

Efecto del aceite de orégano en la vida de anaquel de carne de bovino

Effect of oregano oil on beef shelf life^[1]

Hugo Reynoso-Escobedo

Universidad Autónoma de Nuevo León, México

hugoreynosoescobedo@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0009-8572-0966>

Sugey Ramona Sinagawa-García

Universidad Autónoma de Nuevo León

sugey.sinagawagr@uanl.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-5961-0968>

Daniela Sarai Rico-Costilla

Universidad Autónoma de Nuevo León

daniela.ricocst@uanl.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-5508-8914>

Alejandro Isabel Luna-Maldonado

Universidad Autónoma de Nuevo León

alejandro.lunaml@uanl.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-9528-3052>

Nora Esthela García-Treviño

Universidad Autónoma de Nuevo León

nora.garciatr@uanl.edu.mx

 <https://orcid.org/0009-0005-5177-3702>

Emmanuel Flores-Girón

Universidad Autónoma Chapingo

efloresg@chapingo.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-5081-3478>

*Gerardo Méndez-Zamora**

Universidad Autónoma de Nuevo León

gerardo.mendezzm@uanl.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-1428-5217>

RESUMEN

Se evalúa el efecto del aceite de orégano sobre la calidad de carne de bovino en uno y siete días. Un total de 22.4 kg de carne se distribuyeron en cuatro tratamientos con dos réplicas experimentales (CBE: carne en empaque sin AO, CBV: carne al vacío sin AO, CBEAO: carne en empaque con 100 ppm de AO, CBVAO: carne al vacío con 100 ppm de AO). Asimismo, se analizaron el pH, color, bromatología, antioxidante, microbiología, textura y sensorial. La carne tratada con el AO mantuvo el pH, color, mejoró la capacidad de retención de agua, decreció la dureza, aumentó la actividad antioxidante, ceniza y grasa y aumentó bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras. Variables sensoriales no fueron afectadas.

PALABRAS CLAVE: antioxidante, bromatológico, color, microbiología, sensorial, textura.

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

gerardo.mendezzm@uanl.edu.mx

Recepción: 13 de junio de 2022

Aprobación: 7 de agosto de 2024



ABSTRACT

The effect of oregano essential oil (OO) on beef quality at one and seven days was evaluated. A total of 22.4 kg of meat were distributed into four treatments with two experimental replicates (BPP: beef in plastic packaging without OO, VB: vacuum beef without OO, BPPPOO: beef in plastic packaging with 100 ppm of OO, VBOO: vacuum beef with 100 ppm of OO). Physicochemical, bromatological, antioxidant, microbiological, texture and sensory variables were evaluated on meat. The meat treated with OO maintained the pH, color, improved the water holding capacity, decreased the hardness, increased the antioxidant activity, ash and fat, proliferation of lactic acid bacteria, fungi and yeasts, and sensory variables were not affected.

KEYWORDS: antioxidant, bromatological, color, microbiological, sensory, texture.

INTRODUCCIÓN

La carne después del proceso de conversión de músculo a carne debe conservarse en refrigeración, de ahí que existe un interés en su proceso de conservación. Entre los factores que influyen se encuentra la temperatura, humedad relativa, flujo de aire, tipo de empaque y tiempo de almacenamiento. La carne es propensa a la oxidación y descomposición, ya que tiene alto contenido de agua y es alta en ácidos grasos insaturados y proteínas (Liu y Liu, 2020). El deterioro y oxidación son dos parámetros que disminuyen la calidad de la carne durante el almacenamiento (Pateiro *et al.*, 2018). Diversos métodos de conservación como la congelación, refrigeración, deshidratación, salado, ahumado, calor, curado y madurado se han evaluado en la preservación de la carne. Sin embargo, en la actualidad se buscan otros más efectivos como las tecnologías emergentes, las cuales proporcionan más inocuidad y vida útil en los alimentos. En lo referente a las tecnologías de conservación de alimentos se ha visto el interés por la adición de conservadores naturales como los aceites esenciales de plantas aromáticas, los cuales son usados en la industria alimentaria para mejorar el sabor y aroma (Perales-Jasso *et al.*, 2018; Cantú-Valdéz *et al.*, 2020). No obstante, tras la demanda del consumidor por reducir el uso de productos químicos en los alimentos, se ha registrado un uso creciente de conservantes naturales, como las bacterias del ácido láctico, polifenoles de la uva o, incluso, los extractos de plantas aromáticas (Horita *et al.*, 2018; Aykin-Dinçer *et al.*, 2021).

Estos extractos son conocidos como aceites esenciales (AE). Los AE son mezclas líquidas aromáticas que se extraen a partir de semillas, hojas y frutos (González-Garza *et al.*, 2020) a través de destilación con vapor e hidrodestilación asistida por calentamiento óhmico; este último es el método que presenta mayor rendimiento y conservación de la bioactividad de los aceites (Stratako y Koidis, 2016; Gavahian *et al.*, 2017). Químicamente, los AE están formados por terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos (hidrocarburos, alcoholes y cetonas, que pueden ser acíclicos, monocíclicos, bicíclicos a tricíclicos), así como sustancias azufradas y nitrogenadas (Govindarajan *et al.*, 2016). En México, las hojas del orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) se usan para obtener el aceite esencial de orégano (AO), el cual tiene efecto antimicrobiano y antioxidante, ideal como aditivo natural para usarse en la conservación de alimentos.

Ante las tendencias actuales, es necesario establecer estrategias de producción y conservación de alimentos. El AO puede utilizarse como conservador en los alimentos, ya que son reconocidos como seguros (FDA, 2022), además de tener altas concentraciones de compuestos fenólicos como carvacrol, timol, p-cimeno y γ terpineno, los cuales provocan daños estructurales y funcionales en la membrana celular de bacterias. Su eficacia como antioxidante natural y antimicrobiano ha sido probada previamente en productos cárnicos (Herrera-Balandrano *et al.*, 2020; Cantú-Valdéz *et al.*, 2020). Los AO reconocidos son el orégano europeo (*Origanum vulgare* L. y *Origanum onites* L. A. *sativum* L.) y orégano mexicano (*L. berlandieri* y *Poliomintha longiflora* Gray), los cuales se han utilizado para mejorar la calidad del chorizo (Perales-Jasso *et al.*, 2018; Charles-Avilés *et al.*, 2019), pechuga marinada, calidad de la pechuga de pollo y carne molida (Silva-Vazquez *et al.*, 2017; Cázares-Gallegos *et al.*, 2019; Hernández-Coronado *et al.*, 2019; Sánchez-Zamora *et al.*, 2019; Cantú-Valdéz *et al.*, 2020; Herrera-Balandrano *et al.*, 2020). El AO ha tomado la atención debido a las propiedades antioxidantes y microbiológicas conferidas por una mezcla de compuestos fenólicos monoterpenos incluyendo timol, carvacrol y su precursor p-cimeno (Silva-Vazquez *et al.*, 2017).

