

Efecto de aceites esenciales de orégano en la calidad de la carne de codornices

Effect of oregano essential oils on meat quality of quail

Genesis Santos¹ ,
Carolina Barraza-Santos¹ ,
Carlos Alberto Hernández-Martínez¹ ,
Sugey R. Sinagawa-García¹ ,
Alejandro Isabel Luna-Maldonado¹ ,
Emmanuel Flores-Girón² ,
Jorge R. Kawas-Garza¹ ,
Jocelyn Cyan López-Puga³ ,
Gerardo Méndez-Zamora^{1*} 

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda El Canadá, CP. 66050. General Escobedo, Nuevo León, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Carr. Federal México- Texcoco Km 38.5, CP. 56230, Texcoco, Estado de México, México.

³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda El Canadá, CP. 66050. General Escobedo, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia:
gerardo.mendezm@uanl.edu.mx;
mezage@hotmail.com

Nota científica

Recibida: 26 de agosto 2020

Aceptada: 10 de mayo 2021

Como citar: Barraza-Santos GC, Hernández-Martínez CA, Sinagawa-García SR, Luna-Maldonado AI, Flores-Girón E, Kawas-Garza JR, López-Puga JC, Méndez-Zamora G (2021) Efecto de aceites esenciales de orégano en la calidad de la carne de codornices. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 8(2): e2709. DOI: 10.19136/era.a8n2.2709

RESUMEN. Este estudio evaluó la calidad de la carne de codorniz suplementadas con aceites de orégano (AEO) *Lippia berlandieri* Schauer (Lb) y *Poliomintha longiflora* Gray (PI). Los tratamientos fueron CON: dieta control, Lb: 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta y PI: 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta. Las variables de sacrificio, fisicoquímicas, textura y sensoriales fueron evaluadas. El peso sacrificio incrementó (P < 0.05) en Lb. El pH y capacidad de retención de agua (CRA) disminuyeron (P < 0.05) en Lb y PI, mientras que CON presentó (P < 0.05) más CRA. En PI se obtuvo el mejor valor (P < 0.05) de luminosidad. La cohesividad y resistencia de la carne incrementaron (P < 0.05) para CON; sin embargo, los atributos sensoriales no cambiaron (P > 0.05). En conclusión, los aceites de orégano en 0.20 g kg⁻¹ mejoran los rendimientos sacrificio y calidad de la carne.

Palabras clave: Atributos; calidad; color; sensorial; textura.

ABSTRACT. This study was to evaluate meat quality of quails supplemented with oregano essential oils (OEO) *Lippia berlandieri* Schauer (Lb) and *Poliomintha longiflora* Gray (PI). Experimental diets consisted on CON: control diet, Lb: 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer and PI: 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray added on diet. Variables of slaughter, physicochemicals, texture and sensorial attributes were evaluated. Lb increased (P < 0.05) slaughter weight. The pH and water holding capacity (WHC) decreased (P < 0.05) for Lb and PI treatments, while CON treatment showed higher (P < 0.05) WHC. PI had the best value on lightness (P < 0.05). CON increased (P < 0.05) cohesiveness and resilience of meat; however, sensory attributes did not change (P > 0.05). In conclusion, 0.20 g kg⁻¹ of OEO in diet improved slaughter yields and meat quality.

Key words: Attributes; quality; color; sensory; texture.

INTRODUCCIÓN

La tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia son las principales características de la producción avícola, considerando el potencial genético, calidad de las dietas, condiciones ambientales y brotes de enfermedades como factores para el óptimo desarrollo de las aves (Sugiharto 2016). Características que influyen en la producción de carne y su calidad en pH, color, textura y propiedades sensoriales. En este sentido, los antibióticos y su efectividad en la producción de aves han resultado efectivos; sin embargo, la conciencia pública y el conocimiento sobre los riesgos potenciales para la salud por los promotores de crecimiento y la demanda de alimentos orgánicos han cambiado la perspectiva del consumidor. Por lo que la tendencia de encontrar alternativas naturales ha aumentado. Una de estas ha sido el uso de extractos vegetales de plantas aromáticas como los aceites esenciales de romero, tomillo y orégano. En este sentido, el aceite esencial de orégano (AEO) ha sido más investigado en los pollos de engorda (Méndez-Zamora *et al.* 2015ab, Cázares-Gallegos *et al.* 2019, Hernández-Coronado *et al.* 2019, Sánchez-Zamora *et al.* 2019) que en otras aves como los pavos y codornices (Sadi Cetingul *et al.* 2009, Yesilbag *et al.* 2012).

