

Efecto del aceite de orégano en la carne de bovino

H. Reynoso-Escobedo^{1,*}, A. I. Luna-Maldonado¹, N.E. García-Treviño¹, S.R. Sinagawa-García¹, D.S. Rico-Costilla¹, E. Flores-Girón³ y G. Méndez-Zamora^{1,2}

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa S/N, Ex-Hacienda el Canadá, 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnista, Francisco Villa S/N, Ex Hacienda el Canadá, 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.

³ Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, 56230, Texcoco, Estado de México, México.

* Correo electrónico del autor de contacto. hugoreynosoescobedo@gmail.com

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto del aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) sobre la calidad de la carne de bovino. Un total de 11.2 kg de carne (Longissimus dorsi) fueron distribuidos en tres tratamientos y un control, divididos en dos réplicas cada uno. Los tratamientos evaluados 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. Las variables fisicoquímicas y microbiológicas fueron evaluadas a las 24 h de almacenamiento a 4°C. La carne tratada con el AO (CBEAO y CBVAO) mantuvieron el pH entre 5.46 y 5.64; el color de la carne se mantuvo, mejoró la retención de agua con valores de 65.65 hasta 69.23 %, aumentó las bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras. La adición de aceite esencial de orégano puede mejorar las propiedades fisicoquímicas actuando como conservador natural en la carne de bovino.

Palabras clave: microbiológicas, retención de agua, pH, color.

ABSTRACT

In this research, the effect of oregano essential oil (*Lippia berlandieri* Schauer) was evaluated on beef quality. A total of 11.2 kg of meat (Longissimus dorsi) were distributed in three treatments and one control, divided into two replicates each. The trials evaluated were CBE: beef in packaging without oregano oil; CBV: vacuum-packed beef without oregano oil; CBEAO: beef in packaging with 100 ppm of oregano oil; CBVAO: vacuum-packed beef with 100 ppm of oregano oil. Physicochemical and microbiological variables were evaluated after 24 h of storage at 4°C. The meat treated with the AO (CBEAO and CBVAO) kept the pH between 5.46 and 5.64; the meat color was maintained, water retention improved with values from 65.65 to 69.23%, lactic acid bacteria, fungi and yeasts increased. The addition of oregano essential oil can improve the physicochemical properties by acting as a beef natural preservative.

Key words: microbiological, water retention, pH, color

INTRODUCCIÓN

Existe un mayor interés en el proceso de conservación de la carne. La temperatura, humedad relativa, flujo de aire, tipo de empaque y tiempo de almacenamiento son factores que influyen en la conservación. La carne es propensa a la oxidación y descomposición, ya que es alto el contenido de agua, alta en ácidos grasos insaturados y proteínas (Liu & Liu, 2020). El deterioro y oxidación son parámetros que disminuyen la calidad de la carne durante el almacenamiento (Pateiro et al., 2018). Diversos métodos de conservación como la congelación, refrigeración, deshidratación, salazón, ahumado, calor, curado y madurado se han evaluado en la preservación de la carne. Sin embargo, en la actualidad se buscan otros métodos más efectivos como las tecnologías emergentes, las cuales son métodos de conservación que proporcionan más inocuidad y vida útil en los alimentos.

Como parte de las tecnologías de conservación de alimentos en los últimos años, 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 y se han realizado estudios para encontrar otras aplicaciones alimenticias para mejorar el sabor y aroma (CONAFOR, 2009; SEMARNAT, 2015). Sin embargo, tras la demanda del consumidor por reducir el uso de productos químicos en los alimentos, ha habido un uso de conservantes naturales, como las bacterias del ácido láctico, los polifenoles de la uva o incluso los extractos de plantas aromáticas (Rysman et al., 2016; Horita, Baptista, Caturra, & Lorenzo, 2018; Nachi et al., 2018; Aykin-Dinçer et al., 2021).