La conservación en frío de cárnicos junto con otros métodos de preservación (al vacío y con adición de aceites esenciales) podría ser una estrategia efectiva de conservación natural para mejorar la calidad de la carne y aumentar la vida de anaquel. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación consiste en evaluar el efecto de la adición del aceite esencial de orégano en la conservación de carne de bovino durante siete días a 4 °C.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1. 1. Diseño experimental y preparación de la muestra

Un total de 22.4 kg de carne de bovino (CB; *Longissimus dorsi*) fueron distribuidos en cuatro tratamientos (5.6 kg/tratamiento) en un diseño completamente al azar. Cada tratamiento tuvo dos réplicas y dos periodos de evaluación: uno y siete días (1.4 kg/tratamiento/réplica/periodo). Los tratamientos fueron CBE: carne de bovino en empaque sin aceite de orégano, CBV: carne de bovino al vacío sin aceite de orégano, CBEAO: carne de bovino en empaque con 100 ppm de aceite de orégano, CBVAO: carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano. Dos *Longissimus dorsi* se ocuparon para distribuir la carne a los tratamientos; las piezas se seccionaron entre la costilla 6 y 12, en cortes de aproximadamente 2 cm de grosor; se retiró el hueso y grasa excesiva y se distribuyeron 2 ± 0.5 cortes para cada réplica por tratamiento de cada periodo. Estos cortes se distribuyeron para seis análisis (233 ± 10 g por análisis): *a*) fisicoquímicos, *b*) microbiológicos, *c*) bromatológicos, *d*) capacidad antioxidante, *e*) análisis de textura (dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia) y *f*) sensorial. Las dosis de 100 mg/kg (ppm) se establecieron con base en la norma general para aditivos alimentarios CODEX STAN 192-1995^[2] sobre BHT utilizado en alimentos. En los tratamientos con AO, se aplicó por aspersión directamente en la carne y empaçado conforme al tratamiento correspondiente. Todos los tratamientos, incluyendo el control, se almacenaron a una temperatura de 4 °C. El empaçado se hizo en charola desechable y empaque de polietileno grado alimenticio. El tratamiento CBE y CBEAO se empaçado con empaque de polietileno; los tratamientos CBV y CBVAO se empaçaron al vacío en una bolsa de polietileno de alta densidad. El AO *L. berlandieri* se obtuvo de la empresa Natural Solutions S.M.I., Cd. Jiménez, Chihuahua, México. La composición del AO consistió de 65.20% carvacrol, 10.99% p-cimeno y 10.26% timol.

1. 2. Pruebas fisicoquímicas

El pH de las muestras se midió por triplicado utilizando un electrodo de punción (HI 84532, Hanna Instruments Woonsocket, RI), el cual se insertó en la carne. La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó mediante el método de compresión (López-Puga *et al.*, 2021); el resultado se expresó como porcentaje de líquido expulsado. El color de las muestras se midió con un colorímetro (CR-400 Konica Minolta, Tokyo, Japan; Illuminant/Observer: D65/10) con base en el sistema CIELab (Luminosidad, L*; enrojecimiento, a*; amarillez, b*). En cada corte se realizaron mediciones por triplicado para cada réplica.

1. 3. Capacidad antioxidante (DPPH•, ABTS•+)

Un total de 5 g de carne se molieron durante 3 min y 1 ± 0.01 g de la muestra molida se agregaron a tubos de centrífuga con 4 mL de metanol al 99%, agua destilada y combinación de agua-metanol (50:50). Las muestras se centrifugaron por 15 min a 6 200 rpm ($3\,229\text{ g}$) a 5° C para obtener el extracto y realizar las determinaciones mediante DPPH• y ABTS•+. Para la preparación del ABTS•+ se realizó de acuerdo con las modificaciones de Muñoz-Guevara *et al.* (2021), mientras que para la preparación de DPPH• se basó con las modificaciones de Charles Avilés *et al.* (2019). El porcentaje de inhibición de los radicales ABTS•+ y DPPH• se calculó con la ecuación 1:

$$\text{Inhibición}_{\text{muestra}}(\%) = [(\text{Abs}_{\text{blanco}} - \text{Abs}_{\text{muestra}}) \div \text{Abs}_{\text{blanco}}] \times 100 \quad (1)$$

Donde $\text{Abs}_{\text{blanco}}$ es la absorbancia inicial de la solución de radicales $\text{ABTS}^{\bullet+}$ o $\text{DPPH}^{\bullet}$ sin muestra y $\text{Abs}_{\text{muestra}}$ es la absorbancia de la solución de radicales $\text{ABTS}^{\bullet+}$ o $\text{DPPH}^{\bullet}$. Trolox se empleó como referencia estándar para convertir la capacidad de inhibición de cada muestra en la capacidad antioxidante (CAx) en equivalente de Trolox (ET $\mu\text{M}/\text{mL}$). Primero, soluciones estándar de Trolox se prepararon en metanol en un rango de concentración entre 0 y 600 $\mu\text{g}/\text{mL}$; 0.1 mL de cada solución de Trolox se añadieron a 9.9 mL de solución de radicales $\text{ABTS}^{\bullet+}$ o $\text{DPPH}^{\bullet}$ (Trolox 0-24 μM en solución de radicales). Después de 30 min de incubación a para representar el porcentaje de inhibición (ecuación 2) respecto a la concentración de Trolox a 732 y 515 nm para los ensayos $\text{ABTS}^{\bullet+}$ y $\text{DPPH}^{\bullet}$.

$$\text{Inhibición}_{\text{muestra}}(\%) = (\text{Abs}_{\text{blanco}} - \text{Abs}_{\text{trolox}}) \div \text{Abs}_{\text{blanco}} \times 100 \quad (2)$$

Donde $\text{Abs}_{\text{blanco}}$ es la absorbancia de la solución de radicales $\text{ABTS}^{\bullet+}$ o $\text{DPPH}^{\bullet}$ sin Trolox (solo metanol) y $\text{Abs}_{\text{trolox}}$ es la absorbancia de la solución de radicales $\text{ABTS}^{\bullet+}$ o $\text{DPPH}^{\bullet}$ con Trolox después de 30 min de incubación. La CAx de las muestras se determinó por triplicado por réplica en cada periodo.

1. 4. Análisis bromatológico y microbiológico

La humedad se determinó por el método de secado en una estufa a 100-110°C por 1 h, que consideró los pesos iniciales y finales antes y después del secado. Las cenizas se midieron por método de incineración en una mufla, la grasa con el método Goldfish y la proteína con el método Kjeldahl (AOAC, 2016). La humedad, proteína, grasa y cenizas se determinaron por duplicado en cada réplica.