En codornices, las investigaciones realizadas sobre el uso de orégano (*Oregano onites*) han sido sobre el comportamiento productivo y calidad de huevo (Sadi Cetingul *et al.* 2009), siendo 50 g kg⁻¹ una dosis apropiada. Otros estudios en codornices involucran la combinación de aceite de orégano con el de romero (Yesilbag *et al.* 2012), timol (Lábaque *et al.* 2013), canela (Mehdipour *et al.* 2013), *Mentha spicata* (Ghazaghi *et al.* 2014), menta (Mehri *et al.* 2015) y aceites esenciales de hierbas (Hajiaghapour y Rezaeipour 2018); adicionalmente también el aceite de enebro (Yesilbag *et al.* 2014), suplementación de canola (Mnisi y Mlambo 2018), y otros ingredientes como la moringa en polvo (Castillo *et al.* 2018), *Pleurotus ostreatus* (Vargas-Sánchez *et al.* 2018) y calostro en polvo (Fatih Akdemir *et al.* 2018). Estos estudios han evaluado estos suplementos en el com-

portamiento productivo de las codornices y han indicado que los ingredientes naturales pueden usarse en las dietas para mejorar la producción y calidad de la carne de las codornices. Es así como el AEO podría ser una alternativa en las dietas de las codornices para mejorar la producción de carne y calidad de la carne, ya que en pollos de engorda ha mejorado la productividad y calidad de la carne (Méndez-Zamora *et al.* 2015ab, Cázares-Gallegos *et al.* 2019, Hernández-Coronado *et al.* 2019, Sánchez-Zamora *et al.* 2019).

Relacionado con los AEO, estudios son necesarios para evaluar el pH, retención de agua, color, textura y atributos sensoriales de la carne de codornices; entre estas opciones está el AEO Mexicano que incluyen los AEO *Lippia berlandieri* Schauer (Lb) y *Poliomintha longiflora* Gray (PI). Estos AEO no han sido reportados en la producción de codornices ni en los efectos del rendimiento de carne y su calidad. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de aceites esenciales de orégano Lb y PI sobre variables de canal, propiedades fisicoquímicas, textura y aceptación sensorial de la carne de codornices.

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción y engorda de codornices fue hecha en el Campus La Ascensión de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, en Aramberri, N.L., México. La Ascensión está localizada en latitud 26° 49' N, longitud -100° 19' O y altitud 500 msnm, con un clima predominante semiseco, precipitación media anual de 535 mm, temperatura media de 13.95 °C y humedad relativa promedio es de 67% (INEGI 2020).

Un total de 75 codornices se muestrearon de un experimento completamente al azar de tres tratamientos, donde recibieron (200 ppm = 0.20 g kg⁻¹) aceites de orégano *Lippia berlandieri* Schauer (Lb) y *Poliomintha longiflora* Gray (PI) en las dietas; CON: dieta control, Lb: 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta y PI: 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta. Un total de 5 codornices de las cinco jaulas por tratamiento fueron seleccionados

aleatoriamente al final del estudio (n = 25 codornices/tratamiento) para la evaluación. Los AEO fueron adquiridos de la empresa Natural Solutions S.M.I. (Cd. Jiménez, Chihuahua, México), obtenidos por arrastre de vapor y la composición fue como sigue: Lb 60.00% carvacrol y 3.91% timol, y Pl 13.80% carvacrol y 28.40% timol, reportados por Hernández-Coronado *et al.* (2019). La formulación de las dietas se muestra en la Tabla 1 de acuerdo con la NRC (1994) para la fase iniciación (1-21 d) y finalización (22-55 d). El AEO fue mezclado con el aceite vegetal de la dieta para su incorporación. La alimentación de las aves fue *ad libitum* de alimento y agua, con una temperatura de 36 °C en la primer semana y después disminuida 4 °C por semana y terminar a los 21 días con 28 °C, y así se mantuvo hasta el cierre del experimento a los 55 días.

Tabla 1. Ingredientes de las dietas formuladas para las codornices.