Estos extractos son conocidos como aceites esenciales (AE). Los AE son líquidos aceitosos aromáticos obtenidos a partir de material vegetal (flores, brotes, semillas, hojas, ramas, cortezas, hierbas, madera, frutos y raíces). Pueden obtenerse a través de fermentación, extracción, destilación con vapor e hidrodestilación asistida por calentamiento óhmico, siendo este último el método que presenta mayor rendimiento y conservación de la bioactividad de los aceites (Stratako y Koidis, 2016; Gavahian et al., 2017).

Es entonces fundamental realizar investigaciones con el objetivo de evaluar la vida de anaquel, análisis de perfil de textura, capacidad antioxidante, aceptabilidad del consumidor, calidad y efecto de la conservación adicionando AO.

Objetivo

Evaluar la adición del aceite esencial de orégano en la conservación de carne de bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de la materia prima y materiales

La carne de bovino *Longissimus dorsi* se obtuvo de una tienda especializada en cortes de carne de bovino, ubicado en Monterrey, Nuevo León, México. El empaque, charolas desechables y bolsas de polietileno de alta densidad grado alimenticio se obtuvieron en un supermercado comercial ubicado en, N.L., México. El aceite esencial de orégano (AO) *Lippia berlandieri* Schauer se obtuvo de la empresa Natural Solutions S.M.I., Cd. Jiménez, Chihuahua, México. La composición del AEO es 65.20 % carvacrol, 10.99 % p-cimeno y 10.26 % timol principalmente.

Diseño Experimental y Preparación de la Muestra

Un total de 11.2 kg de carne de bovino (CB; Longissimus dorsi) fueron distribuidos en tres tratamientos y un control (1.4 kg/tratamiento y/o control) divididos en dos réplicas cada uno, preparados para el periodo de evaluación a 24 h (0.7 kg/réplica/periodo/tratamiento). Los tratamientos evaluados 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. El longissimus se seccionó entre la costilla 6 y 12 en cortes de aproximadamente 2 cm de grosor, retirando el hueso y grasa excesiva, distribuyendo 1 ± 0.25 cortes para cada réplica por tratamiento, de los cuales se dividieron en 2 análisis (350 ± 05 g por análisis) (1. Análisis Físicoquímicos: pH, CRA y Color; 2. Análisis Microbiológicos). Las dosis de 100 mg/kg (ppm) se establecieron con base a la Norma General para Aditivos Alimentarios CODEX STAN192-2019 (revisión 2019; punto 08.3, productos cárnicos, de aves de corral y caza picados procesados, considerando las notas 15, 130, 162, XS88, XS89 y XS98) sobre BHT utilizado en alimentos. En el caso de los tratamientos del AO, este fue aplicado por aspersión directamente en la carne y empacado conforme al tratamiento correspondiente. Todos los tratamientos, incluyendo el control, se almacenaron a una temperatura de 4 °C. El sistema de empaquetado se realizó por medio de charola desechable y empaque de polietileno grado alimenticio. El tratamiento CBE y CBEAO se empacó con empaque de polietileno; los tratamientos CBV y CBVAO se empacaron dentro de una bolsa de polietileno de alta densidad para después aplicar vacío.

Pruebas fisicoquímicas

El pH de las muestras se midió por triplicado utilizando un electrodo de punción (HI 84532, Hanna Instruments Woonsocket, RI). El electrodo fue introducido directamente en la carne a una temperatura de 4 °C. La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó mediante el método de compresión de López-Puga et al. (2021); el resultado se expresó como porcentaje de líquido expulsado. El color de las muestras se midió por triplicado utilizando un colorímetro (CR-400 Konica Minolta, Tokyo, Japan; Illuminant/Observer: D65/10) con base al sistema CIELab (Luminosidad, L*; enrojecimiento, a*; amarillez, b*). Por cada corte, se realizaron medidas en diferentes áreas de la muestra

Análisis microbiológico

La calidad microbiana de la carne se determinó por triplicado. 10 g de carne con 90 mL de solución estéril de peptona al 0.1% (NaCl al 0,85%, Peptona al 0.1%) se homogeneizaron asépticamente en una bolsa utilizando un mezclador Stomacher (Seward Lab., London, UK). Para cada muestra, diluciones seriadas (1-100, 1-10000) apropiadas se prepararon con solución de peptona y se tomaron muestras de 1 o 0.1 mL de las diluciones, vertido o esparcido en placas de agar selectivo y recuento total. Los análisis de mesófilos fueron realizados 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 realizaron en el 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 utilizó 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).

