

Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda

Oregano oil on the quality of broiler breast



Gerardo Méndez Zamora¹, José Arturo García Macías¹,
Eduardo Santellano Estrada¹, Lorenzo Antonio Durán Meléndez¹,
Ramón Silva Vázquez¹

Méndez Zamora, G., García Macías, J. A., Santellano Estrada, E., Durán Meléndez, L. A., Silva Vázquez R. Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 65: 5-12, mayo-agosto 2015.

RESUMEN

El aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en dietas para pollo de engorda fue evaluado sobre la calidad de su pechuga. Se distribuyeron 162 pollos de 1 día (d) de edad (Ross) en nueve tratamientos (dietas), representados por la combinación de OC (60% carvacrol) y OT (40% timol); cada aceite consistió de una concentración de 0, 400 y 800 mg/kg. Los tratamientos (OC + OT) fueron: T1 0 + 0, T2 400 + 0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, y T9 800 + 800. La calidad de la pechuga fue afectada ($P < 0.05$) por los aceites de orégano. T7 disminuyó pH y aumentó retención de agua, T3 redujo conductividad eléctrica. T9 incrementó luminosidad y tendencia al color amarillo. T6 incrementó humedad y disminuyó ceniza, T3 aumentó proteína y T8 aumentó grasa. El aceite esencial de orégano en 400 y 800 mg/kg (T3, T4, T7 y T8) mejora las propiedades fisicoquímicas de la pechuga de pollo.

Palabras clave: esencial, carne, carvacrol, timol, color, análisis proximal.

Keywords: essential, meat, carvacrol, thymol, color, proximate analysis.

Recibido: 14 de febrero de 2014, aceptado: 29 de enero de 2015

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

* Autor para correspondencia: mezage@hotmail.com

ABSTRACT

Oregano essential oil (*Lippia berlandieri* Schauer) in diets to broilers was evaluated on breast quality. 162 one-day-old Ross broilers were distributed in nine treatments (diets), represented by the combination of OC (carvacrol 60%) and OT (40% thymol); each essential oil consisted of 0, 400 and 800 mg/kg. Treatments (OC + OT) were: T1 0 + 0, T2 400 + 0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, and T9 800 + 800. The quality of chicken breast was affected ($P < 0.05$) by the oil of oregano. T7 decreased pH and increased water retention, T3 reduced the electrical conductivity. T9 increased brightness and tendency to yellow. T6 improved humidity and decreased ashes; T3 increased protein and T8 increased fat. The essential oil of oregano in 400 and 800 mg/kg (T3, T4, T7 and T8) improves the physical and chemical proximal properties of chicken breast.

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos son usados en la alimentación de aves como promotores de crecimiento y control de enfermedades; no obstante, su uso ha provocado resistencia de las bacterias y su posible presencia en la carne. Así, los actuales estudios investigan compuestos naturales para sustituir a los antibióticos. Como resultado, el aceite esencial de orégano (AEO) ha recibido mucha atención por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes que pueden ofrecer beneficios higiénicos y tecnológicos en la producción animal.

El AEO es una sustancia fenólica liposoluble obtenida por procesos de destilación de las hojas de orégano. Contiene carvacrol, timol y sus precursores α -terpineno y p-cipeno principalmente, y ha sido investigado como promotor de crecimiento en la producción de los pollos (Symeon et al., 2009; Hong et al., 2012; Cho et al., 2014). Sin embargo, la función del AEO en el comportamiento productivo del pollo de engorda o de los animales es un tema en discusión con variadas controversias, y más su efecto en los tejidos animales (Luna et al., 2010).

El AEO es incorporado como aditivo o suplemento alimenticio en las dietas de pollos (Kirkpınar et al., 2011; Cho et al., 2014; Starčević et al., 2014), y además ha sido considerado una estrategia simple y conveniente en la producción animal (Luna et al., 2010). También se pretende que la calidad de los alimentos producidos, en este caso la carne de pollo, no disminuya o afecte. Young et al. (2003) y Symeon et al. (2009) mostraron que los AEO incorporados a la dieta de pollo de engorda influyen sobre las características de su carne.