Ingredientes (g kg ⁻¹)	Dietas	
	1-21 d	22-55 d
Sorgo	90.0	130.0
Harina de soya	650.0	570.0
Maíz molido	100.0	140.0
Aceite vegetal	8.0	8.0
Carbonato de calcio	52.0	52.0
Vitaminas y minerales	100.0	100.0

A los 55 día de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-2014 (SE 2014) se realizó el sacrificio (n = 25 codornices). El peso al sacrificio (PS), peso de canal caliente (PCC) y fría (PCF) 24 h *post mortem* fueron registrados y el rendimiento de la canal caliente (RCC; (PCC/PS) x 100) y fría (RCF; (PCF/PS) x 100) fueron obtenidos. Además, el rendimiento de piezas (pechuga, muslo, pierna, alas, cadera y espalda (CyE)) fueron estimados pesando cada pieza y calculando su rendimiento en función del PS ((Peso pieza/PS) x 100).

El pH, color, capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida por cocción (PPC) de la pechuga cruda de codorniz se determinaron 24 h *post mortem*. Estas variables se midieron por duplicado en ocho pechugas de cada tratamiento, seleccionadas completamente al azar. El pH de la pechuga fue realizado con un potenciómetro (Orion 3 star ThermoFisher

Scientific, Pittsburgh, PA, U.S.A.) mediante un electrodo de punción. Con un colorímetro (CR-400 Konica Minolta®, Tokyo, Japón) se determinaron las variables luminosidad (L*), tendencia al color rojo (a*), tendencia al amarillo (b*), Chroma (índice de saturación) y ángulo Hue (tono) sobre la superficie externa de la pechuga en las ocho muestras por tratamiento. L*, a* y b* fueron usados para determinar el cambio de color total (ΔCT) y el índice de coloración (IC) como lo realizaron Hernández-Coronado *et al.* (2019) y Cázares-Gallegos *et al.* (2019). La capacidad de retención de agua (CRA) de cada pechuga fue obtenida de acuerdo con la técnica descrita por Cázares-Gallegos *et al.* (2019), registrando el peso inicial (Pi) y final (Pf) de la muestra (CRA = 100 - [(Pi - Pf)/Pi] x 100)]. Para la PPC, la carne de la pechuga deshuesada fue empacada (Koch 800, Kansas City, MO) en bolsas de vacío (Zubex Industrial SA de CV, Monterrey, Nuevo León, México) y cocinada a 75 ± 0.1 °C durante 1 h 30 min por inmersión en agua caliente. Después las muestras fueron enfriadas por baño en agua en 4 °C por 20 min, removidas de las bolsas y escurriéndolas cuidadosamente. Los pesos de la carne cruda y cocida se registraron para evaluar esta variable [% PPC = ((peso crudo - peso cocido) / peso crudo) x 100].

En el análisis de textura de la carne, la preparación de las muestras fue similar al método para evaluar la pérdida por cocción (carne empacada al vacío, cocido 1 h 30 min a 75 °C), pero después del cocimiento y pre enfriado (4 °C / 20 min), las muestras se almacenaron en refrigeración (4 °C) por 12 h. La fuerza de corte (FC) y el análisis de perfil de textura (APT) se realizaron en nueve pechugas de cada tratamiento muestreando por cada lado para FC (gf) y APT (n = 18; 2/pechuga/tratamiento), y realizar su análisis a 4 °C con un analizador de textura (TA.XT.Plus, Stable Micro Systems Serrey, England). En FC se utilizaron piezas rectangulares de 0.5 cm ancho x 0.5 cm alto x 2.0 cm largo de la carne cocida. En APT se usaron cilindros de carne obtenidos con un sacabocados, estandarizados a 1.0 cm de diámetro y 0.7 cm de altura. Las variables del APT obtenidas fueron dureza (gf), elasticidad (mm), cohesividad (adimensional), gomosidad

(g), masticabilidad (g mm), resistencia (adimensional) y adhesividad (g s⁻¹). Las condiciones de prueba en el texturómetro se establecieron de acuerdo con lo reportado por Sánchez-Zamora *et al.* (2019).

Una prueba sensorial afectiva por atributos se efectuó para determinar el grado de satisfacción de 30 consumidores, basados en los estudios realizados por Hernández-Coronado *et al.* (2019) y Cázares-Gallegos *et al.* (2019). Para esta evaluación, ocho pechugas al azar por tratamiento fueron deshuesadas, empacadas al vacío y cocinadas a 75 °C por 1 h 30 min y enfriadas a 4 °C en agua con hielo y almacenadas a 4 °C durante 12 h hasta su evaluación. Cada consumidor recibió cuatro cubos de 1.0 cm por lado a una temperatura mantenida a 28 °C, colocados en vasos de plástico codificados con tres números al azar. Los consumidores seleccionados fueron aquellos que consumen carne de manera cotidiana y entre una edad de 25 a 34 años. Los atributos para evaluar fueron color, olor, sabor, suavidad y aceptabilidad global. En esta prueba fue usada una escala hedónica de siete puntos, donde 7 = me gusta mucho y 1 = me disgusta mucho.