Análisis estadístico de los datos

El diseño de los datos fue mediante un diseño de bloques completamente al azar, considerando en el modelo estadístico $y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$, donde T_i fue el efecto de los tratamientos, β el bloque (cada réplica experimental). También se consideró el error experimental o aleatorio (ϵ_{ij}) con media y varianza ($N \sim \mu, \sigma^2$). Cuando el valor de probabilidad fue menor a 0.05 ($P < 0.05$) en los efectos fijos, la H_0 se rechazó y la comparación de medias con la prueba Tukey fue ejecutada. El Software estadístico Minitab® (versión 17.3.0, 2014) fue usado para analizar los datos y la comparación de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento del pH y la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de bovino (CB) experimentada con aceite esencial de orégano (AO) son mostrados en el Cuadro I y Figura 1. El efecto fijo T_i afectó significativamente ($P < 0.05$) para pH y no en CRA ($P > 0.05$). El pH disminuyó ($P < 0.05$) en el tratamiento adicionado con el aceite esencial de orégano (CBEAO) pero aumentó 0.03 de pH en el tratamiento CBVAO con respecto al CBV; sin embargo, la CB en emplee sin AO (CBE) obtuvo el mayor pH.

Los parámetros de pH y color son variables evaluadas en carne cruda como predictores de calidad y características fisicoquímicas (Warriss, 2000). Los valores de pH (Cuadro I) fueron similares a los reportados por Cantú-Valdéz et al. (2020), quienes evaluaron los efectos de dos variedades de AO (*Poliomintha longiflora* Gray y *Lippia berlandieri* Schauer) en carne molida de bovino, pero diferentes a los reportados por Yin et al. (2016), quienes evaluaron los efectos de los extractos de romero (53, 33 y 55 g / kg) en carne de cerdo molida cruda, y encontraron que el pH de la muestra disminuyó de manera constante hasta los 10 d, lo que contrasta con el estudio actual en el que el pH aumentó ligeramente para el tratamiento CBVAO. Corral et al. (2013) indicaron que la disminución del pH de la carne en el tratamiento CBEAO podría deberse a que las BAL sintetizan el ácido láctico. Por lo tanto, el comportamiento del pH en el estudio actual puede indicar una posible inactivación de las BAL debido a los efectos de los componentes fenólicos del AO sobre su membrana celular.

Cuadro I. Evaluación de pH y CRA de la carne de bovino tratada con aceite de orégano a 4 °C.

Tratamientos ¹	pH	CRA ²
CBE	5.64 ^a	65.82 ^a
CBV	5.51 ^{ab}	65.65 ^a
CBEAO	5.46 ^b	66.79 ^a
CBVAO	5.54 ^{ab}	69.23 ^a
EEM	0.03	1.00
P-value		
Tratamiento (T_i)	0.000	0.180

¹ CBE: carne de bovino en empleaje sin aceite de orégano; CBV: carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO: carne de bovino en empleaje 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.

² CRA: capacidad de retención de agua.

^{a-b} Medias en columna con diferentes superíndices indican diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$).

