al. (2018) mencionaron que la carne de conejo es fuente de ácidos grasos insaturados donde su oxidación junto con las proteínas ocurre simultáneamente; ello supone un problema en la carne y la funcionalidad de las membranas celulares se reduce (Meineri et al., 2016). Esto podría ser investigado con los extractos de plantas aromáticas, ya que

contienen muchos componentes antioxidantes, los cuales son efectivos contra el deterioro.

Reyes-Becerril et al. (2021) evaluaron en cabras la suplementación de 2,6 % (en base seca) de hojas secas de OM (Tabla 1), y encontraron nueve compuestos en las heces; el contenido de ácido caproico (C6:0) aumentó (6,87 %). Este ácido graso tiene actividad microbica, e induce mejoras en la salud intestinal y tiene efectos estimulantes. El C6:0 ha controlado *Escherichia coli* en cerdos (Llorens et al. 2013; De Keyser et al. 2019). Los ácidos grasos de cadena corta en las heces son el resultado de la fermentación del microbioma intestinal y sus niveles en el intestino podrían estar relacionados con un mejor equilibrio inflamatorio (De Preter et al., 2015). Por lo tanto, las investigaciones futuras deben enfocarse a evidenciar si los compuestos bioactivos de los extractos de plantas aromáticas (*e.i.* carvacrol y timol) incorporados en las dietas que, al ser digeridas, pueden pasar del rumen al intestino y después a los tejidos.

ACEITE DE ORÉGANO MEXICANO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE DE POLLOS DE ENGORDA

La carne es un alimento perecedero y la industria desarrolla estrategias para mejorar la vida útil y estabilidad (Rogers et al., 2014). Además, el deterioro microbiano, autooxidación de mioglobina, oxidación de lípidos y proteínas afectan al color y al deterioro sensorial de la carne (Sabow et al., 2016; Wang et al., 2021). El aceite de orégano puede afectar la estabilidad y el contenido de lípidos (Tabla 2) en el tejido muscular. Méndez-Zamora et al. (2015b) encontraron diferencias en la composición de grasa de la carne de pechuga en pollos de engorda que recibieron 0,40 y 0,80 g de AEOM kg⁻¹ de alimento (60 % carvacrol y 40 % timol), lo que indica que dosis altas de orégano podrían aumentar la grasa y proteína. Starčević et al. (2015) evidenciaron el efecto de 200 mg timol kg⁻¹ en la dieta de pollo de engorda afectan la proteína, e indicaron que la energía en la ración y el consumo de alimento influyen sobre el contenido graso en los tejidos del pollo. Por lo tanto, una mejora en la deposición de grasa en la carne puede deberse al uso del aceite de orégano en la dieta para alimentar pollos.

TABLA 2. Efectos del del aceite de orégano mexicano en la calidad de la carne de aves de engorda.

Dosis	Producto	Desempeño	Metabolismo de grasas	Propiedades fisicoquímicas	Otros	Referencia
0,2 g kg ⁻¹ suplementado en alimento <i>L. berlandieri</i>	Canal entera de pollo	↑ PS		↑ CRA ↑ dureza		Sánchez-Zamora et al. 2019
1,0 g kg ⁻¹ suplementado en alimento <i>L. berlandieri</i>	Canal entera de pollo	↑ PS ↑ rendimiento de canal caliente		↑ CRA ↓ pH ↓ pérdida por cocción ↓ cohesividad ↓ resiliencia		Cázares-Gallegos et al. 2019
0,4 g kg ⁻¹ en alimento <i>L. berlandieri</i> y <i>P. longiflora</i>	Pechuga de pollo	↑ GDP	↑ contenido de grasa ↑ LBD			Silva-Vázquez et al. 2018
0; 0,4 y 0,8 g kg ⁻¹ en alimento de combinaciones <i>L. berlandieri</i> y <i>P. longiflora</i>	Pechuga de pollo		↑ contenido de grasa	↓ pH ↑ luminosidad ↑ color amarillo		Méndez-Zamora et al. 2015b
0; 0,4 y 0,8 g kg ⁻¹ de <i>L. berlandieri</i> y <i>P. longiflora</i>	Canal de pollo	↑ PS ↑ rendimiento de canal	↑ magro en perna, muslo, cadera, espalda y alas			Méndez-Zamora et al. 2015a
0,4 g L ⁻¹ en agua de bebida <i>L. berlandieri</i> y <i>P. longiflora</i>	Canal de pollo			↑ color rojo en pechuga ↑ índice de saturación ↑ cohesión ↑ resiliencia	Aceptación sensorial ↑ olor ↑ sabor	Hernández-Coronado et al. 2019
0,4 g kg ⁻¹ en alimento <i>L. berlandieri</i>	Canal de pavo	↑ PS				Silva-Vázquez et al., 2017b

PS: peso al sacrificio, GDP; ganancia diaria de peso, LBD: lipoproteínas de baja densidad, CRA: capacidad de retención de agua.