Estudios realizados por Hong et al. (2012), Eleroğlu et al. (2013), Kirkpınar et al. (2014) y Starčević et al. (2014), demostraron que la inclusión del AEO tuvo beneficios en términos de calidad de la misma. No obstante, aunque el suplemento de los aceites esenciales en pollos de engorda para mejorar la calidad de su carne ha sido estudiado, a la fecha se tienen pocas investigaciones acerca del efecto que produce el aceite de orégano (*L. berlandieri* Schauer) sobre la calidad de la carne en pollo de engorda.

Debido a la importancia fitobiótica del aceite esencial de orégano, la presente investigación tuvo como objetivo averiguar el efecto de la inclusión del aceite de orégano (*L. berlandieri* Schauer) en la dieta suministrada a pollos de engorda sobre los parámetros de calidad de la pechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en Chihuahua, México. Esta ciudad está localizada entre los paralelos 28° 38' N y 106° 04' O a una altitud de 1,440 m.s.n.m., con temperatura media de 10 °C a 20 °C y precipitación de 200 mm a 600 mm, su clima es seco templado (INEGI, 2013).

El periodo de engorda fue efectuado en la Sala Metabólica de Aves, mientras que el proceso de sacrificio y obtención de la pechuga fueron hechos en el Taller de Carnes de la Facultad.

Experimento

Un total de 162 pollos de 1 d de edad (Ross 308) no sexados fueron distribuidos en jaulas (30 x 33 x 44 cm) completamente al azar con un arreglo de nueve tratamientos (dietas); estos estuvieron representados por la combinación de OC (aceite de orégano 60% carvacrol) y OT (aceite de orégano 40% timol); cada aceite esencial consistió en 0, 400 y 800 mg/kg incorporados con base en el peso de la dieta y mezclados con el aceite vegetal de las dietas para incorporarlos en las raciones.

Los tratamientos (OC + OT, mg/kg) fueron: T1 0 + 0, T2 400 + 0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, y T9 800 + 800. Cada tratamiento estuvo integrado por 18 pollos distribuidos en nueve jaulas (repeticiones) con dos pollos por jaula. El AEO (Tabla 1) fue adquirido en la empresa Natural Solutions S.M.I. (Cd. Jiménez, Chihuahua, México). La dieta fue una formulación isonenergética e isoproteica para pollos de engorda (NRC, 1994), y consistió en una dieta inicial de 21 d, y otra de finalización en 18 d (Tabla 2). Así, el periodo de engorda tuvo una duración de 39 d.

Tabla 1. Principales componentes del aceite esencial de orégano (*L. berlandieri* Schauer)

Componentes ¹	Concentración (%) ²	
	OC	OT
Carvacrol	60.02	20.06
Timol	3.96	40.08
Cineol 1,8	23.63	15.31
P-cimeno	9.57	16.03
Gamma-terpineno	0.11	4.72
Otros	2.71	3.80

¹ Componentes analizados por cromatografía de gases (Clarus 600 y Clarus SQ8; PerkinElmer®). ²OC: aceite de orégano-carvacrol, OT: aceite de orégano timol.

Proceso de sacrificio

El alimento de los pollos fue retirado 12 h antes del sacrificio, este se llevó a cabo de acuerdo al método descrito por Symeon et al. (2009) y la NOM-033-ZOO-1995 a los 39 d; el sacrificio fue

Tabla 2. Ingredientes de la dieta experimental para pollos de engorda

Ingrediente (g/kg) ¹	Dieta ²	
	Iniciación (1-21 d)	Finalización (22-39 d)
Maíz	46.72	55.64
Soya	39.22	31.29
Gluten de Maíz	5.33	4.44
Premezcla vitaminas y minerales	1.17	1.33
Carbonato de calcio	1.44	2.14
Fosfato di-cálcico	2.13	2.22
Sal	0.61	0.64
Metionina sintética	0.19	0.08
Aceite vegetal	3.20	2.22

¹Ingredientes incorporados por kg de dieta experimental.