Las variables de sacrificio y calidad de la carne fueron evaluadas con un análisis de varianza, usando el modelo lineal general de Minitab (versión 17.3.0, 2014) y el siguiente modelo estadístico: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$; donde: y_{ij} = variables de sacrificio, despiece, fisicoquímicas, textura y sensorial; μ = media general; τ_i = efecto del i-esimo tratamiento; ε_{ijk} = error aleatorio distribuido en forma normal con media y varianza [$\varepsilon_{ij} \sim N(\mu, \sigma^2)$]. En el caso del análisis sensorial el modelo estadístico incluyó el efecto del bloque, el cual el evaluador fue considerado como este término. Cuando existió rechazo de hipótesis nula (H₀; P-value < 0.05), la comparación de medias fue realizada con la instrucción Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del aceite esencial de orégano mexicano (AEO) sobre las variables de sacrificio está presente en la Tabla 2. El PS fue afectado (P < 0.05) por los niveles de 0.20 g kg⁻¹ AEO entre los tratamientos evaluados, donde Lb obtuvo el mejor peso y CON

el valor más bajo. También, 0.10 y 0.14 g kg⁻¹ de AEO en dietas de codornices incrementaron el PS (Yesilbag *et al.* 2012). Los valores presentados en PS contrastan con los obtenidos por Vargas-Sánchez *et al.* (2018) cuando evaluaron 0, 10 y 20 g kg⁻¹ de *P. ostreatus* en agua de beber y en dieta, quienes obtuvieron mayores PS y menores rendimientos de canal sin diferencias entre sus grupos experimentales. Este contraste puede deberse a la diferencia en composición y estructura química entre los AEO y *P. ostreatus*. Por otra parte, en RCC y RFC no hubo diferencia estadística (P > 0.05) entre tratamientos. No obstante, las canales del grupo control (CON) presentaron la media alta. Mnisi y Mlambo *et al.* (2018) reemplazaron 2.5, 5.0, 12.5 y 17.5% de harina de canola (*Brassica napus*) por harina de soya (*Glycine max*) en dietas, los resultados obtenidos presentaron un comportamiento similar a los evaluados en este estudio en las variables RCC y RCF; esto indica que 0.20 g kg⁻¹ de AEO en las dietas de codornices tiene un efecto similar a la harina de soya en el rendimiento de las piezas de la canal. Las diferencias en las variables de sacrificio pueden deberse al tipo y nivel de AEO (Yesilbag *et al.* 2012, Hernández-Coronado *et al.* 2019). En pollos de engorda, 0.20 g kg⁻¹ de AEO Lb en dieta incrementaron el PS, relacionado con el efecto del AEO como promotor de crecimiento, mejorador de la digestibilidad y absorción de los nutrientes (Sánchez-Zamora *et al.* 2019). Esta aseveración puede explicar como el AEO de Lb y PI en 0.20 g kg⁻¹ puede ser un promotor de crecimiento, ya que obtuvieron los mayores PS.

Tabla 2. Variables de sacrificio de codornices suplementadas con aceites de orégano.

Tratamientos	Variables de sacrificio		
	PS (g)	RCC (%)	RCF (%)
CON	138.52 ^b	66.39 ^a	63.70 ^a
Lb	152.24 ^a	64.02 ^a	61.16 ^a
PI	149.56 ^{ab}	64.11 ^a	60.83 ^a
EE	3.31	1.09	1.05
P value	0.014	0.232	0.115

CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomntha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. PS = peso sacrificio; RCC = rendimiento canal caliente; RCF = rendimiento canal fría. ^{a-b} Medias (n = 25 por tratamiento) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