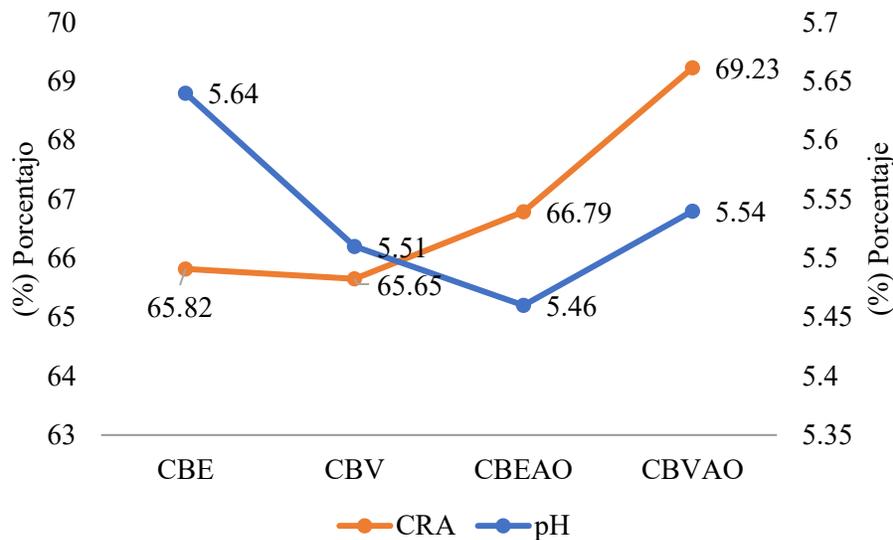


Figura 1. Fluctuación de CRA y pH.

Por su parte, la CRA es influenciada por el tipo de músculo, las condiciones pre y post rigor, pH y tipo de proteína (Fletcher, 2002). Por lo tanto, en cuanto a los datos obtenidos en CRA de los diferentes tratamientos, se observó que, a menores valores de pH, la CRA disminuyó en los tratamientos sin el AO (CBE y CBV) y aumentó en aquellos tratamientos adicionados en el AO (CBEAO y CBVAO); estos últimos podría deberse a que están sin presencia de oxígeno, generado por el empaque al vacío y modificando su atmósfera.

Variables de color

Las variables de color en la CB con AO son mostradas en el Cuadro II y Fig. 2. El efecto fijo Ti afectó ($P < 0.05$) todas las variables. El tratamiento con mayor L^* , a^* , b^* , Chroma y Hue fue el CBEAO; por lo contrario, el tratamiento que se mantuvo con el valor más bajo en las variables fue CBVAO. Los valores obtenidos de CBEAO puede deberse a la adición del AO almacenado en refrigeración a 4°C, ya que el *carvacrol* y *timol* podrían evitar la oxidación de la mioglobina, controlada por esos antioxidantes naturales para reducir la tasa de degradación del color de la mioglobina (Balentine et al., 2006). Varias investigaciones informaron que la susceptibilidad de la mioglobina a la oxidación es el principal factor en la explicación de la estabilidad del color en la carne y productos cárnicos (Fernández et al., 2005). Entonces, los pigmentos y oxidación de lípidos en la carne y productos cárnicos están relacionados entre sí.

Los valores de L^* , a^* , b^* , Chroma y Hue (Cuadro II) fueron similares a los reportados por Cantú-Valdéz et al. (2020), donde reportaron que los tratamientos de carne molida adicionada con AO Mexicano (*Poliomintha longiflora* Gray y *Lippia berlandieri* Schauer) fueron los que obtuvieron

mayores valores en L*, b*, Hue y menores en Chroma y a*. Así mismo, Ismail et al. (2008) obtuvieron resultados similares al utilizar antioxidantes naturales (ácido ascórbico al 0.05%, α -tocoferol al 0.01% y sesamol al 0.01%) en carne molida irradiada.

Cuadro II. Variables de color en la carne de bovino evaluada con aceite de orégano.