La calidad microbiana de la carne se determinó por triplicado en los días uno y siete. Asépticamente, 10 g de carne se homogeneizaron con 90 mL de solución peptona estéril al 0.1% (NaCl al 0.85%, peptona al 0.1%) con un mezclador Stomacher (Seward Lab., London, UK). Para cada muestra, diluciones seriadas (1-100, 1-10000) se prepararon con solución de peptona y muestras de 1 o 0.1 mL de las diluciones se tomaron para colocarlos en placas de agar selectivo y recuento total. Los análisis de mesófilos se realizaron en agar cuenta estándar (peptona de caseína: 5.0 g, dextrosa: 1.0 g, extracto de levadura: 2.5 g, agar bacteriológico: 15.0 g). Después, las placas se incubaron por 24 h a 37 °C para mesófilos. El conteo de las bacterias ácido lácticas (BAL) se desarrolló en medio MRS, incubando las placas a 37 °C por 24 h. El medio papa dextrosa agar (infusión de papa a partir de 200 g: 4 g, dextrosa: 20 g, agar: 15 g) se empleó para el conteo de hongos y levaduras (HyL). Los datos microbiológicos se expresaron como logaritmos del número de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (log UFC/g) (Sirocchi *et al.*, 2017).

1. 5. Análisis de perfil de textura

La carne cruda se empacó al vacío y se coció en agua a 75 ± 0.1 °C durante 1 h 20 min. Después, las muestras se enfriaron en agua a 4 °C por 20 min y enseguida se almacenaron en refrigeración durante 12 h para su análisis. Las medidas de textura se tomaron mediante un análisis de perfil de textura (APT) evaluando dureza (N), adhesividad (g s), cohesividad (adimensional), gomosidad (g), elasticidad (mm) y masticabilidad (g mm) de acuerdo con López-Puga *et al.* (2021). El APT se realizó en un texturómetro (TA.XT2i Stable Micro Systems Serrey, England). Se estandarizaron cortes de carne cilíndricos de 1 cm de altura y 1.8 cm de diámetro, perpendiculares a las fibras musculares. Las muestras se sometieron a dos ciclos de compresión (60% de su altura original), y se establecieron velocidades de 2 mm/s en preprueba y prueba, y 5 mm/s posprueba.

1. 6. Evaluación sensorial

Los atributos sensoriales se evaluaron con 30 consumidores semientrenados. La carne cruda se empacó al vacío y se coció en agua a 75 °C durante 1 h 20 min; después se enfriaron en un baño en agua a 4 °C durante 20 min y se almacenaron a 4 °C para su evaluación 12 h después. Muestras de carne cocida de 1 cm por lado se sirvieron en vasos codificados con tres dígitos aleatorizados en los cuales se evaluaron el olor, sabor, suavidad y aceptabilidad general de la carne. En esta prueba se usó una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 representó “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho” (Valadez-Pineda *et al.*, 2022). La evaluación sensorial se llevó a cabo en los días uno y siete, donde cada evaluador estuvo en cabinas individuales, con acceso a la muestra, luz, tarja y silla.

1. 7. Análisis estadístico de los datos

El análisis de los datos se llevó a cabo tomando en cuenta los tratamientos (T_i) y tiempo (δ_j ; uno y siete días) como factores y su interacción $[(T\delta)_{ij}]$. En el modelo estadístico también se consideró el efecto de la réplica como bloque (β_k), y el modelo matemático, el error experimental o aleatorio (ε_{ijk}) con media y varianza ($N \sim \mu, \sigma^2$): $y_{ij} = \mu + T_i + \delta_j + \beta_k + (T\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$. Cuando el valor de probabilidad (valor P) fue menor a 0.05 ($P < 0.05$) en la interacción $[(T\delta)_{ij}]$ y efectos fijos (T_i y δ_j), la H_0 se rechazó y la comparación de medias se ejecutó con la prueba estadística Tukey. Los atributos sensoriales se analizaron con la prueba de Friedman, donde el evaluador se consideró como bloque. Para analizar los datos, se empleó el *software* Minitab (2013).

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2. 1. Características fisicoquímicas

El pH (5.5) y color son evaluados en carne cruda como predictores de calidad y características fisicoquímicas. El comportamiento del pH y capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de bovino (CB) experimentada con aceite esencial de orégano (AO) se muestran en el cuadro 1. El efecto interacción $[(T\delta)_{ij}]$ entre los tratamientos (T_i) y días (δ_j) no afectó ($P > 0.05$) el pH y CRA en la CB tratada con AO en siete días a 4 °C. Los efectos fijos T_i y δ_j resultaron diferentes ($P < 0.05$) para pH y CRA. El pH incrementó ($P < 0.05$) del día uno al siete, siendo la CB en emplee sin AO (CBE) con el mayor pH, pero al día siete el pH disminuyó para la CB al vacío (CBV). Los valores de pH en el día uno y siete (cuadro 1) fueron similares a los que reporta Cantú-Valdéz *et al.* (2020), quienes evaluaron los efectos de dos variedades de AO (*P. longiflora* y *L. berlandieri*) en carne molida de bovino. Los pH bajos en el día siete pueden ser debido el ácido láctico sintetizado por las BAL y también a los componentes fenólicos (carvacrol y timol) del AO en la carne. Por su parte, la CRA es influenciada por el tipo de músculo, proceso de conversión de músculo a carne, condiciones pre y pos rigor y pH. En los datos obtenidos en CRA de los diferentes tratamientos se observó que, a menores valores de pH, la CRA disminuyó al día siete.

El color de la CB con AO se muestra en el cuadro 2. La $(T\delta)_{ij}$ no afectó ($P > 0.05$) el color de la CB en siete días a 4 °C. T_i aumentó ($P < 0.05$) los valores de las variables; por lo contrario, en el tiempo (δ_j) no afectó ($P > 0.05$) a^* y Chroma (saturación). La L^* , a^* , b^* , Chroma y Hue incrementaron en CBEAO, pero CBVAO tuvo el valor más bajo en las variables para el día uno, mientras que en el día siete, el valor más bajo lo obtuvo CBV. Los resultados de CBEAO podrían deberse a la adición del AO, ya que el carvacrol y timol evitarían la oxidación de la mioglobina. Esta oxidación explica la estabilidad del color en la carne y productos cárnicos. Entonces, los pigmentos y oxidación de lípidos en la carne y productos cárnicos están relacionados entre sí y se afectan por el AO. Los valores de L^* , a^* , b^* , Chroma y Hue en el día uno y siete fueron similares a los de Cantú-Valdéz *et al.* (2020), que indica que la carne molida con AO Mexicano (*P. longiflora* y *L. berlandieri*) tuvo mayores valores de L^* , b^* , Hue y menores en Chroma y a^* .