²Las dietas fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollo de engorda sugeridos por NRC (1994).

efectuado por separado para cada tratamiento. Los pollos fueron llevados a la unidad de sacrificio de aves, colocados en los ganchos de sacrificio, se insensibilizaron eléctricamente (120 V/50 Hz por 5 s), se les hizo un degüello de la yugular a nivel del cuello y se desangraron por 3 min.

Los animales se pasaron por el escaldado (60 ± 1.0 °C por 2 min) y por un desplumador (2 min); al instante, cabeza y patas fueron separadas, el eviscerado fue realizado manualmente y las canales fueron lavadas. Enseguida, estas fueron colocadas en una tina de enfriamiento (hielo-agua; 4.0 ± 1.0 °C, 20 min), y escurridas por 10 min, colocadas individualmente en bolsas de polipropileno estériles, y almacenadas en un refrigerador no iluminado a 4 ± 1.0 °C por 24 h. Después de esto, las pechugas (*pectoralis major*) fueron separadas y se seleccionaron al azar 10 de cada tratamiento (90 pechugas) para su análisis fisicoquímico.

pH

En las pechugas el pH fue determinado directamente por triplicado con un potenciómetro de punción (modelo MA 01915, Orion 3 star ThermoFisher Scientific, USA), 24 h postsacrificio.

Conductividad eléctrica (CE)

La CE fue medida por triplicado de acuerdo a la técnica descrita por Sarang et al. (2008), 24 h post-sacrificio, mediante una sonda Pork Quality Meter C1 (CLASSPRO GMBH, Aichach, Germany) con dos electrodos separados a 15 mm que determina la permeabilidad de las membranas celulares y la distribución de los electrolitos en la muestra; los electrodos fueron introducidos directamente en la pechuga por 5 s, donde transductores de tensión y corriente determinaron el voltaje de la corriente que fluyó entre ellos en los músculos de la pechuga; las mediciones fueron expresadas en microSiemens (µS).

Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA de cada pechuga fue medida por triplicado de acuerdo a la técnica descrita por Tsai y Ockerman (1981), aproximadamente 0.3 g de pechuga fueron colocados entre dos papeles filtro y entre dos placas plexiglás de acrílico (12 x 12 cm), se les aplicó una fuerza de 4.0 kg durante 20 min. Debido a esto, los líquidos liberados fueron impregnados en el papel, considerados como agua libre del músculo. Para el cálculo de la CRA se utilizó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \% \text{ de agua libre} &= pi - pfp_i \times 100 \\ \text{CRA} &= 100 - \% \text{ de agua libre} \end{aligned}$$

Donde pi fue el peso inicial (0.3 g) y pf el peso final de la muestra.

Color

Se determinó por triplicado sobre la superficie externa del músculo *pectoralis major*, con un colorímetro Minolta Chroma Meter 2002 (CR-400/410, Konica Minolta Holdings, Inc., Tokyo, Japón), con base en el sistema CIE Lab; L* representó luminosidad, a* tendencia al rojo y b* tendencia al amarillo.

Análisis químico proximal

La composición química proximal de la pechuga fue realizada 24 h post mortem por triplicado de acuerdo al método descrito por la AOAC (1998); la humedad fue medida por pérdida de peso después de 12 h de secado a 100 °C en una estufa con aire forzado (método 950.46); las proteínas fueron determinadas por el método Kjeldahl (método de Kjeldahl 992.15); el contenido de grasa fue medido por el método Soxhlet de extracción con solvente (método 985.15) y las cenizas después de exponer al músculo durante 4 h a 400 °C en una mufla (método 920.153).