Tratamientos ¹	L*	a*	b	Chroma	Hue
CBE	40.37 ^b	23.92 ^{ab}	9.44 ^{ab}	25.66 ^{ab}	21.55 ^{ab}
CBV	41.60 ^{ab}	23.24 ^b	8.30 ^b	24.74 ^{ab}	19.15 ^b
CBEAO	43.61 ^a	26.52 ^a	11.93 ^a	29.10 ^a	24.03 ^a
CBVAO	38.76 ^b	21.88 ^b	7.19 ^b	23.09 ^b	17.93 ^b
EEM	0.65	0.78	0.62	0.94	0.83
P-value					
Tratamiento (T _i)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

¹ CBE: carne de bovino en empleaje sin aceite de orégano; CBV: carne de bovino al vacío sin aceite de orégano; CBEAO: carne de bovino en empleaje 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).

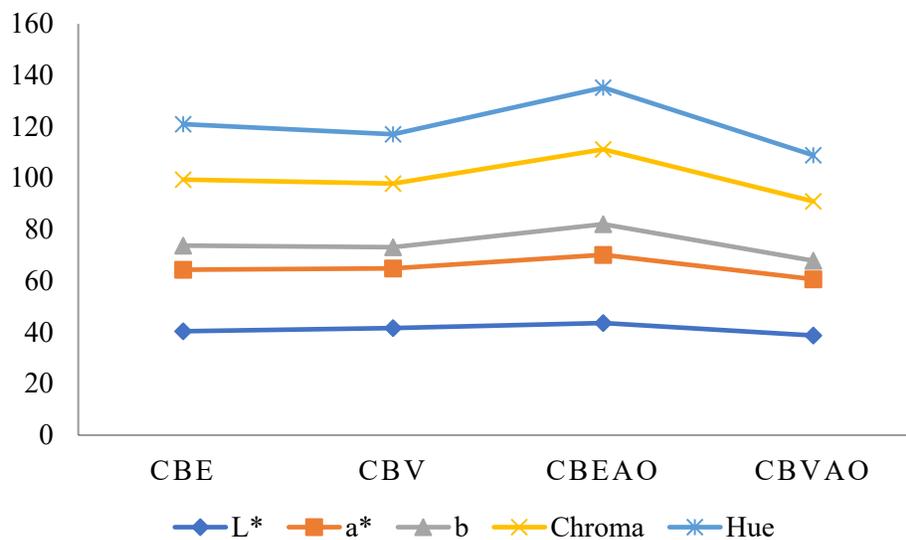


Figura 2. Variables de color a través del tiempo.

Estos resultados son mejores sobre los obtenidos con el extracto de romero (3000 ppm) examinados por Balentine et al. (2006) y extracto de semilla de uva (0 y 250 mg GSE / kg de producto) estudiado por Gómez et al. (2017) en carne molida. Según los datos obtenidos en las variables de color, la

adición del AO en la carne cruda de bovino almacenada a 4 °C mantiene el color durante el almacenamiento; esto debido a los diferentes compuestos con acción antioxidante que tiene el AO (*carvacrol* y *timol*), como también 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 CB.

Microbiología

El efecto fijo (Ti) no afectó los microorganismos (Cuadro III; Fig.3). Todos los microorganismos evaluados se incrementaron a las 24 h, el tratamiento con mayor presencia de mesófilos fue el CBEAO, para hongos y levaduras fue CBV seguido del CBVAO, y para las BAL fueron CBEAO y CBVAO, los cuales tuvieron el AO. De acuerdo con Castillo et al. (2017), las carnes son fácilmente alterables, sobre todo si están procesadas, ya que tienen un pH entre 5.1 y 5.6 adecuado para el desarrollo de la mayoría de los microorganismos, y un valor de actividad agua mayor que 0.85.

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 efecto de (Ti) fue significativo ($P < 0.05$) sobre mesófilos, hongos y levaduras. En el estudio de Herrera-Balandrano et al. (2020) encontraron que los valores más bajos de UFC de mesófilos se presentaron cuando se adicionó el AO, mientras que en el presente estudio el CBEAO tuvo presencia. En hongos y levaduras, los tratamientos con AO obtuvieron menores valores (2 UFC/mL muestra); comparando los conteos realizados por Chouliara et al. (2007) de BAL, *Enterobacteriaceae* y levadura a los 25 d en carne de pechuga de pollo, que incrementaron con 1% de AO.