CUADRO 1

Evaluación de pH y CRA de la carne de bovino tratada con aceite de orégano durante siete días a 4 °C

Días/tratamientos*	pH	CRA (%)**
Día 1		
CBE	5.64a;ABC	65.82a;A
CBV	5.51ab;CD	65.65a;A
CBEAO	5.46b;D	66.79a;A
CBVAO	5.54ab;BCD	69.23a;A
Día 7		
CBE	5.74a;A	63.65a;A
CBV	5.54b;BCD	62.92a;A
CBEAO	5.64ab;ABC	65.37a;A
CBVAO	5.69a;AB	66.54a;A
EEM	0.03	1.00
Valor P		
Tratamiento (T _i)	0.000	0.180
Día (δ _j)	0.000	0.002
(Tδ) _{ij}	0.142	0.903

Nota: *CBE = carne de bovino en empaque sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en empaque con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano; EEM = error estándar de la media; CRA = capacidad de retención de agua. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). ^{A-D} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

Los resultados obtenidos en esta investigación de CB con AO mostraron que la adición del AO en la carne cruda de bovino a 4 °C mantiene el color durante los siete días de almacenamiento; esto debido a los compuestos del AO con acción antioxidante (carvacrol y timol) y a la ausencia de aire generado por el empaque tratado al vacío; por lo tanto, el AO puede mejorar la preservación de las propiedades fisicoquímicas de la carne de bovino.

CUADRO 2

Variables de color en la carne de bovino evaluada a los días uno y siete a 4 °C con aceite de orégano

Días/tratamientos*	L**	a***	b	Chroma	Hue
Día 1					
CBE	40.37b;A	23.92ab;A	9.44ab;A	25.66ab;A	21.55ab;A
CBV	41.60ab;A	23.24b;A	8.30b;A	24.74ab;A	19.15b;A
CBEAO	43.61a;A	26.52a;A	11.93a;A	29.10a;A	24.03a;A
CBVAO	38.76b;A	21.88b;A	7.19b;A	23.09b;A	17.93b;A
Día 7					
CBE	42.61a;A	25.60ab;A	10.90ab;A	27.90ab;A	22.95ab;A
CBV	42.13a;A	22.04c;A	8.77c;A	23.73c;A	21.67b;A
CBEAO	44.19a;A	26.03a;A	11.75a;A	28.56a;A	24.31a;A
CBVAO	42.40a;A	23.21bc;A	9.45bc;A	25.06bc;A	22.12b;A
EEM	0.65	0.78	0.62	0.94	0.83
Valor P					
Tratamiento (T _i)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Día (δ _j)	0.000	0.556	0.026	0.843	0.001
(Tδ) _{ij}	0.059	0.201	0.223	0.560	0.117

Nota: *CBE = carne de bovino en empaque sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en empaque con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano. EEM: error estándar de la media. L** = luminosidad, a*** = tendencia al color rojo, b = tendencia al color amarillo, Chroma = croma o saturación, Hue = ángulo de matiz (tonalidad). ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). ^{A-C} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

2. 2. Análisis bromatológico

La $(T\delta)_{ij}$ afectó ($P < 0.05$) los carbohidratos (cuadro 3), mientras que δ_j influyó ($P < 0.05$) el contenido de proteínas y carbohidratos. Finalmente, el T_i afectó ($P < 0.05$) la grasa, proteínas y carbohidratos. Al día uno, las proteínas fueron más altas en CBE y más bajas en CBVAO. En el día siete, la grasa incrementó para CBEAO y CBVAO, pero disminuyó para CBE y CBV. En este periodo las proteínas mejoraron en CBEAO y disminuyeron en CBVAO, mientras que los carbohidratos al día siete aumentaron para CBEAO y decrecieron para CBVAO. Pocos trabajos han reportado el efecto de AO en la conservación de CB. Méndez-Zamora *et al.* (2015) reportaron que los AO afectaron la composición químico proximal de la pechuga de pollo. Los ácidos grasos del AO incorporados en la carne pueden modificar el contenido graso y humedad. Una explicación del decremento de proteína sería la proteólisis, que al hidrolizar los enlaces peptídicos y separar los aminoácidos son degradados durante la maduración de la carne (conservación).

CUADRO 3
Bromatología de la carne de bovino tratada con aceite de orégano en siete días

Días/tratamientos*	Componente (%)				
	Materia seca	Grasa	Proteínas	Carbohidratos	Cenizas
Día 1					
CBE	27.25	2.48 ^a ;A	22.10 ^a	1.63 ^a ;B	1.04
CBV	28.32	3.81 ^a ;A	20.78 ^{ab}	2.72 ^a ;B	1.01
CBEAO	27.92	3.27 ^a ;A	20.97 ^{ab}	2.63 ^a ;B	1.05
CBVAO	27.24	3.20 ^a ;A	19.63 ^b	3.42 ^a ;A ^B	0.99
Día 7					
CBE	27.35	2.25 ^b ;A	19.71 ^{ab}	4.43 ^b ;A ^B	0.97
CBV	28.16	3.26 ^{ab} ;A	20.37 ^a	3.55 ^b ;A ^B	0.99
CBEAO	28.59	4.59 ^a ;A	21.20 ^a	1.83 ^c ;B	0.97
CBVAO	28.56	3.45 ^{ab} ;A	17.10 ^b	6.88 ^a ;A	1.12
EEM	0.68	0.43	0.56	0.65	0.05
Valor P					
Tratamiento (T_i)	0.504	0.040	0.006	0.015	0.682
Día (δ_j)	0.346	0.531	0.014	0.011	0.753
$(T\delta)_{ij}$	0.715	0.230	0.096	0.049	0.220

Nota: *CBE = carne de bovino en empaque sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en empaque con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano. EEM = error estándar de la media. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). A-C = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

2. 3. Propiedades antioxidantes

La interacción $(T\delta)_{ij}$ influyó ($P < 0.05$) ABTS^{•+} de la CB obtenida con extracto en agua y etanol; $(T\delta)_{ij}$ no afectó el DPPH[•] (cuadro 4). El efecto δ_j (día uno y siete) tuvo efecto ($P < 0.05$) para ABTS^{•+} y DPPH[•] en los extractos de agua y etanol de la CB. El efecto T_i influyó ($P < 0.05$) para ABTS^{•+} en los extractos agua y etanol de la CB, mientras que en DPPH[•] T_i afectó ($P < 0.05$) para todos los extractos de la CB. En general, la CAX de los tratamientos disminuyó ($P < 0.05$) del día uno al siete. ABTS^{•+} del extracto con agua se incrementó ($P < 0.05$) en CBEAO del día uno, pero disminuyó ($P < 0.05$) al día siete. Al día uno, la CAX en CBVAO obtuvo el valor

más bajo ($P < 0.05$) y en el día siete CBV incrementó ($P < 0.05$). ABTS•⁺ para el extracto etanol-agua aumentó ($P < 0.05$) para CBE y disminuyó ($P < 0.05$) para CBVAO. En el extracto de etanol, la CAX incrementó para CBVAO al día uno ($P < 0.05$) y CBEAO disminuyó ($P < 0.05$) al día siete. Al día uno, CBE presentó ($P < 0.05$) menor CAX.