Estos hallazgos hacen suponer que el carvacrol y timol incrementan la síntesis de grasa y proteína para mejorar el rendimiento y composición de algunas piezas (Tabla 2); también, esos compuestos pueden influir sobre el metabolismo de los pollos (Méndez-Zamora et al., 2015a; Silva Vázquez et al., 2015; Méndez-Zamora et al., 2017; Silva-Vázquez et al., 2018; Cázares-Gallegos et al., 2019; Sánchez-Zamora et al., 2019), pavos (Silva-Vázquez et al., 2017b) y codornices (Barraza-Santos et al., 2021). Silva-Vázquez et al. (2018) encontraron en pollos de engorda que las lipoproteínas de baja densidad aumentan en los pollos suplementados con aceite de orégano (Tabla 2). Asimismo, Méndez-Zamora et al. (2017) encontraron que 0,4 g AEOM kg⁻¹ de alimento aumentaron los niveles de lipoproteínas de alta densidad y lipoproteínas de baja densidad en sangre de pollos de engorda. Estos efectos elucidan el efecto del aceite de orégano en el proceso digestivo y sistema sanguíneo. Sin embargo, algunos marcadores metabólicos podrían demostrar esos efectos en los procesos digestivos y sangre.

El aceite de orégano puede afectar la CRA en carne de pollo (Tabla 2); Sánchez-Zamora et al. (2019) y Cázares-Gallegos et al. (2019) reportaron incrementos de la CRA en la carne de pechuga de pollos por efecto del AEOM. Kim et al. (2009) mencionaron que la CRA puede depender de factores intrínsecos y extrínsecos o sus interacciones en la carne. Sin embargo, el proceso mediante el cual la CRA mejora en la carne de pollo no está esclarecido, pero es posible que el efecto sea a nivel de miofibrillas de las fibras musculares y estabilidad de sus proteínas o manteniendo la integridad de las membranas celulares.

Cázares-Gallegos et al. (2019) mencionaron que el aceite de orégano puede influir sobre el pH de la carne de pollo; esos autores reportaron un decremento de pH; este efecto del pH de la carne de pechuga podría explicarse con lo indicado por Llana-Ruiz-Cabello et al. (2015), quienes consignaron las actividades antioxidantes del AO griego y mexicano se debe a los grupos OH del timol y del carvacrol; estos actúan como donadores de hidrógeno, capaces de eliminar los radicales superóxido y peróxido de hidrógeno (Avila-Ramos et al., 2012; Ávila-Ramos et al., 2013). Por lo tanto, al aumentar los niveles de AEOM se podría mejorar la donación de los OH, lo que puede reducir el valor de pH detectado en la carne de pechuga. Méndez-Zamora et al. (2015b) indicaron que la sinergia entre carvacrol y timol del aceite de orégano podría equilibrar las distribuciones de carga en la carne de pechuga.

Los estudios realizados en pollos de engorda han mostrado que el peso de sacrificio aumenta cuando se suplementa con el aceite de orégano (Tabla 2); este comportamiento puede indicar un efecto como promotor de crecimiento; entonces, el orégano estimula la digestibilidad y mejora la absorción de los nutrimentos. Silva-Vázquez et al. (2018) y Cázares-Gallegos et al. (2019) mencionaron que el efecto del AEOM como promotor de crecimiento se debe a que timol y carvacrol, los cuales mejoran la actividad intestinal y absorción de nutrientes (Sánchez-Zamora *et al.*, 2019). Varios autores señalan que los AE tienen propiedades para mejorar la digestión con la actividad de enzimas digestivas y absorción de nutrientes, así como para mejorar la respuesta inmune (Hashemipour et al., 2013; Feng et al., 2021; Chowdhury et al., 2018).

Silva-Vázquez et al. (2018) reportaron un aumento en la ganancia de peso de pollos (Tabla 2); esto puede atribuirse a que la estimulación de la secreción de enzimas digestivas, como amilasa y quimotripsina, mejora las tasas de absorción intestinal y de utilización del alimento (Wade et al., 2018). Entonces, las dietas formuladas con aceite de orégano mejoran la digestibilidad, regulan la microbiota intestinal y estimulan la secreción de enzimas digestivas endógenas (Ghazi et al., 2015); además, el timol y el carvacrol podrían tener efectos positivos en la producción de pollos de engorda (Hashemipour et al., 2013).

Méndez-Zamora et al. (2015a) y Cázares-Gallegos et al. (2019) observaron mayor peso al sacrificio y rendimiento de la canal al suplementar AEOM. Según estos autores, el aumento de los niveles de las moléculas activas carvacrol y timol pueden reducir el peso de las vísceras. Este efecto del carvacrol para mejorar la ganancia de peso puede deberse al mejoramiento en la eficiencia del uso del alimento y alteraciones en la composición de la canal. Así, Méndez-Zamora et al. (2015a) encontraron que niveles altos de aceite de orégano no mejora el peso de los pollos, pero afecta el rendimiento en canal. Por lo tanto, lo recomendable es llevar a cabo investigaciones con niveles más bajos (100 a 300 mg kg⁻¹) de AO para detectar que concentraciones mejoran el rendimiento en carne.

En pavos, Silva-Vázquez et al. (2017a) encontraron aumentos en peso de sacrificio de pollos suplementados con aceite de orégano, y este resultado se puede atribuir a que el timol y carvacrol estimulan la digestibilidad y la absorción de nutrientes (Alali et al., 2013; Kücükylmaz et al., 2014). Por otra parte, Reyer et al. (2017) obtuvieron hallazgos interesantes en la expresión de transportadores intestinales como PEPT1 (SLC15A1), GLUT2 y EAAT3 (SLC1A1); estos transportadores demuestran el efecto sobre el peso corporal y la conversión alimenticia en pollos de engorda. Estos indicadores podrían evaluarse en pollos si se suplementan con el AEOM disuelto en el agua de bebida. Hernández-Coronado et al. (2019) no encontraron diferencias cuando adicionaron el AEOM en agua de bebida. No obstante, el AO en dieta o en agua puede tener diversos efectos, por lo que sería interesante contrastar posibles efectos del aceite de orégano usando diferentes formas de suplementarlo.