Tabla 3. Efecto de la administración del aceite esencial de orégano sobre el pH, conductividad eléctrica y capacidad de retención de agua de la pechuga de pollo

Tratamientos ¹	Variables ²		
	pH	CE (μS)	CRA (%)
T1	6.02 ± 0.04 ^a	11.72 ± 0.31 ^a	57.43 ± 0.82 ^a
T2	6.00 ± 0.04 ^a	10.28 ± 0.31 ^b	55.46 ± 0.82 ^b
T3	5.91 ± 0.04 ^a	10.00 ± 0.31 ^b	55.97 ± 0.82 ^b
T4	6.01 ± 0.04 ^a	11.42 ± 0.31 ^a	58.17 ± 0.82 ^a
T5	5.84 ± 0.04 ^b	10.44 ± 0.31 ^b	57.03 ± 0.82 ^a
T6	5.96 ± 0.04 ^a	10.55 ± 0.31 ^{ab}	58.43 ± 0.82 ^a
T7	5.73 ± 0.04 ^b	10.18 ± 0.31 ^b	58.53 ± 0.82 ^a
T8	5.97 ± 0.04 ^a	10.20 ± 0.31 ^b	58.17 ± 0.82 ^a
T9	5.92 ± 0.04 ^a	11.26 ± 0.31 ^a	56.48 ± 0.82 ^b

¹ Niveles (mg/kg) de aceite de orégano mexicano OC (60% carvacrol) + OT (40% timol): T1 0 + 0, T2 400 + 0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, T9 800 + 800. ² pH: potencial de hidrógeno, CE: conductividad eléctrica en microSiemens (μS), CRA: capacidad de retención de agua, a-b Medias (± error estándar) en la misma columna con literales diferentes son significativas ($P < 0.05$; $n = 10$).

Análisis estadístico

Las variables de la calidad de la pechuga fueron analizadas usando el procedimiento *General Linear Model* (GLM; SAS, 2002) con el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

donde: y_{ij} = variables respuesta; μ = media general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento formado por la combinación de OC + OT; ε_{ij} = error aleatorio distribuido en forma normal con media cero y varianza σ^2 [$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$]. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y medias de rango múltiple por la prueba Tukey a una $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

pH

El efecto de la adición de los AEO en la dieta de los pollos sobre el pH de la pechuga es mostrado en la Tabla 3; el pH fue influenciado por OC y OT ($P < 0.05$); T5 (400 + 400) y T7 (800 OT) disminuyeron el pH, mientras que T1 tuvo el pH más alto sin ser diferente estadísticamente del resto de los tratamientos. En general, 400 mg/kg tanto de OC como de OT (T2 y T4) tendieron a incrementar el potencial de hidrógeno en la pechuga, y concentraciones altas de timol (800 mg/kg) redujeron el pH.

Conductividad eléctrica (CE)

La inclusión del aceite esencial de orégano en las dietas tuvo efecto sobre la CE en la pechuga ($P < 0.05$); la Tabla 3 presenta estos resultados. T3 y T7 presentaron los valores más bajos de la CE (800 mg/kg de carvacrol y timol); no obstante, T1 (sin aceite de orégano), T4 (400 mg/kg OT) y T9 (800+800) tuvieron la CE más alta. Principalmente, los niveles de OT (400 y 800 mg/kg) aumentaron la conductividad eléctrica de la pechuga de pollo.

Capacidad de retención de agua (CRA)

El aceite de orégano mexicano adicionado en las dietas afectó ($P < 0.05$) la retención de agua en la pechuga del pollo. La Tabla 3 presenta la fluctuación de esta variable. T7 (800 mg/kg timol) tuvo la máxima CRA, así como T4, T6 y T8 ($> 58\%$); por el contrario, T9 (800 mg/kg de OC y OT) presentó la CRA más baja, seguido de T2 y T3 (400 y 800 mg/kg carvacrol).