Al día uno, DPPH• para el extracto de CB en agua aumentó ($P < 0.05$) para CBV y disminuyó ($P < 0.05$) para CBVAO. Al día siete no se encontró ($P > 0.05$) diferencia entre los tratamientos. En el extracto etanol-agua del día uno, la CAX en CBE incrementó ($P < 0.05$) y CBVAO decreció ($P < 0.05$). Al día siete, CBE creció ($P < 0.05$) para DPPH• y CBV no mejoró ($P > 0.05$). Al día uno para el extracto de la CB en etanol, DPPH• incrementó ($P < 0.05$) en CBVAO y decreció ($P < 0.05$) en CBV y al día siete no se afectó ($P > 0.05$) la CAX de la CB.

La CAX de los compuestos fenólicos está determinada por su cantidad y estructuras químicas (Kim *et al.*, 2013). Las variaciones de la CAX en la CB por efecto de los tratamientos podrían deberse a que el oxígeno es el que comienza la peroxidación lipídica, lo que lleva a la formación de sustancias prooxidantes capaces de reaccionar con la oximioglobina y afectar de manera diferente la CAX de la CB cuando se usan extractos naturales en la conservación. En el estudio actual, estas diferencias también podrían deberse a las afinidades de los radicales libres hacia el carvacrol y timol del AO, y los procesos de almacenamiento durante siete días. Los AO mexicanos contienen altas concentraciones de carvacrol, por lo que benefician la CAX en la carne al inhibir la oxidación de lípidos (Kim *et al.*, 2013). La carne contiene mioglobina, la cual tiene seis sitios activos y uno de ellos se encuentra libre, por lo cual permitió que la CAX aumentara al día siete en la carne tratada con AO, ya que tiene más carvacrol y timol, los cuales con sus grupos hidroxilos (–OH) inhiben la oxidación cuando los –OH se unen al radical libre de la mioglobina.

CUADRO 4

Comportamiento de la capacidad antioxidante (ET $\mu\text{M}/\text{mL}$) de la carne de bovino en siete días a 4 °C

Días/tratamientos ¹	ABTS• ⁺			DPPH•		
	Agua	Etanol-Agua	Etanol	Agua	Etanol-agua	Etanol
Día 1						
CBE	3070.00 ^{a;AB}	1308.30 ^{a;A}	546.70 ^{b;B}	268.00 ^{ab;A}	278.90 ^{a;A}	44.50 ^{ab;A}
CBV	3070.00 ^{a;AB}	1236.70 ^{a;AB}	579.00 ^{b;B}	316.00 ^{a;A}	212.50 ^{a;A}	32.40 ^{b;A}
CBEAO	3143.30 ^{a;A}	1206.70 ^{a;AB}	605.00 ^{b;B}	260.30 ^{ab;A}	185.10 ^{ab;A}	50.08 ^{ab;A}
CBVAO	2628.30 ^{b;C}	1263.30 ^{a;A}	973.30 ^{a;A}	177.10 ^{b;A}	162.90 ^{b;A}	76.00 ^{a;A}
Día 7						
CBE	2706.70 ^{a;BC}	1043.30 ^{a;AB}	495.00 ^{a;B}	164.80 ^{a;A}	265.60 ^{a;A}	27.36 ^{a;A}
CBV	2728.30 ^{a;BC}	1156.70 ^{a;AB}	478.30 ^{a;B}	226.70 ^{a;A}	124.00 ^{b;A}	25.87 ^{a;A}
CBEAO	2116.70 ^{b;D}	1115.00 ^{a;AB}	375.00 ^{a;B}	169.30 ^{a;A}	174.60 ^{ab;A}	25.60 ^{a;A}
CBVAO	2535.00 ^{a;C}	923.30 ^{a;B}	523.30 ^{a;B}	152.00 ^{a;A}	156.50 ^{ab;A}	38.56 ^{a;A}
EEM	83.00	71.5	76.03	53.02	38.85	8.43
Valor P						
Tratamiento (T _i)	0.000	0.511	0.005	0.021	0.020	0.008
Día (δ _j)	0.000	0.000	0.000	0.047	0.286	0.001
(Tδ) _{ij}	0.000	0.199	0.046	0.877	0.670	0.241

Nota: *CBE = carne de bovino en emplea sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en emplea con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano.

EEM = error estándar de la media. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). ^{A-C} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

2. 4. Microbiología

La interacción $(T\delta)_{ij}$ influyó ($P < 0.05$) en hongos, levaduras y mesófilos, pero no ($P > 0.05$) las BAL de la CB tratada con AO en siete días a 4 °C (cuadro 5). Los microorganismos no se afectaron ($P > 0.05$) por T_i , pero el δ_j los afectó ($P < 0.05$). Todos los microorganismos incrementaron del día uno al siete. CBVAO presentó más mesófilos y CBEAO tuvo menos hongos y levaduras al día uno y más al día siete; las BAL incrementaron del día uno al siete. Los resultados de Herrera-Balandrano *et al.* (2020) fueron similares para los microorganismos evaluados en pechugas de pollo tratadas con AO, en el cual el $(T\delta)_{ij}$ fue significativo ($P < 0.05$) sobre mesófilos, hongos y levaduras. En lo que corresponde a este estudio, los mesófilos para CBEAO no cambiaron y en CBVAO aumentaron a través del tiempo. En hongos y levaduras del día uno los tratamientos con AO presentaron menor crecimiento.

Estos resultados sugieren que el AO promueve las BAL como también hongos y levaduras. En este caso, el potencial de hidrógeno del AO podría contribuir con el control de las bacterias (conservador natural) y mejora el desarrollo de las BAL a los 15 días (Zhang *et al.*, 2016). Las BAL son los más resistentes de las Gram+ contra la acción antimicrobiana de los aceites esenciales por su habilidad ante el estrés osmótico, respuesta efectiva al flujo de K+ y su capacidad para generar ATP (Zhang *et al.*, 2016).