En términos generales, no se mostraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados para las variables de despiece de codornices suplementadas con aceite de orégano (Tabla 3). Para la variable pechuga, el tratamiento Lb presentó los valores altos, pero CON superó en las variables restantes. En comparación con investigaciones previas, Ghazaghi *et al.* (2014) evaluaron 0, 1, 2, 3 y 4% de *Mentha spicata* en la dieta y no encontraron diferencia en pechuga y muslo; en adición 200, 300 y 400 mg kg⁻¹ de aceite esencial de *Thymus vulgaris*, *Satureja hortensis* y *Mentha pulegium* no afectan el rendimiento canal, pechuga y muslo de codorniz (Naghme Dehghani *et al.* 2018). Adicionalmente, Mnisi y Mlambo *et al.* (2018) no obtuvieron efectos en las alas. Así mismo, Sánchez-Zamora *et al.* (2019) no encontraron diferencias en las piezas, excepto en alas de la canal de pollos de engorda suplementados con 0.20 g kg⁻¹ AEO; esto puede ser debido a que de 0.20 g kg⁻¹ AEO en dieta no es un nivel de inclusión que pueda tener efecto sobre la división celular de las miofibrillas (Sánchez-Zamora *et al.* 2019), y en consecuencia el despiece de las codornices no resultó afectado por el AEO en las dietas de las codornices.

Tabla 3. Despiece de las canales de codornices suplementadas con aceites de orégano.

Tratamientos	Variables de despiece				
	Pechuga	Muslo	Pierna	Alas	CyE
CON	24.51 ^a	9.49 ^a	5.91 ^a	5.14 ^a	19.11 ^a
Lb	24.56 ^a	9.40 ^a	5.85 ^a	4.92 ^a	18.22 ^a
PI	23.24 ^a	8.95 ^a	5.57 ^a	4.65 ^a	17.77 ^a
EE	0.47	0.18	0.16	0.17	0.52
P value	0.091	0.080	0.316	0.151	0.190

CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomntha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. CyE = cadera y espalda. ^a Medias (n = 25 por tratamiento) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

El pH y CRA presentaron diferencia estadística ($P < 0.05$) entre tratamientos (Tabla 4). El pH decreció en los tratamientos con AEO (Lb y PI); esto indicó que al suplementar estos aceites en la dieta puede disminuir el pH de la carne. Así mismo, la CRA de los tratamientos se comportaron parecidos, ya que Lb disminuyó CRA, mientras que en CON aumentó. La

PPC fue similar ($P > 0.05$) entre los grupos experimentales. *Mentha piperita* en 20, 30 y 40 g kg⁻¹ no afectan el pH y CRA de la carne de codorniz en cinco semanas de experimentación (Mehri *et al.* 2015). Dosis de 100 y 200 mg de aceite de canela y 1 y 2 g de canela en polvo no influyeron en el pH de la carne de codorniz (Mehdipour *et al.* 2013); pero estas dosis si influyeron en CRA con valores superiores a los del presente estudio usando 0.20 g kg⁻¹ de AEO Lb y PI. En el caso del pH, su valor bajo puede deberse a que los compuestos antioxidantes reactivos con lípidos y radicales hidroxilos (Mehdipour *et al.* 2013), se acumulen en la carne después del *rigor mortis*, cediendo grupos hidroxilos en el medio y haga que el pH disminuya. Vargas-Sánchez *et al.* (2018) también obtuvieron efectos en pH y CRA, pero con valores más bajos en pH y mayores en CRA (2%). Estos resultados con 0.20 g kg⁻¹ de Lb y PI pueden afectar las características fisicoquímicas de la carne de codorniz, ya que las moléculas activas (timol y carvacrol) del AEO afectan el comportamiento productivo. Los resultados obtenidos en CRA indicaron que disminuye a pH menores a 6.0, en este caso Lb y PI obtuvieron los menores pH. Aun así, la CRA no puede considerarse afectada por el pH, ya que éste no está cerca al pH del punto isoeléctrico de la miosina (5.4), que podría retraer las miofibrillas y por lo tanto afectar la CRA (Sánchez-Zamora *et al.* 2019). En pollos de engorda, niveles ascendentes de 0.2 a 1.0 g kg⁻¹ de AEO Lb en dietas disminuyeron el pH (5.72-5.84) de la carne, pero estos valores no afectaron la CRA (56.67-60.32) aunque esta variable puede incrementar a niveles altos de AEO (Cázares-Gallegos *et al.* 2019). En el presente estudio con 0.20 g kg⁻¹ de AEO Lb y PI en dietas de las codornices fueron mayores a los obtenidos en pollos de engorda (Cázares-Gallegos *et al.* 2019). Con estos contrastes puede indicarse que a este nivel no se reduce el pH de la carne de codornices.