Cuadro III. Mesófilos, bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras en la carne de bovino.

Tratamientos ¹	Conteo microbiológico (UFC) ²		
	Mesófilos	Bacterias ácido lácticas	Hongos y Levaduras
CBE	0.00 ^a	0.00 ^a	0.31 ^a
CBV	0.00 ^a	0.00 ^a	0.67 ^a
CBEAO	0.31 ^a	0.25 ^a	0.21 ^a
CBVAO	0.00 ^a	0.07 ^a	0.36 ^a
EEM	0.01	0.01	0.04
P-value			
Tratamiento (Ti)	0.147	0.390	0.233

¹ 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 ($P < 0.05$).

² UFC: unidades formadoras de colonias.

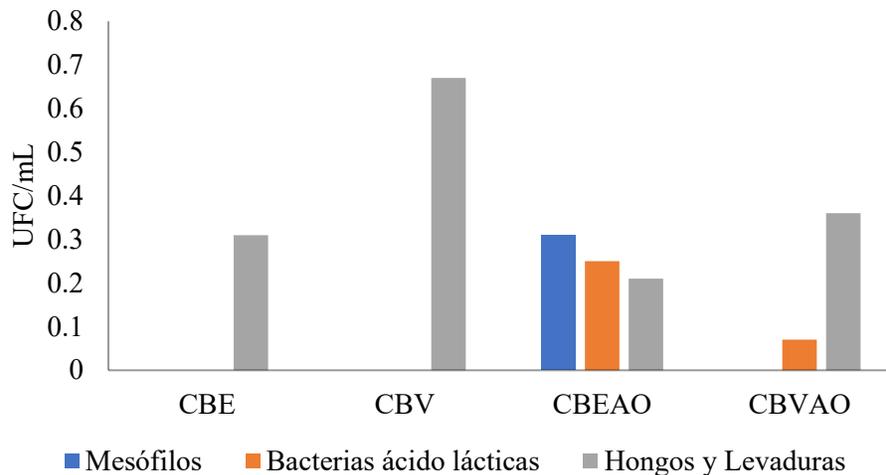


Figura 3. Comparación de UFC/ml de muestra.

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 positivas contra la acción antimicrobiana de los aceites esenciales por su habilidad ante el estrés osmótico, respuesta efectiva al eflujo de K⁺ y su capacidad para generar ATP (Zhang et al., 2016).