Color

La Tabla 4 muestra los valores obtenidos en el color de la pechuga de pollo en función de los AEO adicionados en la dieta. El AEO tuvo efecto ($P < 0.05$) sobre L^* ; en general, T6 (800 + 400) y T9 (800 OC + 800 OT) incrementaron la luminosidad de la pechuga, donde T9 presentó el valor más alto y T4 (400 mg/kg de OT) presentó la L^* más baja, sin diferir estadísticamente de T1, T3, T5 y T8. Por otra parte, a^* no fue afectada ($P > 0.05$) por la incorporación de OC y OT en la dieta; no obstante, el nivel más alto de timol y carvacrol

Tabla 4. Efecto del aceite esencial de orégano suplementario sobre los parámetros de color de la pechuga de pollo

Tratamientos ¹	Variables ²		
	L*	a*	b*
T1	54.13 ± 0.85 ^b	2.26 ± 0.38	5.15 ± 0.42 ^{ab}
T2	58.07 ± 0.85 ^a	2.81 ± 0.38	6.45 ± 0.42 ^a
T3	54.87 ± 0.85 ^b	3.09 ± 0.38	5.43 ± 0.42 ^b
T4	53.94 ± 0.85 ^b	2.81 ± 0.38	4.01 ± 0.42 ^b
T5	55.16 ± 0.85 ^b	2.67 ± 0.38	5.22 ± 0.42 ^b
T6	59.25 ± 0.85 ^a	2.74 ± 0.38	5.52 ± 0.42 ^b
T7	56.34 ± 0.85 ^a	2.88 ± 0.38	6.14 ± 0.42 ^a
T8	55.71 ± 0.85 ^b	1.82 ± 0.38	5.41 ± 0.42 ^b
T9	60.25 ± 0.85 ^a	3.01 ± 0.38	6.63 ± 0.42 ^a

¹ Niveles (mg/kg) de aceite de orégano mexicano OC (60% carvacrol)+OT (40% timol): T1 0 + 0, T2 400+0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, T9 800 + 800. ² L*: luminosidad, a*: tendencia al color rojo, b*: tendencia al color amarillo, a-b Medias (± error estándar) en la misma columna con literales diferentes son significativas (P<0.05; n= 10).

Tabla 5. Efecto de la administración del carvacrol y timol sobre el análisis químico proximal de la pechuga de pollo

Tratamientos ¹	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)
T1	75.11 ± 0.29 ^{ab}	20.88 ± 0.30 ^{ab}	0.85 ± 0.09 ^b	5.29 ± 0.13 ^a
T2	74.96 ± 0.29 ^b	20.30 ± 0.30 ^b	0.98 ± 0.09 ^{ab}	4.79 ± 0.13 ^b
T3	75.19 ± 0.29 ^{ab}	21.45 ± 0.30 ^a	0.98 ± 0.09 ^{ab}	4.72 ± 0.13 ^b
T4	75.25 ± 0.29 ^a	21.28 ± 0.30 ^a	0.95 ± 0.09 ^b	4.53 ± 0.13 ^b
T5	74.60 ± 0.29 ^b	20.60 ± 0.30 ^{ab}	0.84 ± 0.09 ^b	4.92 ± 0.13 ^a
T6	75.66 ± 0.29 ^a	21.04 ± 0.30 ^a	1.16 ± 0.09 ^a	4.44 ± 0.13 ^b
T7	75.22 ± 0.29 ^a	20.05 ± 0.30 ^b	1.21 ± 0.09 ^a	4.88 ± 0.13 ^{ab}
T8	74.80 ± 0.29 ^b	20.49 ± 0.30 ^{ab}	1.58 ± 0.09 ^a	4.76 ± 0.13 ^b
T9	75.22 ± 0.29 ^a	21.05 ± 0.30 ^a	0.87 ± 0.09 ^b	4.55 ± 0.13 ^b

¹ Niveles (mg/kg) de aceite de orégano mexicano OC (60% carvacrol) + OT (40% timol): T1 0 + 0, T2 400 + 0, T3 800 + 0, T4 0 + 400, T5 400 + 400, T6 800 + 400, T7 0 + 800, T8 400 + 800, T9 800 + 800; a-b Medias (± error estándar) en la misma columna con literales diferentes son significativas (P<0.05; n= 10).

(T9) tendió a incrementar la tendencia al color rojo. Respecto a b*, esta fue influenciada (p<0.05) por los niveles AEO; T9 (800 + 800) aumentó b*, así como T7 (0 + 800) y T2 (400 + 0); por otra parte, T4 (0 + 400) presentó el valor más bajo de b*.