Pocos estudios han reportado el consumo de agua de pollos de engorda cuando el AEOM es suplementado en las dietas. Sin embargo, Silva-Vázquez et al. (2018) encontraron ligeros aumentos del consumo de agua. Hernández-Coronado et al. (2019) obtuvieron menores consumos de agua. Méndez-Zamora et al. (2015a) y Silva-Vázquez et al. (2018) estudiaron el AEOM en pollos de engorda e indicaron que este aceite podría influir en el rendimiento de piezas de la canal (Tabla 2).

Por otra parte, el orégano podría afectar el contenido de lípidos en el tejido muscular. Méndez-Zamora et al. (2015b) encontraron diferencias en el contenido de grasa de la carne de pechuga de pollos de engorda que recibieron 0,40 y 0,80 g de AEOM kg⁻¹ de alimento (60 % de carvacrol y 40 % de timol). Esto indicó que dosis altas de orégano podrían aumentar el contenido de grasa y proteína, pero disminuir el rendimiento de carne.

Con relación a la textura de la carne de pechuga de pollos, Park et al. (2014) indicaron que los extractos en las dietas pueden influir en la textura de la carne de pollo; estos investigadores mencionaron que la explicación del efecto de los extractos sobre la textura de la carne es desconocida. Cázares-Gallegos

et al. (2019) encontraron que la suplementación con orégano aumentó la dureza, cohesión y resiliencia de la carne; así mismo, Hernández-Coronado et al. (2019) demostraron que la fuerza de corte, cohesión y resiliencia son afectados con la suplementación de AEOM. Esos hallazgos demuestran que el orégano puede tener efectos sobre la textura de la carne de pechuga (fibra muscular, contenido de agua, proteína y grasa). Dado que hay escasa información de los efectos de los extractos de plantas sobre la textura de la carne, estudios son necesarios para determinar que estructuras o componentes de la carne son modificadas cuando extractos de plantas aromáticas son usados en las dietas de pollos.

Por otro lado, la evaluación sensorial de la carne es un método para examinar el gusto hacia atributos percibidos por los consumidores. Cázares-Gallegos et al. (2019) afirmaron que el aceite de orégano en la dieta puede mejorar el sabor y suavidad de la carne de pechuga de pollo. Hernández-Coronado et al. (2019) indicaron que la suplementación de AEOM en el agua de bebida de pollos de engorda causa efectos en el olor, sabor y aceptabilidad general de la carne de pechuga. Esta mejora en la aceptación sensorial de la carne por el consumidor puede relacionarse con las propiedades antioxidantes de los polifenoles y flavonoides del orégano. Esto limitaría el nivel de oxidación de los lípidos (Chamorro et al., 2015; Vlaicu et al., 2022), mejorando la estabilidad oxidativa (Kirkpınar et al., 2014), y en consecuencia la aceptación sensorial de la carne de pollo. Esto podría esclarecerse si se analiza la oxidación de lípidos, efecto antimicrobiano y conservación de alimentos de origen animal cuando son suplementados con orégano en las dietas para la engorda de animales, su carne y transformación a productos cárnicos.

ACEITE DE ORÉGANO MEXICANO SOBRE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

El aceite de orégano mexicano mejora las propiedades sensoriales de la carne de pollo. Además, los aceites esenciales inhiben el desarrollo microbiano, retardan la oxidación de lípidos y reducen la producción de amonio (proteólisis), por lo que la carne obtenida desde la producción de animales alimentados con dietas suplementadas con aditivos naturales puede mejorar la producción y calidad de derivados cárnicos (Avila Ramos, 2011; Zhang et al., 2016).

El aceite de orégano puede prolongar la vida anaquel, mejorar el aroma y la aceptabilidad de la carne (Herrera-Balandrano et al., 2020) (Tabla 3). El AEOM puede tener mayor capacidad antioxidante (CA) que otras plantas (Vallverdú-Queralt et al., 2014). La CA del orégano se reportó por Rocha-Guzmán et al. (2007) y Martínez-Rocha et al. (2008), quienes identificaron flavonoides y ácido rosmarínico, que es una fuente de compuestos bioactivos polares. En la actualidad es conocido que las propiedades bióticas del aceite esencial

de orégano se deben al carvacrol y timol. También, el ácido rosmarínico se encuentra en 0,1248 g en el orégano mexicano, mientras que el *Origanum vulgare* solo llega a 60 mg g⁻¹ (Yan et al., 2016). La CA del orégano lo hace útil para sustituir antioxidantes sintéticos como el hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisol butilado (BHA) y nitritos que son usados en la industria alimentaria (Cantú-Valdéz et al., 2020).

TABLA 3. Efectos del aceite de orégano en los productos cárnicos.