En la Tabla 5 se puede observar que la L* y el cambio de color total (ΔCT) en la pechuga de codorniz hubo diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento PI obtuvo la mayor L*, implicando que CON presente la menor, pero incrementara el ΔCT . En cuanto a a*, b*, Hue, Chroma e IC no mostraron

diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Los valores obtenidos en L^* y ΔCT por Cázares-Gallegos *et al.* (2019) con la adición de diferentes concentraciones de AEO en las dietas (200, 400, 600, 800 y 1000 mg kg⁻¹) de pollos de engorda superaron a los presentados en carne de codorniz con similar tendencia a incrementar en los tratamientos con AEO.

Tabla 4. pH, capacidad de retención de agua y pérdida por cocción en las pechugas de codorniz suplementadas con aceites de orégano.

Tratamientos	Variables fisicoquímicas		
	pH	CRA (%)	PPC (%)
CON	6.04 ^a	62.74 ^a	38.25 ^a
Lb	5.96 ^{ab}	58.16 ^b	39.10 ^a
PI	5.94 ^b	60.34 ^{ab}	39.06 ^a
EE	0.03	0.71	0.73
P value	0.021	0.000	0.6740

CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. pH = potencial de hidrógeno; CRA = capacidad de retención de agua; PPC = pérdida por cocido. ^{a-b} Medias (n = 8 por tratamiento) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

En las variables de textura de las pechugas de codornices suplementadas con aceite de orégano, únicamente la cohesividad y resistencia obtuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos (Tabla 6). De hecho, CON presentó los mayores valores en estas variables. En relación con cohesividad y resistencia, similares efectos estadísticos presentaron las investigaciones de Cázares-Gallegos *et al.* (2019) y Hernández-Coronado *et al.* (2019) cuando evaluaron 200-1000 mg kg⁻¹ y 400 mg kg⁻¹ Lb y PI en pollos de engorda. Además, similarmente a los estudios antes mencionados, el comportamiento de los resultados en estas variables decreció en comparación con el tratamiento CON. Estas comparaciones indicaron que las aves que consumieron AEO durante su producción, influyen en las propiedades texturales de la carne ya que el AEO puede causar un efecto restrictivo en el metabolismo *ante mortem* y previene un mayor daño de las proteínas miofibrilares y estructura de la carne de pechuga (Hernández-Co-

ronado *et al.* 2019).

En términos generales para la evaluación sensorial de la pechuga de codorniz suplementadas con AEO en la dieta (Tabla 7), la preferencia de color, olor, sabor, suavidad y aceptabilidad global de la carne de codorniz no fue diferente ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados de las dietas que consumieron las codornices. De manera global, los consumidores prefirieron el tratamiento Lb, ya que este obtuvo las puntuaciones altas de preferencia. Aunque no se encontró diferencia en los atributos sensoriales de la carne de codorniz de los diferentes tratamientos, con los resultados obtenidos en este estudio puede indicarse que el tratamiento Lb fue el mejor aceptado sensorialmente, a excepción de olor donde PI fue el mejor aceptado. En pollos de engorda suplementados con AEO Lb (200-1000 mg kg⁻¹) en dieta no influyeron el olor, sabor, suavidad y aceptabilidad global (Cázares-Gallegos *et al.* 2019), pero numéricamente la carne de pechuga fue más aceptada, así como sucedió en la preferencia de la carne de codorniz. Diferencias pueden ser encontradas si el AEO es suplementado en el agua de bebida, así como lo obtuvieron Hernández-Coronado *et al.* (2019) en el olor, sabor y aceptabilidad general de la carne de pechugas de pollo suplementados con AEO Lb y PI (400 mg kg⁻¹).

El uso de los aceites de orégano (AEO) *Poliomintha longiflora* Gray (PI) y *Lippia berlandieri* Schauer (Lb) en 0.20 g kg⁻¹ en dieta, pueden considerarse como aditivos benéficos sobre el rendimiento en variables de sacrificio y despiece de la canal, así como en calidad de la carne. Destacando Lb por su influencia en las características de sacrificio y despiece, así como contribución al mejorar la fuerza de corte y disminuir la pérdida por cocción. Además, los AEO aumentaron la luminosidad y disminuyeron el pH, retención de agua, cambio de color, cohesividad y resistencia de la carne. Los aceites esenciales de orégano incrementaron la aceptabilidad sensorial de los atributos de la carne de codorniz.