CUADRO 5

Mesófilos, bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras en la carne de bovino a los días uno y siete

Días/tratamientos*	Conteo microbiológico (UFC) ²		
	Mesófilos	Bacterias ácido lácticas	Hongos y levaduras
Día 1			
CBE	0.00 ^a ;B	0.00 ^a ;A	0.31 ^a ;B
CBV	0.00 ^a ;B	0.00 ^a ;A	0.67 ^a ;B
CBEAO	0.31 ^a ;AB	0.25 ^a ;A	0.21 ^a ;B
CBVAO	0.00 ^a ;B	0.07 ^a ;A	0.36 ^a ;B
Día 7			
CBE	0.26 ^a ;B	0.28 ^a ;A	1.21 ^a ;AB
CBV	0.47 ^a ;AB	0.51 ^a ;A	0.70 ^a ;B
CBEAO	0.32 ^a ;AB	0.69 ^a ;A	2.63 ^a ;A
CBVAO	1.00 ^a ;A	0.62 ^a ;A	1.14 ^a ;AB
EEM	0.163	0.197	0.404
Valor P			
Tratamiento (T_i)	0.147	0.390	0.233
Día (δ_j)	0.000	0.003	0.001
$(T\delta)_{ij}$	0.024	0.906	0.036

Nota: CBE = carne de bovino en emplee sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en emplee con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano.

EEM = error estándar de la media. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). UFC = unidades formadoras de colonias. ^{A-C} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

2. 5. Análisis de textura

En siete días de almacenamiento a 4 °C de la CB tratada con AO, $(T\delta)_{ij}$ y T_i tuvieron efecto ($P > 0.05$) en la cohesividad (cuadro 6 y 7). La cohesividad fue mayor en la carne tratada con AO en emplee y al vacío (CBEAO y CBVAO). La gomosidad, masticabilidad y resiliencia fueron afectadas ($P < 0.05$) por δ_j . Al igual que en Maqsood *et al.* (2015), en donde se investigó la caracterización de las fracciones de proteínas y lípidos de la carne fresca de camello refrigerada y sus cambios asociados durante nueve días de almacenamiento, la dureza, elasticidad, gomosidad

y masticabilidad de las muestras de carne disminuyeron a través del tiempo de almacenamiento, mientras que no hubo cambios en cohesión. En este estudio, la disminución de dureza, gomosidad, masticabilidad y elasticidad de la carne de camello durante el almacenamiento se vio respaldada por la disminución de la CRA. El ablandamiento de la carne podría deberse a la acción proteolítica. Reihani *et al.* (2014) indicaron que los compuestos antioxidantes tienen un efecto protector en la membrana muscular contra la oxidación de lípidos, que mantiene así la integridad de las fibras musculares. Por lo tanto, la dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad y elasticidad mejorarían con la adición del AO, que conservaron la estructura de las fibras musculares de la carne durante el almacenamiento en uno y siete días. Los componentes del AO son antioxidantes, que por sus estructuras químicas aromáticas se unen a los radicales libres (Monteschio *et al.*, 2019), lo que indicaría que a nivel de perimio y endomio interaccionan los compuestos aromáticos del AO para, de esta manera, mejorar la textura de la carne. Por lo tanto, la suavidad y CRA mejoran durante el tiempo de maduración (Maqsood *et al.*, 2015). En consecuencia, la disminución de la dureza, elasticidad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia podría ser debido a la maduración de la carne y la adición del AO a la carne.

2. 6. Evaluación sensorial

Los parámetros sensoriales no se afectaron ($P > 0.05$) por los tratamientos en CB a los días uno y siete (cuadro 8). El olor se evaluó como “me gusta” (4) para todos los tratamientos al día uno y siete. Al día siete, CMV recibió mejor aceptación en sabor, CBE se aceptó en suavidad y la aceptabilidad global mejoró para CBV, CBEAO y CBVAO. Estos resultados fueron similares a la investigación de Cantú-Valdéz *et al.* (2020), donde los consumidores no expresaron diferencias ($P > 0.05$) en la evaluación sensorial de la carne de res molida cruda tratada con AO. En contraste, Ghabraie *et al.* (2016) encontraron diferencias en la evaluación sensorial de la carne molida tratada con altas concentraciones de aceites esenciales combinados de canela (0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 y 0.2%), los cuales disminuyeron en olor y sabor de la carne. Por el contrario, Herrera-Balandrano *et al.* (2020) obtuvieron efecto de los tratamientos en el tiempo para olor global y olor a orégano de pechugas marinadas con AO. En este estudio, la dureza y aceptabilidad global del presente no fueron diferentes ($P > 0.05$) entre los tratamientos. La dureza y aceptabilidad global de tratamientos con AO incrementaron al día siete; no obstante, la aceptabilidad disminuyó en el tiempo. Los extractos de especias en carne de pollo mejoran su olor y gusto a los 15 días, ya que inhiben el desarrollo microbiano, retardan la oxidación de lípidos y reducen la producción de amonio (proteólisis) (Zhang *et al.*, 2016). Estos hallazgos son evidencia para indicar que el AO mejora el aroma y aceptabilidad de la carne por efecto de sus compuestos fenólicos predominantes (carvacrol y timol).

PROSPECTIVA

Ante las tendencias actuales hacia una apertura y globalización comercial, es necesario establecer estrategias de producción y conservación de alimentos con aditivos naturales. La adición del aceite de orégano en 100 ppm (0.1 g/kg) a la carne de bovino cruda puede ser una opción viable para la industria alimentaria, ya que actúa como conservador natural al prolongar la vida de anaquel. Los resultados obtenidos en uno y siete días muestran que el aceite de orégano conserva la carne en calidad física, química, antioxidante, nutricional, microbiológica, textura y sensorial, por lo que este aditivo natural resulta ser una opción práctica para la industria de la conservación y transformación, que beneficia a los productores del orégano al aumentar el valor agregado de esta planta como cultivo. Por otra parte, en relación con la investigación, este estudio demuestra que puede seguir la evaluación del aceite de orégano en la carne madurada o para acelerar el proceso de maduración, puesto que las bacterias ácido lácticas proliferan en la carne cuando el aceite de orégano se adiciona, y se evitaría el uso de conservadores químicos. También, es importante considerar el uso de los ingredientes activos del orégano, carvacrol y timol como ingredientes puros o concentrados para valorar su efectividad como conservadores en los alimentos y mejora de los procesos alimentarios.