Dosis	Producto	Propiedades fisicoquímicas	Vida de anaquel	Aceptación sensorial	Referencia
2 y 4 g kg ⁻¹ en marinado <i>L. berlandieri</i>	Pechugas de pollo	↑ color ↑ dureza	↑ capacidad antioxidante ↓ conteo microbiológico	↑ olor ↑ aceptación general	Herrera-Balandrano et al. 2020
0,001 g kg ⁻¹ en formulación de chorizo <i>L. berlandieri</i>	Chorizo de cerdo	↑ color ↑ análisis de textura		↑ olor a orégano	Perales-Jasso et al. 2018
0,024 g kg ⁻¹ en la formulación de chorizo <i>L. berlandieri</i>	Chorizo de cerdo	↑ color rojo ↑ CRA ↓ FC	↓ conteo microbiológico	↑ olor a orégano ↑ aceptación general	Charles-Avilés et al. 2019
0,1 g kg ⁻¹ <i>L. berlandieri</i> y <i>P. longiflora</i>	Carne molida de res	↑ color ↓ fuerza de corte ↓ pérdida por cocción			Cantú-Valdéz et al. 2020
Microcápsulas de 0,004 g L ⁻¹ <i>L. graveolens</i> combinado con 0,011 g L ⁻¹ <i>Ocimum basilicum</i>	Carne de cerdo recubierta		↓ crecimiento de microorganismos	↑ olor ↑ color	Hernández-Hernández et al. 2019

FC: fuerza de corte CRA: capacidad de retención de agua.

Un experimento *in vivo* de pollos de engorda demostró que la suplementación con aceite de orégano mantiene la estabilidad de la oxidación de lípidos en la carne, y el potencial antioxidante del AEOM fueron similares a los de la vitamina E en 0,1 g kg⁻¹ de alimento, sin efectos negativos en los parámetros de producción de pollos de engorda (Avila-Ramos et al., 2012). Debido al timol y carvacrol, el orégano puede inhibir patógenos y usarse en agua como desinfectantes en los alimentos.

Gracia-Valenzuela et al. (2014) encontraron que el crecimiento de *Vibrio* se inhibía en camarones que consumieron aceite de orégano a través de su dieta. Cantú-Valdéz et al. (2020) reportaron que la carne molida de res tratada con *Lippia berlandieri* Schauer y *Poliomintha longiflora* Gray (0,1 g kg⁻¹) mejoró el color rojo de la carne durante el tiempo de almacenamiento (Tabla 3). Así mismo, el AEOM puede sustituir 0,1 % de orégano en polvo (Perales-Jasso et al., 2018) y 2,4 % de vinagre (Charles-Avilés et al., 2019) en la formulación de chorizo mexicano (Tabla 3). Estos estudios demostraron que el AEOM mejora la vida de anaquel en 7 días a 4 °C. También Reynoso-Escobedo et al. (2025) demostraron que la conservación de carne de bovino mejora en 7 días cuando se usa AEOM en diferentes formas de empaque. Sin embargo, el

estudio del aceite de orégano debe evaluarse durante la conservación de los alimentos para evidenciar la presencia de sus moléculas.

El orégano como aditivo a la carne mejora o conserva su color. Esto puede deberse a la interacción de las moléculas del AEOM con la estructura de la mioglobina o grasa de la carne. Por ejemplo, algunos estudios indicaron que el color amarillo (b^*) de la pechuga podría atribuirse al alto contenido de carotenoides del orégano (Kirkpinar et al., 2014; Méndez-Zamora et al., 2015b; Cázares-Gallegos et al., 2019; Hernández-Coronado et al., 2019). No obstante, en otros estudios se puede determinar el contenido de carotenoides, timol y carvacrol del orégano. También, estas moléculas se pueden analizar en la carne hasta los productos cárnicos cuando los animales son alimentados con dietas suplementadas con el AEOM. Si esto llega a demostrarse, la prolongación de la vida de anaquel de los derivados cárnicos puede ser explicada y mejorada. Información que no ha sido postulada por los estudios realizados en años recientes.

CONCLUSIONES

El aceite esencial de orégano mexicano afecta la producción y calidad de la carne de corderos, conejos, pollos y pavos. Este aceite puede ser considerado para otros estudios en animales y evaluar su efecto en la productividad (marcadores metabólicos y genéticos), inmunidad, producción y calidad de la carne. Investigaciones futuras podrían analizar las moléculas de carvacrol y timol del aceite de orégano en la carne y productos cárnicos cuando las especies animales de abasto sean suplementadas con el aceite de orégano mexicano. También puede concluirse que el aceite de orégano puede mejorar y conservar la calidad de los ingredientes que se usan en las dietas, lo que resulta en un mejor desarrollo y crecimiento animal, así como una buena calidad de la carne y sus productos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no tienen conflicto de interés en este artículo de revisión.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

A.G.C.H.: conceptualización y redacción-preparación del borrador original; M.H.B. y L.A.M.R.: visualización y supervisión; Y.R.Z. y J.R.K.: supervisión y validación; D.S.R.C.: conceptualización y validación; G.M.Z.: validación y redacción-preparación del borrador original.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Sin fuentes de financiamiento.

ACCESO Y APERTURA DE DATOS

No disponible

USO DE IA EN LA INVESTIGACIÓN Y ESCRITURA DEL ARTÍCULO

En esta revisión no fue usada IA.