Tabla 5. Efecto del aceite de orégano en dietas sobre los parámetros de color en pechuga de codorniz.

Tratamientos	Variables color						
	L*	a*	b*	Hue	Chroma	ΔCT	IC
CON	46.02 ^b	7.08 ^a	3.75 ^a	29.61 ^a	8.19 ^a	48.90 ^a	19.40 ^a
Lb	48.55 ^a	6.36 ^a	4.25 ^a	33.46 ^a	7.87 ^a	46.27 ^b	18.57 ^a
PI	49.99 ^a	6.20 ^a	4.20 ^a	33.63 ^a	7.62 ^a	44.81 ^b	17.49 ^a
EE	0.66	0.49	0.40	3.15	0.48	0.67	1.22
P value	0.001	0.444	0.634	0.600	0.716	0.001	0.555

CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. L* = Luminosidad; a* = tendencia a rojo; b* = tendencia al amarillo; Hue = ángulo Hue (tono); Chroma = índice de saturación; ΔCT = cambio de color total; IC = índice de coloración. ^{a-b} Medias (n = 8 por tratamiento) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

Tabla 6. Fuerza de corte y perfil de textura en pechugas de codornices suplementadas con aceites de orégano.

Trat	Variables de textura							
	FC (gf)	Dur (gf)	Elast (mm)	Coh	Gom (g)	Mast (g mm)	Resist	Adh (g s ⁻¹)
CON	634.20 ^a	1259.80 ^a	0.6584 ^a	0.6588 ^a	833.10 ^a	552.70 ^a	0.3537 ^a	-2.09 ^a
Lb	671.80 ^a	1137.60 ^a	0.6274 ^a	0.6191 ^b	708.90 ^a	448.20 ^a	0.3235 ^b	-2.06 ^a
PI	533.80 ^a	1206.90 ^a	0.6417 ^a	0.6247 ^b	761.30 ^a	494.20 ^a	0.3327 ^b	-1.22 ^a
EE	45.63	71.77	0.01	0.01	51.37	31.93	0.01	0.38
P value	0.115	0.494	0.173	0.001	0.245	0.164	0.002	0.205

Tratamientos CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. FC = fuerza de corte; Dur = dureza; Elast = elasticidad; Coh = cohesividad (adimensional); Gom = gomosis; Mast = masticabilidad; Resist = resistencia (adimensional); Adh = adhesividad. ^{a-b} Medias (n = 9 por tratamiento) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

Tabla 7. Evaluación sensorial afectiva de pechugas de pollos suplementadas con aceites de orégano.

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Suavidad	Aceptabilidad global
CON	4.80 ^a	5.03 ^a	4.87 ^a	5.23 ^a	4.80 ^a
Lb	5.03 ^a	5.23 ^a	5.07 ^a	5.43 ^a	5.17 ^a
PI	4.90 ^a	5.37 ^a	4.87 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
EE	0.25	0.22	0.25	0.24	0.23
P value	0.477	0.389	0.773	0.320	0.434

CON = dieta control; Lb = 0.20 g kg⁻¹ *Lippia berlandieri* Schauer en dieta; PI = 0.20 g kg⁻¹ *Poliomintha longiflora* Gray en dieta; EE = error estándar. ^a Medias (n = 30 consumidores) en columnas y con diferente superíndice son diferentes significativamente (P < 0.05).

LITERATURA CITADA

- Castillo LR, Portillo LJ, Leon FJ, Gutierrez DR, Angulo EM, Muy-Rangel MD, Heredia JB (2018) Inclusion of moringa leaf powder (*Moringa oleifera*) in fodder for feeding japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Brazilian Journal of Poultry Science 20: 015-026.
- Cázares-Gallegos R, Silva-Vázquez R, Hernández-Martínez CA, Gutiérrez-Soto JG, Kawas-Garza JR, Hume ME, Méndez-Zamora GM (2019) Performance, carcass variables, and meat quality in broilers supplemented with dietary Mexican oregano oil. Brazilian Journal of Poultry Science 21: 1-10.
- Fatih Akdemir, Tahir Bayril, Sedat Baran M, Sener Yıldiz A, Mucahit Kahraman, Cemal Orhan, Kazim Sahin (2018) The effect of dietary colostrum powder on performance, carcass yields and serum lipid peroxidation levels in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Applied Animal Research 46 39-43.
- Ghazaghi M, Mehri M, Bagherzadeh-Kasmani F (2014) Effects of dietary Mentha spicata on performance, blood