Análisis químico proximal

La influencia del aceite esencial de orégano sobre la composición de la carne está presentada en la Tabla 5. La adición del AEO en la dieta afectó el contenido químico proximal de la pechuga. La humedad fue incrementada (P<0.05) por T6 y T9, donde T6 (800 + 400 mg/kg) produjo la mayor humedad y T5 (400 + 400) presentó la humedad más baja, sin que difiriera de T2 y T8. Similarmente, la proteína resultó ser más

alta con T3 y más baja con T7 (800 mg/kg OT). También T4, T6 y T9 incrementaron proteína mientras que T2 y T5 disminuyeron el contenido proteico.

Por otro lado, los AEO fueron significativos (P<0.05) sobre el contenido graso, donde T7 y T8 presentaron los contenidos más altos; mientras que el resto de los tratamientos disminuyeron la grasa, en donde fueron T1 (control) y T5; (400 mg/kg de OC y OT) los tratamientos con los contenidos de grasa más bajos. Finalmente, en cenizas T1 presentó el contenido más alto, sin diferir de T5; mientras que los otros tratamientos redujeron esta variable, en donde T4, T6 y T9 fueron los valores más bajos.



Figura 1. Alojamiento de los pollos 0-800 ppm (OC-OT). OC: aceite de orégano 60% Carvacrol, OT: aceite de orégano 40% Timol, ppm= partes por millón. Fotografía de Gerardo Méndez.

DISCUSIÓN

Existen pocos estudios acerca del efecto de la adición de los AEO a la dieta sobre la calidad de la carne de la pechuga de pollo. Sin embargo, en este estudio, los AEO suplementados afectaron las características fisicoquímicas de la misma. Los valores de pH obtenidos en esta investigación fueron contrarios a los estudios realizados por Symeon et al. (2009) y Kirkpınar et al. (2014), quienes no encontraron efecto sobre el pH cuando evaluaron 300, 100 y 250 mg/kg de AEO; no obstante, el pH de T3, T5 y T9 de este estudio coincide con los obtenidos por estos autores (5.8 y 5.93, respectivamente). En adición, Roofchae et al. (2011) reportaron que el timol actúa como donador de hidrógeno debido a la presencia de grupos fenólicos OH en su estructura; esto podría explicar la reducción de pH en la pechuga por los AEO evaluados en la presente investigación.

Es importante considerar que el posible sinergismo entre OC y OT podría equilibrar la distribución de cargas en la carne de la pechuga del pollo y, por tanto, presentar una variación en los resultados obtenidos.

No hay investigaciones que hayan reportado CE en la pechuga de pollo. De acuerdo con Lee et al. (2000), la CE tiene mayor variación que el pH en la carne y cuando el pH disminuye la conductividad incrementa; en este estudio, los resultados no presentaron este comportamiento, pero sí fueron variantes; esta variación puede deberse a la acción del AEO.

Por ejemplo, Luna et al. (2010) indicaron que el timol y el carvacrol proveen evidencia indirecta de que podrían ser absorbidos y entrar en sistema circulatorio después de la ingesta y posiblemente ser depositado en los tejidos.

En relación con esto, Sarang et al. (2008) indicaron que la pechuga magra presenta mayor capacidad de conductividad y Hashemi y Davoodi (2010) mencionan que los fitogénicos tienen metabolitos secundarios con más de 100,000 compuestos que están presentes en los aceites esenciales y pueden influir en procesos nutricionales o funcionales de quien los consume. De acuerdo con los resultados de la CE en esta investigación, niveles de 800 mg/kg de OC con OT podrían reducir el pH pero mantener la CE.