REFERENCIAS

- Alali, W. Q., Hofacre, C. L., Mathis, G. F., & Faltys, G. (2013). Effect of essential oil compound on shedding and colonization of *Salmonella enterica* serovar Heidelberg in broilers. *Poultry Science*, *92*(3), 836-841. <http://doi.org/10.3382/ps.2012-02783>
- Aquino-López, J. L., Chávez-Martínez, A., García-Macías, J. A., Méndez-Zamora, G., Rentería-Monterrubio, A. L., Dalle-Zotte, A., & García-Flores, L. R. (2020). Essential oil and bagasse of oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) affect the productive performance and the quality of rabbit meat. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *11*(3), 701-717. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5420>
- Avila Ramos, F. (2011). *Uso de antioxidantes naturales para mantener la estabilidad oxidativa de la carne de pollo* [Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados]. <http://hdl.handle.net/10521/604>
- Avila-Ramos, F., Pro-Martínez, A., Sosa-Montes, E., Cuca-García, J. M., Becerril-Pérez, C. M., Figueroa-Velasco, J. L., & Narciso-Gaytán, C. (2012). Effects of dietary oregano essential oil and vitamin E on the lipid oxidation stability of cooked chicken breast meat. *Poultry Science*, *91*(2), 505-511. <http://doi.org/10.3382/ps.2011-01731>
- Avila Ramos, F., Pro-Martínez, A., Sosa Montes, E., Narciso Gaytán, C., Hernández Cázarez, A. S., Cibrián Tovar, J., Gallegos Sánchez, J., & Rodríguez Castillo, J. C. (2017). El uso de aceite de orégano en la dieta del pollo de engorde incrementa la acumulación de timol y carvacrol en carne de pechuga. *Acta Universitaria*, *27*(1), 34-39. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1074>
- Barraza-Santos, G. C., Hernández-Martínez, C. A., Sinagawa-García, S. R., Luna-Maldonado, A. I., Flores-Girón, E., Kawas-Garza, J. R., López-Puga, J. C., & Méndez-Zamora, G. (2021). Efecto de aceites esenciales de orégano en la calidad de la carne de codornices. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, *8*(2). <http://doi.org/10.19136/era.a8n2.2709>
- Cantú-Valdéz, J. A., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Sinagawa-García, S. R., Quintero-Ramos, A., Hume, M. E., Herrera-Balandrano, D. D., & Méndez-Zamora, G. (2020). Mexican oregano essential oils as alternatives to butylated hydroxytoluene to improve the shelf life of ground beef. *Food Science & Nutrition*, *8*(8), 4555-4564. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1767>
- Cardinali, R., Cullere, M., Dal Bosco, A., Mugnai, C., Ruggeri, S., Mattioli, S., Ruggeri, S., Mattioli, S., Castellini, C., Trabalza Marinucci, M., & Dalle Zotte, A. (2015). Oregano, rosemary and vitamin E dietary supplementation in growing rabbits: Effect on growth performance, carcass traits, bone development and meat

- chemical composition. *Livestock Science*, 175, 83-89. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.010>
- Cázares-Gallegos, R., Silva-Vázquez, R., Hernández-Martínez, C. A., Gutiérrez-Soto, J. G., Kawas-Garza, J. R., Hume, M. E., & Méndez-Zamora, G. M. (2019). Performance, carcass variables, and meat quality of broilers supplemented with dietary Mexican oregano oil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21. <http://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0801>
- Chamorro, S., Viveros, A., Rebolé, A., Rica, B. D., Arija, I., & Brenes, A. (2015). Influence of dietary enzyme addition on polyphenol utilization and meat lipid oxidation of chicks fed grape pomace. *Food Research International*, 73, 197-203. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.054>
- Charles-Avilés, J. C., González-Garza, C. G., Herrera-Balandrano, D. D., Hernández-Martínez, C. A., Gutiérrez-Soto, G., Silva-Vázquez, R., & Méndez-Zamora, G. (2019). Oregano essential oil as vinegar substitute in pork chorizo formulation. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 18, 11-25. <http://doi.org/10.5154/r.rhsza.2018.08.017>
- Chen, G. C., Yang, J., Eggersdorfer, M., Zhang, W., & Qin, L. Q. (2016). N-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and risk of all-cause mortality among general populations: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 6(1), 1-9. <http://doi.org/10.1038/srep28165>
- Chowdhury, S., Mandal, G. P., Patra, A. K., Kumar, P., Samanta, I., Pradhan, S., & Samanta, A. K. (2018). Different essential oils in diets of broiler chickens: 2. Gut microbes and morphology, immune response, and some blood profile and antioxidant enzymes. *Animal Feed Science and Technology*, 236, 39-47. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.12.003>
- Cui, H., Zhang, C., Li, C., & Lin, L. (2019). Antibacterial mechanism of oregano essential oil. *Industrial Crops and Products*, 139, 111498. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111498>
- De Keyser, K., Dierick, N., Kanto, U., Hongsapak, T., Buyens, G., Kuterna, L., & Vanderbeke, E. (2019). Medium-chain glycerides affect gut morphology, immune- and goblet cells in post-weaning piglets: *In vitro* fatty acid screening with *Escherichia coli* and *in vivo* consolidation with LPS challenge. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(1), 221-230. <http://doi.org/10.1111/jpn.12998>
- De Preter, V., Machiels, K., Joossens, M., Arijs, I., Matthys, C., Vermeire, S., Rutgeerts, P., & Verbeke, K. (2015). Faecal metabolite profiling identifies medium-chain fatty acids as discriminating compounds in IBD. *Gut*, 64(3), 447-458. <http://doi.org/10.1136/gutjnl-2013-306423>
- Díaz de León, D., González-Álvarez, M., Guzmán-Lucio, M. A., Núñez-Guzmán, G. R., & Moreno-Limón, S. (2020). The oregano of the genus *Lippia* (*Verbenaceae*) and *Poliomintha* (*Lamiaceae*) in the state of Nuevo León, Mexico. *Polibotánica*, (50), 1-18.
- Feng, J., Lu, M., Wang, J., Zhang, H., Qiu, K., Qi, G., & Wu, S. (2021). Dietary oregano essential oil supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in late-phase laying hens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1-15. <http://doi.org/10.1186/s40104-021-00600-3>
- García-Galicia, I. A., Arras-Acosta, J. A., Huerta-Jimenez, M., Rentería-Monterrubio, A. L., Loya-Olguin, J. L., Carrillo-Lopez, L. M., Tirado-Gallegos, J., & Alarcon-Rojo,