- metabolites, meat quality and microbial ecosystem of small intestine in growing Japanese quail. *Animal Feed Science and Technology* 194: 89-98.
- Hajiaghapour M, Rezaeipour V (2018) Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science* 210: 93-98.
- Hernández-Coronado AC, Silva-Vázquez R, Rangel-Nava ZE, Hernández-Martínez CA, Kawas-Garza JR, Hume ME, 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.
- INEGI (2020) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México en Cifras. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>. Fecha de consulta: 28 de julio de 2020.
- Lábaque MC, Kembro JM, Luna A, Marin RH (2013) Effects of thymol feed supplementation on female Japanese quail (*Coturnix coturnix*) behavioral fear response. *Animal Feed Science and Technology* 183: 67-72.
- Mehdipour Z, Afsharmanesh M, Masoud S (2013) Effects of dietary synbiotic and cinnamon (*Cinnamomum verum*) supplementation on growth performance and meat quality in Japanese quail. *Livestock Science* 154: 152-157.
- Mehri M, Sabaghi V, Bagherzadeh-Kasmani F (2015) *Mentha piperita* (peppermint) in growing Japanese quails' diet: Serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. *Animal Feed Science and Technology* 206: 57-66.
- Méndez-Zamora G, García-Macías JA, Durán-Meléndez LA, Herman-Lara H, 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: 41-51.
- Méndez-Zamora G, García-Macías JA, Santellano-Estrada E, Durán-Meléndez LA, Silva-Vázquez R (2015b) Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia* 65: 5-12.
- Minitab® (2014) User's Guide 2: Data Analysis and Quality Tools. Getting Started with Minitab 17. Version 17.3.0. Minitab, Inc. USA. https://shamsulsarip.files.wordpress.com/2015/07/minitab_book.pdf. Fecha de consulta: 3 de mayo de 2021.
- Mnisi CM, Mlambo V (2018) Growth performance, haematology, serum biochemistry and meat quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) fed canola meal-based diets. *Animal Nutrition* 4: 37-43.
- Naghme Dehghani, Mohsen Afsharmanesh, Mohammad Salarmoini, Hadi Ebrahimnejad, Ahmad Bitaraf (2018) Effect of pennyroyal, savory and thyme essential oils on Japanese quail physiology. *Heliyon* 4: e00881. DOI: 10.1016/j.heliyon.2018.e00881.
- NRC (1994) Nutritional requirements of poultry. 9th ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC, USA. pp: 44-45.
- Sadi Cetingul I, Ismail Bayram, Mehmet Yardimci, Hesna Sahin E, Erol Sengor, Burhaneddin-Akkaya A, Cangir-Uyarlar (2009) Effects of oregano (*Oregano Onites*) on performance, hatchability and egg quality parameters of laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Italian Journal of Animal Science* 8: 467-477.
- Sánchez-Zamora N, Silva-Vázquez R, Rangel-Nava ZE, Hernández-Martínez CA, Kawas-Garza JR, Hume ME, Herrera-Balandrano DD, Méndez-Zamora G (2019) Inulina de agave y aceite de orégano mejoran la productividad de pollos de engorda. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6: 523-534.
- SE (2014) NOM-033-SAG/ZOO-2014 Norma Oficial Mexicana. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/consultasAction.do>. Fecha de consulta: 28 de julio de 2020.

- Sugiharto S (2016) Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15: 99-111.
- Vargas-Sanchez RD, Torrescano-Urrutia GR, Ibarra-Arias FJ, Portillo-Loera JJ, Rios-Rincon FG, Sanchez-Escalante A (2018) Effect of dietary supplementation with *Pleurotus ostreatus* on growth performance and meat quality of Japanese quail. *Livestock Science* 207: 117-125.
- Yesilbag D, Cengiz SS, Cetin I, Meral Y, Biricik H (2014) Influence of Juniper (*Juniperus communis*) oil on growth performance and meat quality as a natural antioxidant in quail diets. *British Poultry Science* 55: 495-500.
- Yesilbag D, Gezen SS, Biricik H, Bulbul T (2012) Effect of a rosemary and oregano volatile oil mixture on performance, lipid oxidation of meat and haematological parameters in Pharaoh quails. *British Poultry Science* 53: 89-97.