CUADRO 6

Comportamiento de las variables de análisis de perfil de textura en la carne de bovino con aceite de orégano durante siete días a 4°C

Días/Tratamiento ^{s*}	Dureza (N)	Adhesividad (g s)	Elasticidad (mm)	Cohesividad
Día 1				
CBE	131.56 ^a ;A	-1.62 ^a ;A	0.45 ^a ;A	0.52 ^a ;AB
CBV	131.56 ^a ;A	-1.81 ^a ;A	0.49 ^a ;A	0.54 ^a ;A
CBEAO	119.05 ^a ;A	-1.20 ^a ;A	0.49 ^a ;A	0.54 ^a ;A
CBVAO	133.10 ^a ;A	-0.95 ^a ;A	0.48 ^a ;A	0.51 ^a ;AB
Día 7				
CBE	127.40 ^a ;A	-0.90 ^a ;A	0.47 ^a ;A	0.48 ^b ;B
CBV	111.96 ^a ;A	-1.12 ^a ;A	0.47 ^a ;A	0.49 ^{ab} ;B
CBEAO	118.20 ^a ;A	-1.70 ^a ;A	0.48 ^a ;A	0.52 ^a ;AB
CBVAO	117.42 ^a ;A	-0.69 ^a ;A	0.48 ^a ;A	0.52 ^a ;AB
EEM	8.88	0.38	0.01	0.01
Valor P				
Tratamiento (T _i)	0.639	0.190	0.224	0.042
Día (δ _i)	0.051	0.169	0.856	0.001
(Tδ) _{ij}	0.408	0.360	0.441	0.024

Nota: * = CBE = carne de bovino en emplee sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en emplee con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano.

EEM = error estándar de la media. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). ^{A-C} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

CUADRO 7

Gomosidad, masticabilidad y resiliencia de la carne de bovino con aceite de orégano en siete días de almacenamiento a 4 °C

Días/tratamientos*	Gomosidad (g)	Masticabilidad (g mm)	Resiliencia
Día 1			
CBE	68.74 ^a ;A	31.21 ^a ;A	0.19 ^a ;A
CBV	71.79 ^a ;A	34.98 ^a ;A	0.20 ^a ;A
CBEAO	64.28 ^a ;A	31.96 ^a ;A	0.20 ^a ;A
CBVAO	68.76 ^a ;A	33.23 ^a ;A	0.20 ^a ;A
Día 7			
CBE	60.71 ^a ;A	28.32 ^a ;A	0.18 ^a ;A
CBV	54.94 ^a ;A	25.77 ^a ;A	0.18 ^a ;A
CBEAO	62.30 ^a ;A	29.77 ^a ;A	0.19 ^a ;A
CBVAO	60.97 ^a ;A	29.62 ^a ;A	0.18 ^a ;A
EEM	5.27	2.74	0.01
Valor P			
Tratamiento (T _i)	0.984	0.929	0.715
Día (δ _j)	0.023	0.014	0.001
(Tδ) _{ij}	0.569	0.289	0.805

Nota: *CBE = carne de bovino en emplee sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en emplee con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano.

EE = error estándar de la media. ^{a-b} = medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$). ^{A-C} = medias en columna con diferente superíndice indican diferencia estadística a través de los días ($P < 0.05$).

CUADRO 8

Evaluación sensorial de la carne de bovino tratada con aceite de orégano a uno y siete días en 4 °C

Días/Tratamientos*	Olor	Sabor	Suavidad	Aceptabilidad global
Día 1				
CBE	4.00	3.50	3.13	3.00
CBV	4.00	3.50	3.13	3.00
CBEAO	4.00	3.50	2.88	3.00
CBVAO	4.00	3.50	3.38	3.00
Valor P	0.540	0.919	0.944	0.919
Día 7				
CBE	4.00	3.63	3.38	3.63
CBV	4.00	4.13	3.13	4.13
CBEAO	4.00	3.88	2.88	3.88
CBVAO	4.00	3.88	3.13	3.88
Valor P	0.996	0.486	0.365	0.398

Nota: *CBE = carne de bovino en empaque sin aceite de orégano; CBV = carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO = carne de bovino en empaque con 100 ppm de aceite de orégano; CBVAO = carne de bovino al vacío con 100 ppm de aceite de orégano. Medianas en columnas representan el análisis no paramétrico Friedman, que considera $P < 0.05$ para indicar diferencia entre los tratamientos. Los valores tienen orégano de la escala hedónica 1 = “me disgusta mucho”, 2 = “me disgusta”, 3 = “ni me gusta ni me disgusta”, 4 = “me gusta” y 5 = “me gusta mucho”.

CONCLUSIONES

La carne de bovino tratada con el aceite esencial de orégano (AO) *L. berlandieri* (100 mg/kg) mantuvo el pH al día uno de evaluación y aumentó la retención de agua. También, el AO mejoró el color de la carne, disminuyó la dureza y aumentó el porcentaje de ceniza y el de grasa en el tiempo; por su parte, el porcentaje de proteína se mantuvo respecto al tiempo. El AO mejoró la actividad antioxidante en la carne de bovino, aumentó las bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras. El AO no afectó el olor, sabor, suavidad y aceptabilidad global. Estos resultados indican que el AO incrementó la vida útil de la carne, lo que es una opción natural para preservar la calidad de la carne de bovino y mantener la aceptación del consumidor. Por tanto, el aceite AO puede prolongar la vida útil de los productos cárnicos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, en especial a la Facultad de Agronomía y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por las instalaciones y laboratorios proporcionados. En esta misma línea, los autores damos agradecimientos a los revisores por su tiempo, conocimiento y experiencia científica que manifestaron en la revisión de este artículo para enriquecerlo.

REFERENCIAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2016). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. Washington: AOAC International.
- Aykin-Dinçer, G., Çaglar, K. K., & Erbas, E. (2021). The use of beetroot extract and extract powder in sausages as natural food colorant. *International Journal of Food Engineering*, 17(1), 75-82. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0052>

- 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>.
- Cázares-Gallegos, R., Silva-Vázquez, R., Hernández-Martínez, C. A., Gutiérrez-Soto, J. G., Kawas-Garza, J. R., Hume, M. E., & Méndez-Zamora, G. (2019). Performance, carcass variables, and meat quality in broilers supplemented with dietary Mexican oregano oil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21, 1-10. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0801>
- FDA (Food & Drug Administration). (2022). *GRAS* (Generally Recognized as Safe). <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/generally-recognized-safe-gras>.
- 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, 11-15. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2018.08.017>
- CODEX ALIMENTARIUS. (2021). CODEX STAN 192-1995. *General standard for food additives*. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>.
- Gavahian, M., Farhoosh, R., Javidnia, K., Shahidi, F., Golmakani, M. T. & Farahnaky, A. (2017). Effects of electrolyte concentration and ultrasound pretreatment on ohmic assisted hydrodistillation of essential oils from *Mentha piperita* L. *International Journal of Food Engineering*, 13, 10 - 12. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2017-0010>
- Ghabraie, M., Vu, K. D., Tata, L., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2016). Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.055>
- González-Garza, C. G., Herrera-Balandrano, D. D., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Flores-Girón, E., Quintero-Ramos, A., Sinagawa-García, S. R., & Méndez-Zamora, G. (2020). Vida de anaquel de chorizo elaborado con carne de pechugas de pollos suplementados con aceite de orégano. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.30973/aap/2020.6.0061014>
- Govindarajan, M., Rajeswarya, M., Hotib, S. L., & Benellic G. (2016). Larvicidal potential of carvacrol and terpinen-4-ol from the essential oil of *Origanum vulgare* (Lamiaceae) against *Anopheles stephensi*, *Anopheles subpictus*, *Culex quinquefasciatus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). *Research in Veterinary Science*, 104, 77-82. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.11.011>
- 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, 3050-3058. <https://doi.org/10.3382/ps/pez094>
- Herrera-Balandrano, D. D., Martínez-Rojas, D., Luna-Maldonado, A. I., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Silva-Vázquez, R., Flores-Girón, E., Quintero-Ramos, A., & Méndez-Zamora, G. (2020). Conservación de pechugas de pollo con aceite esencial de orégano mexicano. *Biotechnia*, 22(2), 119-127. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v22i2.1253>
- Horita, C. N., Baptista, R. C., Caturla, M. Y. R., & Lorenzo, J. M. (2018). Combining reformulation, active packaging and non-thermal post-packaging decontamination technologies to increase the microbiological quality and safety of cooked ready-to-eat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 72, 45-61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.003>