- A. D. (2020). Natural oregano essential oil may replace antibiotics in lamb diets: Effects on meat quality. *Antibiotics*, 9(5), 248. <http://doi.org/10.3390/antibiotics9050248>
- Ghazi, S., Amjadian, T., & Norouzi, S. (2015). Single and combined effects of vitamin C and oregano essential oil in diet, on growth performance, and blood parameters of broiler chicks reared under heat stress condition. *International Journal of Biometeorology*, 59(8), 1019-1024. <http://doi.org/10.1007/s00484-014-0915-4>
- Gracia-Valenzuela, M. H., Vergara-Jiménez, M. J., Baez-Flores, M. E., & Cabrera-Chavez, F. (2014). Antimicrobial effect of dietary oregano essential oil against *Vibrio* bacteria in shrimps. *Archives of Biological Sciences*, 66(4), 1367-1370. <http://doi.org/10.2298/ABS1404367G>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059-2069. <http://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hassan, F., Mobarez, S., Mohamed, M., Attia, Y., Mekawy, A., & Mahrose, K. (2021). Zinc and/or selenium enriched spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. *Animals*, 11(3), 756. <http://doi.org/10.3390/ani11030756>
- Hernández-Coronado, A. C., Silva-Vázquez, R., Rangel-Nava, Z. E., Hernández-Martínez, C. A., Kawas-Garza, J. R., Hume, M. E., & Méndez-Zamora, G. (2019). Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers. *Poultry Science*, 98(7), 3050-3058. <http://doi.org/10.3382/ps/pez094>
- Hernández-Hernández, E., Castillo-Hernández, G., González-Gutiérrez, C. J., Silva-Dávila, A. J., Gracida-Rodríguez, J. N., García-Almendárez, B. E., Di Pierro, P., Vázquez-Landaverde P., & Regalado-González, C. (2019). Microbiological and physicochemical properties of meat coated with microencapsulated Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth) and basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils mixture. *Coatings*, 9(7), 414. <http://doi.org/10.3390/coatings9070414>
- Herrera-Balandrano, D., Martínez-Rojas, D., Luna-Maldonado, A., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, A. A., Silva-Vázquez, R., Flores-Girón, E., Quitero-Ramos, A., & Méndez-Zamora, G., 2020. Conservación de pechugas de pollo con aceite esencial de orégano mexicano. *Biocencia* 22(2), 119-127.
- Hurtado-Benavides, A. M., Pantoja-Daza, D., & Santacruz-Chazatar, L. (2015). Actividad inhibitoria del aceite esencial de *Lippia origanoides* HBK sobre el crecimiento de *Phytophthora infestans*. *Acta Agronómica*, 64(2), 116-124.
- Kamel, H. E. M., Al-Dobaib, S. N., Salem, A. Z., López, S., & Alaba, P. A. (2018). Influence of dietary supplementation with sunflower oil and quebracho tannins on growth performance and meat fatty acid profile of Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 97-104. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.006>
- Kim, Y. J., Jin, S. K., & Yang, H. S. (2009). Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. *Poultry Science*, 88(2), 398-405. <http://doi.org/10.3382/ps.2008-00179>

- Kirkpinar, F. I. G. E. N., Ünlü, H. B., Serdaroğlu, M., & Turp, G. Y. (2014). Effects of dietary oregano and garlic essential oils on carcass characteristics, meat composition, colour, pH and sensory quality of broiler meat. *British Poultry Science*, 55(2), 157-166. <http://doi.org/10.1080/00071668.2013.879980>
- Kücükyılmaz, K., Bozkurt, M., Cinar, M., Catli, A. U., Bintas, E., & Erkek, R. (2014). The effects of an organic rearing system and dietary supplementation of an essential oil mixture on performance and meat yield of slow-growing broilers in two seasons. *South African Journal of Animal Science*, 44(4), 360-370. <http://doi.org/10.4314/sajas.v44i4.6>
- Llana-Ruiz-Cabello, M., Gutiérrez-Praena, D., Puerto, M., Pichardo, S., Jos, Á., & Cameán, A. M. (2015). In vitro pro-oxidant/antioxidant role of carvacrol, thymol and their mixture in the intestinal Caco-2 cell line. *Toxicology in vitro*, 29(4), 647-656. <http://doi.org/10.1016/j.tiv.2015.02.006>
- Llorens, E., Fernández-Crespo, E., Vicedo, B., Lapeña, L., & García-Agustín, P. (2013). Enhancement of the citrus immune system provides effective resistance against *Alternaria* brown spot disease. *Journal of Plant Physiology*, 170(2), 146-154. <http://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.09.018>
- Martínez-Rocha, A., Puga, R., Hernández-Sandoval, L., Loarca-Piña, G., & Mendoza, S. (2008). Antioxidant and antimutagenic activities of Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth). *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(1), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-007-0061-9>
- Meineri, G., Cornale, P., Tassone, S., & Peiretti, P. G. (2016). Effects of chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits. *Italian Journal of Animal Science*, 6(1), 45-49. <http://doi.org/10.4081/ijas.2010.e10>
- Méndez-Zamora, G., Durán-Meléndez, L. A., Aquino-López, J. L., Santellano-Estrada, E., & Silva-Vázquez, R. (2016). Efecto del aceite de orégano (*Poliomintha longiflora* Gray) sobre la productividad y calidad de carne de conejos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(8), 259-265.
- Méndez-Zamora, G., Durán Meléndez, L. A., Hume, M. E., & Silva Vázquez, R. (2017). Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 515-520. <http://doi.org/10.1590/s1806-92902017000600006>
- Méndez-Zamora, G., García Macías, J. A., Durán-Meléndez, L. A., Herman-Lara, E., Santellano Estrada, E., & Silva Vázquez, R. (2015a). Aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en variables de calidad de la canal de pollo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 41-51.
- Méndez-Zamora, G., García-Macías, J. A., Santellano-Estrada, E., Durán-Meléndez, L. A., & Silva-Vazquez, R. (2015b). Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia*, 65, 5-12.
- Monu, E. A., Techathuvanan, C., Wallis, A., Critzer, F. J., & Davidson, P. M. (2016). Plant essential oils and components on growth of spoilage yeasts in microbiological media and a model salad dressing. *Food Control*, 65, 73-77. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.01.018>
- Mora-Zúñiga, A. E., Treviño-Garza, M. Z., Amaya Guerra, C. A., Galindo Rodríguez, S. A., Castillo, S., Martínez-Rojas, E., Rodríguez-Rodríguez, J., & Báez-González, J. G. (2022). Comparison of chemical composition, physicochemical parameters,