CONCLUSIÓN

La carne de bovino tratada con el aceite esencial *Lippia berlandieri* Schauer (100 mg / kg) mantuvo el pH a las 24 h de evaluación, y aumentó la retención de agua en aquellos tratamientos con aceite de orégano (AO). También, el AO mejoró el color de carne. El AO aumentó las bacterias ácido lácticas, y mesófilos. Con estos resultados puede indicarse que el aceite de orégano mantuvo las propiedades fisicoquímicas (CRA, pH y Color) y disminuyó la proliferación de Hongos y Levaduras en la carne, lo que ofrece una opción potencial para que la industria alimentaria utilice ingredientes naturales en lugar de compuestos sintéticos para preservar la calidad de la carne de bovino y mantener la aceptación del consumidor. El aceite esencial de orégano mexicano puede prolongar la vida útil de los productos cárnicos envasados y tratados con este aditivo natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Aykin-Dinçer, G., Çağlar, K. K., & Erbas, E. (2021). The use of beetroot extract and extract powder in saussages as natural food colorant. *International Journal of Food Engineering*, 17(1), 75–82.
- Balentine, C., Crandall, P., O'Bryan, C., Duong, D., & Pohlman, F. (2006). The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*, 73(3), 413–421. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.12.003>
- 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>.
- Castillo, M. P., Amadio, C. M., Farrando, S., Camargo, A., & Rodriguez, G. (2017). Efecto combinado del aceite esencial de orégano y extracto de ajo, en la conservación de hamburguesas de carne vacuna refrigerada. *Biblioteca Digital / UNCUYO*. Recuperado 15 de octubre de 2021, de <https://bdigital.uncu.edu.ar/8750>
- Chouliara, E., Badeka, A., Savvaidis, I., & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology*, 226(4), 877–888. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0610-3>
- CIE (1978). International commission on illumination, recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. Supplement No. 15 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/(TO-1.3). Paris, France: Bureau Centra de la CIE.
- CONAFOR, 2009. Paquete tecnológico para la producción de orégano (*Lippia spp.*). EXTRAIDO EL 1 DE DICIEMBRE DEL 2020 DE <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/OREGANO.pdf>
- Corral, S., Salvador, A., & Flores, M. (2013). Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93, 776–785. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.040>
- Fernández-López, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J., & Kuri, V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*, 69(3), 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.08.004>
- Fletcher, D. L. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2): 131-145, 2002.
- Gavahian, M.; Farhoosh, R.; Javidnia, K.; Shahidi, F.; Golmakani, M. T. y Farahnaky, A. (2017). Effects of electrolyte concentration and ultrasound pretreatment on ohmicassisted hydrodistillation of essential oils from *Mentha piperita* L. *International Journal of Food Engineering*, 13, 10 - 12.
- Gómez, I., Berlain, M. J., Mendizabal, J. A., Realini, C., & Purroy, A. (2017). Vida de anaquel de carne molida enriquecida con ácidos grasos esenciales. *CARNILAC Industrial*, 7(2), 12–35. https://issuu.com/alfaeditorestecnicos/docs/carnilac_industrial_abril-mayo_2017
- 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//Conservation of chicken breasts with mexican oregano essential. *Biotecnia*, 22(2), 119–127. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.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-toeat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 72, 45–61.
- Ismail, H., Lee, E., Ko, K., & Ahn, D. (2008a). Effects of aging time and natural antioxidants on the color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef. *Meat Science*, 80(3), 582–591. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.02.007>
- Liu, T., & Liu, L. (2020). Fabrication and characterization of chitosan nanoemulsions loading thymol or thyme essential oil for the preservation of referigerated pork. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1509–1515.
- 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.

- Nachi, I., Fhoula, I., Smida, I., Ben Taher, I., Chouaibi, M., Janbergs, J., Hassouna, M. (2018). Assesment of lactic acid bacteria application for the reduction of acrylamide formation in bread. *LWT- Food Science and Technology*, 92, 4354-41.
- 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.
- Rysman, T., Van Hecke, T., De Set, S., & Van Royen, G. (2016). Ascorbate and Apple phenolics affect protein oxidation in emulsion type sausages during storage and in vitro digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(20), 4131–4138.
- SEMARNAT. 2015. Catálogo de recursos forestales maderables y no maderables Árido, Tropical y Templado. Extraído el 30 de Noviembre del 2020 de <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo de recursos forestales M y N.pdf>. Consultado el 04 Marzo 2015.
- 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>
- Stratko, A. y Koidis, A. (2016). Methods for extracting essential oils. In V. R. Preedy M. Pateiro et. al. *Food Research International*, 113, 156 - 166 165
- Warriss, P. D. (2000). *Meat science: An introductory text* (p.310), New York, NY: CAB International.
- Yin, Y. , Xing, L., Zhou, G. , & Zhang, W. (2016). Antioxidative and Antibacterial Activities of Rosemary Extract in Raw Ground Pork Patties. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(12), 806-813.
- Zhang, H., Wu, J., & Guo, X. (2016, 1 marzo). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *ScienceDirect*. Recuperado 7 de noviembre de 2021, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453015000580>