- Kim, S. J., Min, S. C., Shin, H. J., Lee, Y. J., Cho, A. R., Kim, S. Y., & Han, J. (2013). Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, 93, 715-722. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.029>
- Liu, T., & Liu, L. (2020). Fabrication and characterization of chitosan nanoemulsions loading thymol or thyme essential oil for the preservation of refrigerated pork. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1509-1515. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.207>
- López-Puga, J. C., Rico-Costilla, D. S., Sobrevilla-Hernández, G., Moreno-Degollado, G., Kawas, J. R., Méndez-Zamora, G. (2021). Effects of copper levels on goat carcass traits and meat quality. *Small Ruminant Research*, 203, 106491. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106491>
- Maqsood, S., Abushelaibi, A., Manheem, K., & Kadim, I. T. (2015). Characterisation of the lipid and protein fraction of fresh camel meat and the associated changes during refrigerated storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 212-220. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.12.027>
- Méndez-Zamora, G., García Macías, J. A., Santellano Estrada, E., Durán Meléndez, L. A., & Silva Vázquez, R. (2015). Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia*, 65, 5-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67443217001>
- Minitab. (2013). *Getting Started with Minitab® 17. Version 17.3.0*. LEAD Technologies, Inc. Charlotte.
- Monteschio, J. O., Vargas-Junior, F. M., Almeida, F. L. A., Pinto, L. A. D. M., Kaneko, I. N., Almeida, A. A., Freitas, L. W., Alves, S. P. A., Bessa, R. J. B., & Prado, I. N. (2019). The effect of encapsulated active principles (eugenol, thymol and vanillin) and clove and rosemary essential oils on the structure, collagen content, chemical composition and fatty acid profile of Nellore heifers muscle. *Meat Science*, 155, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.019>
- Muñoz-Guevara, Y. M., Sinagawa-García, S. R., Lara-Reyes, J. A., Luna-Maldonado, A. I., Rangel-Nava, Z. E., & Méndez-Zamora, G. (2021). Inclusión de harina y aceite de semilla de moringa como sustitutos y estabilizantes de grasa en pastas cárnicas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 29(84), 1-13. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2021843318>
- Pateiro, M., Barba, F. J., Dominguez, R., Santana, A. S., Khaneghah, A., Gavahian, M., & Lorenzo, J. (2018). Essential oil additives as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113, 156-166. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014>
- Perales-Jasso, Y. J., Gamez-Noyola, S. A., Aranda-Ruiz, J., Hernandez-Martinez, C. A., Gutierrez-Soto, G., Luna-Maldonado, A. I., Silva-Vazquez, R., & Méndez-Zamora, G. (2018). Oregano powder substitution and shelf life in pork chorizo using Mexican oregano essential oil. *Food Science & Nutrition*, 6, 1254-1260. <https://doi.org/10.1002/fsn3.668>
- Reihani, S. F. S., Thuan-Chew, T., Huda, N., & Easa, A. M. (2014). Frozen storage stability of beef patties incorporated with extracts from ulam raja leaves (*Cosmos caudatus*). *Food Chemistry*, 155, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.027>
- Sánchez-Zamora, N., Silva-Vázquez, R., Rangel-Nava, Z. E., Hernández-Martínez, C. A., Kawas-Garza, J. R., Hume, M. E., & 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. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2197>
- Silva-Vazquez, R., Duran-Melendez, L. A., Mendez-Zamora, G., Estrada, E. S., Xie, M., Dunford, N. T., & Goad, C. (2017). Antioxidant activity of essential oils from various Mexican oregano ecotypes and oil fractions obtained by distillation. *JSM Chem*, 5(3), 1046. <https://www.jscimedcentral.com/Chemistry/chemistry-5-1046.pdf>

- Sirocchi, V., Devlieghere, F., Peelman, N., Sagratini, G., Maggi, F., Vittori, S., & Ragaert, P. (2017). Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat. *Food Chemistry*, 221, 1069-1076. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.054>
- Stratako, A., & Koidis, A. (2016). Methods for extracting essential oils. In Preedy, V. R. (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 31-38). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00004-3>
- Valadez-Pineda, A., López-Puga, J. C., Rico-Costilla, D. S., Luna-Maldonado, A. I., Hernández-Martínez, C. A., Flores-Girón, E., Rentería- Monterrubio, A. L., & Méndez Zamora, G. (2022). Carne de cabrito en la formulación de salchicha tipo Viena. *Agro Productividad*, 15(6), 153-154. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i6.2244>
- 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. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453015000580>

NOTAS

- [1] Existen algunas partes específicas correspondientes a trabajos previos de la autoría de los mismos autores de este artículo.
- [2] Punto 08.3, productos cárnicos, de aves de corral y caza picados procesados, considerando las notas 15, 130, 162, XS88, X



Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/18619>

Cómo citar el artículo:

Reynoso-Escobedo, H., Sinagawa-García, S. R., Rico-Costilla, D. S., Luna-Maldonado, A. I., García-Treviño, N. E., Flores-Girón, E. y Méndez-Zamora G. (2025). Efecto del aceite de orégano en la vida de anaquel de carne de bovino. *CIENCIA ergo-sum*, 32. <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a18>

DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a18>



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Declaración de autoría (CRediT):

Hugo Reynoso-Escobedo: conceptualización, curación de datos, investigación y redacción-borrador original.

Sugey Ramona Sinagawa-García: metodología, supervisión y validación.

Daniela Saraí Rico-Costilla: metodología y validación
Alejandro Isabel Luna-Maldonado: metodología y supervisión.

Nora Esthela García-Treviño: metodología y visualización.

Emmanuel Flores-Girón: metodología y *software*.

Gerardo Méndez-Zamora: conceptualización, administración del proyecto, *software*, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.