- and antioxidant and antibacterial activity of the essential oil of cultivated and wild Mexican oregano *Poliomintha longiflora* Gray. *Plants*, 11(14), 1785. <http://doi.org/10.3390/plants11141785>
- Muñoz-Cuautle, A. (2020). *Aceite esencial de orégano Lippia graveolens como nutracéutico en la dieta de ovinos en crecimiento* [Tesis de doctorado, Colegio de Posgraduados]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/4348>
- Park, J. H., Kang, S. N., Chu, G. M., & Jin, S. K. (2014). Growth performance, blood cell profiles, and meat quality properties of broilers fed with *Saposhnikovia divaricata*, *Lonicera japonica*, and *Chelidonium majus* extracts. *Livestock Science*, 165, 87-94. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.014>
- Perales-Jasso, Y. J., Gamez-Noyola, S. A., Aranda-Ruiz, J., Hernandez-Martinez, C. A., Gutierrez-Soto, G., Luna-Maldonado, A. I., Silva-Vázquez, R., Hume, M. E., & Mendez-Zamora, G. (2018). Oregano powder substitution and shelf life in pork chorizo using Mexican oregano essential oil. *Food Science & Nutrition*, 6(5), 1254-1260. <http://doi.org/10.1002/fsn3.668>
- Quiroz-Velásquez, J. D. C., Sánchez Várela, A., Torres Ortega, J. A., García Olivares, J. G., Salazar Bravo, Á., & Hernández Mendoza, J. L. (2017). Cuantificación por HPLC del contenido de timol y carvacrol en *Lippia Graveolens* HBK sl, nativa de Reynosa, Tamaulipas, México. *Revista Boliviana de Química*, 34(1), 33-39.
- Realini, C. E., Pavan, E., Purchas, R. W., Agnew, M., Johnson, P. L., Bermingham, E. N., & Moon, C. D. (2021). Relationships between intramuscular fat percentage and fatty acid composition in *M. longissimus lumborum* of pasture-finished lambs in New Zealand. *Meat Science*, 181, 108618. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108618>
- Reyer, H., Zentek, J., Männer, K., Youssef, I. M., Aumiller, T., Weghuber, J., Wimmers, K., & Mueller, A. S. (2017). Possible molecular mechanisms by which an essential oil blend from star anise, rosemary, thyme, and oregano and saponins increase the performance and ileal protein digestibility of growing broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(32), 6821-6830. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01925>
- Reyes-Becerril, M., Gijón, D., Angulo, M., Vázquez-Martínez, J., López, M. G., Junco, E., Armenta, J., Guerra, K. & Angulo, C. (2021). Composition, antioxidant capacity, intestinal, and immunobiological effects of oregano (*Lippia palmeri* Watts) in goats: preliminary *in vitro* and *in vivo* studies. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-12. <http://doi.org/10.1007/s11250-020-02450-z>
- Reynoso-Escobedo, H., Sinagawa-García, S. R., Rico-Costilla, D. S., Luna-Maldonado, A. I., García-Treviño, N. E., Flores-Girón, E., & Méndez-Zamora, G. (2025). Efecto del aceite de orégano en la vida de anaquel de carne de bovino. *CIENCIA ergosum*, 32(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a18>
- Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Ramos-Gómez, M., Rodríguez-Muñoz, M. E., Reynoso-Camacho, R., Rocha-Uribe, A., & Roque-Rosales, M. R. (2007). Antioxidant effect of oregano (*Lippia berlandieri* v. Shauer) essential oil and mother liquors. *Food Chemistry*, 102(1), 330-335. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.024>
- Rogers, H. B., Brooks, J. C., Martin, J. N., Tittor, A., Miller, M. F., & Brashears, M. M. (2014). The impact of packaging system and temperature abuse on the