Por su parte, la CRA es influenciada por el tipo de músculo, las condiciones pre y post *rigor*, el pH, y tipo de proteína (Fletcher, 2002). En este estudio, el AEO influenció el pH y la CRA de la pechuga del pollo fue mejorada principalmente por el timol (T7) y los niveles más altos de timol y carvacrol (800 mg/kg). Por el contrario, Eleroğlu et al. (2013) no obtuvieron efecto cuando evaluaron 10 g/kg de hojas de *Origanum vulgare*. Por su parte, Hong et al. (2012) obtuvieron efecto por el aceite esencial en CRA; no obstante, indicaron que el pH final bajo puede resultar en una disminución de la CRA. En esta investigación no ocurrió esta relación, esto puede deberse a que el pH obtenido no se aproximó al pH del punto isoeléctrico de la proteína miosina (5.4), que produce una retracción de las fibrillas y una reducción en la CRA (López et al., 2011). En relación, Kim et al. (2009) mencionaron que la CRA puede depender de factores intrínsecos y extrínsecos o sus interacciones en la carne; en este caso, los componentes bioactivos adicionados en la dieta pueden mejorar la CRA en la pechuga del pollo.

Con respecto al color, Fletcher (2002) mencionó que el contenido de mioglobina, su estado químico y el pH contribuyen en el color de la carne de pollo. De esta manera, este estudio reveló que L^* fue incrementada cuando se evaluaron 400 (T2) y 800 (T7) mg/kg de timol y carvacrol, respectivamente. De modo similar, Kirkpınar et al. (2014) encontraron efecto cuando evaluaron 300 mg/kg de AEO en L^* (57.82 y 55.14), e indicaron que el efecto sobre la calidad de la carne puede ser influenciada por el nivel de inclusión de AEO en las dietas. Por otra parte, en otras investigaciones no encontraron efecto sobre esta variable

cuando administraron 100 y 250 (Symeon et al., 2009), 125 (Hong et al., 2012), 10 g/kg (Eleroğlu et al., 2013) y 250 mg/kg (Cho et al., 2014) de AEO; estos autores relacionaron sus resultados con la administración de extractos esenciales que indirectamente modifican el color de la carne. Esto podría explicar lo encontrado en este estudio, la incorporación de aceites esenciales lograron mantener una L^* similar al control (por ejemplo T3 y T5).

Por otro lado, en esta investigación no fue encontrado efecto de los aceites esenciales sobre a^* , resultados similares a otros autores (Young et al., 2003; Hong et al., 2012; Eleroğlu et al., 2013), contrario al efecto en a^* encontrado por Kirkpınar et al. (2014). La tendencia b^* en esta investigación fue incrementada por los AEO, resultados opuestos a Hong et al. (2012), Cho et al. (2014) y Kirkpınar et al. (2014); esto indica que concentraciones más altas de AEO pueden aumentar b^* . En concordancia, otras investigaciones encontraron aumentos de b^* cuando emplearon 100 (Young et al., 2003), 100 y 250 mg/kg de AEO (Symeon et al., 2009). Estos autores señalaron que un incremento en b^* es debido al contenido elevado de carotenoides en los AEO.

Escasos trabajos han reportado el efecto de AEO en las dietas sobre la composición de la carne de pollo. En el presente estudio se reporta que los AEO evaluados afectaron la composición química proximal de la pechuga de pollo. En principio, Lee et al. (2003) indicaron que los constituyentes de aceites esenciales pueden influir en la modificación de algunos componentes de los tejidos animales, inclusive que el carvacrol participa en esta alteración, aunque la función del AEO está en discusión. En este caso, es posible que los niveles elevados de OC incrementen la humedad y proteína (T6 y T9), mientras que 400 y 800 mg/kg de carvacrol y timol

aumenten el contenido graso y cenizas. Asimismo, Starčević et al. (2014) obtuvieron efecto en proteína por la inclusión de 200 mg/kg de timol en la dieta e indicaron que el contenido de energía en la ración y la ingesta de alimento influyen en el contenido graso en los tejidos del pollo, por lo que una mejora en la deposición de grasa puede deberse al uso del AEO. Así, el carvacrol y timol podrían mejorar la división celular en los tejidos del músculo de los pollos, por ejemplo, la modificación del tejido graso.