- shelf-life characteristics of ground beef. *Meat Science*, 97(1), 1-10. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.11.020>
- Sabow, A. B., Sazili, A. Q., Aghwan, Z. A., Zulkifli, I., Goh, Y. M., Ab Kadir, M. Z. A., Nakyinsige, K., Kaka, U., & Adeyemi, K. D. (2016). Changes of microbial spoilage, lipid-protein oxidation and physicochemical properties during postmortem refrigerated storage of goat meat. *Animal Science Journal*, 87(6), 816-826. <http://doi.org/10.1111/asj.12496>
- Sánchez-Zamora, N., Silva-Vázquez, R., Rangel-Nava, Z. E., Hernández-Martínez, C. A., Kawas-Garza, J. R., Hume, M. E., Herrera-Balandrano, D.D., & Méndez-Zamora, G. (2019). Inulina de agave y aceite de orégano mejoran la productividad de pollos de engorda. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 523-534. <http://doi.org/10.19136/era.a6n18.2197>
- Silva Vázquez, R. S., Duran-Meléndez, L. A., Santellano-Estrada, E., Rodríguez-Muela, C., Villalobos-Villalobos, G., Méndez-Zamora, G., & Hume, M. E. (2015). Performance of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil (*Lippia berlandieri* Schauer). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44, 283-289.
- Silva-Vázquez, R., Duran-Meléndez, L. A., Hernández-Martínez, C. A., Gutiérrez-Soto, J. G., Hume, M. E., & Méndez-Zamora, G. (2018). Effects of two sources of Mexican oregano oil on performance, blood profile, carcass variables, and meat of broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, 1-10. <http://doi.org/10.1590/rbz4720170198>
- Silva-Vázquez, R., Duran-Melendez, L. A., Mendez-Zamora, G., Estrada, E. S., Xie, M., Dunford, N. T., & Goad, C. (2017a). Antioxidant activity of essential oils from various Mexican oregano ecotypes and oil fractions obtained by distillation. *JSM Chemistry*, 5(3), 1046.
- Silva-Vázquez, R., García-Macías, J. A., Duran-Meléndez, L. A., Hume, M. E., & Méndez-Zamora, G. (2017b). Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) oil on turkey slaughter quality. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(10), 177-182. <http://doi.org/10.19136/era.a4n10.742>
- Simitzis, P. E., Symeon, G. K., Charismiadou, M. A., Bizelis, J. A., & Deligeorgis, S. G. (2010). The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics. *Meat Science*, 84(4), 670-676. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.11.001>
- Starčević, K., Krstulović, L., Brozić, D., Maurić, M., Stojević, Z., Mikulec, Ž., Bajić, M., & Mašek, T. (2015). Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1172-1178. <http://doi.org/10.1002/jsfa.6805>
- Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Martínez-Huélamo, M., Alvarenga, J. F. R., Leal, L. N., & Lamuela-Raventos, R. M. (2014). A comprehensive study on the phenolic profile of widely used culinary herbs and spices: Rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. *Food chemistry*, 154, 299-307. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.106>
- Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Turcu, R. P., Saracila, M., Panaite, T. D., & Cornescu, G. M. (2022). Nutritional composition and bioactive compounds of basil, thyme and sage plant additives and their functionality on broiler thigh meat quality. *Foods*, 11(8), 1105. <http://doi.org/10.3390/foods11081105>

- Wade, M. R., Manwar, S. J., Kuralkar, S. V., Waghmare, S. P., Ingle, V. C., & Hajare, S. W. (2018). Effect of thyme essential oil on performance of broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology*, 6(3), 25-28.
- Wang, Z., He, Z., Gan, X., & Li, H. (2018). Interrelationship among ferrous myoglobin, lipid and protein oxidations in rabbit meat during refrigerated and superchilled storage. *Meat Science*, 146, 131-139. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.006>
- Wang, Z., Tu, J., Zhou, H., Lu, A., & Xu, B. (2021). A comprehensive insight into the effects of microbial spoilage, myoglobin autoxidation, lipid oxidation, and protein oxidation on the discoloration of rabbit meat during retail display. *Meat Science*, 172, 108359. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108359>
- Xu, R. (2015). Important bioactive properties of omega-3 fatty acids. *Italian Journal of Food Science*, 27(2), 129-135.
- Yan, F., Azizi, A., Janke, S., Schwarz, M., Zeller, S., & Honermeier, B. (2016). Antioxidant capacity variation in the oregano (*Origanum vulgare* L.) collection of the German National Genebank. *Industrial Crops and Products*, 92, 19-25. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.038>
- Zárate, R., Jaber-Vazdekis, N., Tejera, N., Pérez, J. A., & Rodríguez, C. (2017). Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health. *Clinical and Translational Medicine*, 6(1), 1-19. <http://doi.org/10.1186/s40169-017-0153-6>
- Zhang, H., Wu, J., & Guo, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 39-48. <http://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.11.003>
- Zhang, X., Han, L., Hou, S., Raza, S. H. A., Wang, Z., Yang, B., Sun, S., Ding, B., Gui, L., Simal-Gandara, J., Shukry, M., Sayed, S. M., & Al Hazani, T. M. I. (2022). Effects of different feeding regimes on muscle metabolism and its association with meat quality of Tibetan sheep. *Food Chemistry*, 374, 131611. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131611>
- Zhou, R., Wu, J., Lang, X., Liu, L., Casper, D. P., Wang, C., Zhang, L., & Wei, S. (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. <http://doi.org/10.3168/jds.2019-16611>