En otros estudios no encontraron efecto en la composición proximal de la pechuga de pollo (Hong et al., 2012; Eleroğlu et al., 2013; Kirkpınar et al., 2014) cuando estudiaron la inclusión del aceite esencial de orégano en las dietas de pollos de engorda. Sin embargo, estos autores señalaron que la administración del aceite esencial de orégano podría modificar la deposición de los nutrientes en la pechuga de pollo. De esta forma, un aspecto interesante puede ser el estudio del grado de disponibilidad de carvacrol y timol en los tejidos del pollo en beneficio de la salud humana.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación mostraron que la administración de aceite esencial de orégano en 400 mg/kg de timol (T4) mejora el potencial de hidrógeno, la conductividad eléctrica y la capacidad de retención de agua en la pechuga de pollo; T7 (800) y T4 mejoran los parámetros del color y humedad, respectivamente; 800 mg/kg de carvacrol (T3) mejora el contenido proteico, y la combinación 400 + 800 mg/kg carvacrol con timol (T8) incrementa la grasa en la pechuga de pollo. Finalmente, este trabajo indicó que el aceite de orégano puede ser una alternativa para mejorar la calidad de la carne.

LITERATURA CITADA

- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). USA: 16th ed. Washington, DC., 1998.
 - CHO, J. H. et al. Effects of phytogetic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers. *Livestock Science*, 160(1): 82-88, 2014.
 - ELEROĞLU, H. et al. Comparison of meat quality and fatty acid profile in slow-growing chicken genotypes fed diets supplemented with *Origanum vulgare* or *Melissa officinalis* leaves under the organic system. *Italian Journal of Animal Science*, 12(3): 395-403, 2013.
 - FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2): 131-145, 2002.
 - HASHEMI, S. R. y DAVOODI, H. Phyto-genics as new clase of feed additive in poultry industry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17): 2295-2304, 2010.
 - HONG, J. C. et al. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. *Livestock Science*, 144(3): 253-262, 2012.
 - KIM, Y. J. et al. Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. *Poultry Science*, 88(2): 398-405, 2009.
 - KIRKPINAR, F. et al. Effects of dietary oregano and garlic essential oils on carcass characteristics, meat composition, colour, pH and sensory quality of broiler meat. *British Poultry Science*, 55(2): 157-166, 2014.
 - KIRKPINAR, F. et al. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science*, 137(1-3): 219-225, 2011.
 - LEE, K. W. et al. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *The Journal Applied Poultry Research*, 12(4): 394-399, 2003.
 - LEE, S. et al. Use of electrical conductivity to predict water holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*, 55(4): 385-389, 2000.
 - LÓPEZ, K. P. et al. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Science*, 90(5): 1105-1111, 2011.
 - LUNA, A. et al. Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science*, 89(2): 366-370, 2010.
 - NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). *Nutritional Requirements of Poultry*. Washington D.C., USA, 1994.
 - ROOFCHAE, A. et al. Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 10(32): 6177-6183, 2011.
 - SARANG, S. et al. Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. *Journal of Food Engineering*, 87(3): 351-356, 2008.
 - SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM). *Institute Inc SAS/STAT user's guide: Statics version 9*. Cary, North Carolina, USA, 2002.
 - SYMEON, G. K. et al. Effect of dietary oregano essential oil supplementation for an extensive fattening period on growth performance and breast meat quality of female medium-growing broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(3): 331-334, 2009.
 - TSAI, T. C. y OCKERMAN, H. W. Water binding measurement of meat. *Journal of Food Science*, 46(3): 697-701, 1981.
 - YOUNG, J. F. et al. Ascorbic acid, α -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. *Poultry Science*, 82(8): 1343-1351, 2003.
- De páginas electrónicas**
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). México en Cifras: Información Nacional por Entidad Federativa y Municipios 2012. Recuperado el 23 de octubre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=8>.
 - SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de julio de 1996. Recuperado el 22 de octubre de 2013, de <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/consultasAction.do>
 - STARČEVIĆ, K. et al. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2014, doi: 10.1002/jsfa.6805.