

ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Lippia berlandieri* Schauer) EN VARIABLES DE CALIDAD DE LA CANAL DE POLLO

Essential oil of oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) in quality variables of chicken carcass

*Gerardo Méndez Zamora, José Arturo García Macías, Lorenzo Antonio Durán-Meléndez, Erasmo Herman-Lara, Eduardo Santellano Estrada, Ramón Silva Vázquez

*Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada, km 1 Chihuahua 33820 Chihuahua, México
*mezage@hotmail.com

Artículo científico recibido: 25 de abril de 2013, aceptado: 26 de agosto de 2014

RESUMEN. El aceite de orégano mexicano (AO; *Lippia berlandieri* Schauer) es un extracto de origen natural. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto sobre las características de la canal y la carne de pollos alimentados con dietas adicionadas con AO. Se utilizaron 162 pollos de 1 d de edad (Ross), alojados en jaulas (30 x 33 x 44 cm) con dos pollos cada una (nueve jaulas por tratamiento), distribuidos aleatoriamente en un arreglo factorial 3^2 de tratamientos; AOC, aceite de orégano basado en Carvacrol (60.0 %), y AOT, aceite de orégano basado en Timol (40.0 %). Ambos AO se probaron en niveles de 0, 400 y 800 mg L⁻¹. El tratamiento 800-0 incrementó ($p < 0.05$) el peso vivo (2.25 kg), 800-800 el rendimiento de la canal caliente y fría, mientras que el contenido de vísceras disminuyó ($p < 0.05$); pierna y espalda fueron mayores ($p < 0.05$) en 400-400, cadera y alas en 800-400. El tratamiento 0-400 aumentó el muslo; la pechuga no fue afectada estadísticamente, pero 400-0 tuvo el valor más alto (35.82 %). El diseccionado de las piezas fue alterado por los niveles de AO ($p < 0.05$), principalmente el magro de pierna (11.53 %; 400-400), muslo (9.45 %; 800-800), cadera (4.12 %; 800-0), espalda (3.1 %; 800-400) y alas (5.04 %; 800-800). Los resultados obtenidos sugieren que el AO puede usarse en la alimentación de pollos de engorda debido a que mejora las características de la canal.

Palabras clave: Piezas, diseccionado, orégano, carvacrol, timol.

ABSTRACT. Mexican oregano oil (AO; *Lippia berlandieri* Schauer) is an extract natural source. The aim of this work was the evaluation of the effect on the variables of slaughter, cutting and dissected of the carcass of broiler chickens fed with diets added with AO. One hundred sixty two (162) 1 d old broiler chickens (Ross) were used; they were placed in cages (30 x 33 x 44 cm) with two chicks each (nine cages per treatment) and randomly assigned with a factorial arrangement 3^2 ; AOC, oregano oil based on Carvacrol (60.0 %), and AOT, oregano oil based on Thymol (40.0 %). Both AO were tested at levels of 0, 400, and 800 mg L⁻¹. Treatment 800-00 increased ($p < 0.05$) body weight (2.25 kg), 800-800 hot carcass weight and cold, while that the viscera content was decreased ($p < 0.05$); leg and back were higher ($p < 0.05$) at 400-400, hip and wings at 800-400. The treatment 0-400 increased the thigh; the breast was not affected statistically, but 400-0 had the highest value (35.82 %). The dissected of pieces was altered by the levels of AO ($p < 0.05$), mainly lean leg (11.53 %; 400-400), thigh (9.45 %; 800-800), hip (4.12 %; 800-0), back (3.1 %; 800-400) and wings (5.04 %; 800-800). The results suggest that AO can be used in fed for broilers due it improves the characteristics of the carcass.

Key words: Parts, dissected, oregano, carvacrol, thymol.

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos han tenido un papel impor-

tante en la alimentación animal, ya que la producción higiénica de carne, por ejemplo de pollo, estuvo basada en el uso de estos aditivos. Hoy en

día, el empleo de los antibióticos como promotores de crecimiento en la dieta de los animales es limitado, estudiado y analizado, por la toxicología que pueden provocar en el consumidor, debido a que los microorganismos han evolucionado y han generado resistencia a los antibióticos (Pandey et al. 2010).

En este sentido, la tendencia actual es buscar alternativas a los antibióticos usados en la alimentación animal; como sería el AO. Estos derivados de plantas (aditivos fitobióticos) son productos naturales bioactivos, empleados en la alimentación animal para mejorar el desempeño productivo e influir en el crecimiento y la salud de los animales (Roofchae et al. 2011). Así, los extractos aromáticos de plantas y sus constituyentes purificados han sido examinados como una alternativa en la estrategia alimentaria del futuro, en especial los aceites esenciales. Estas sustancias son compuestos fenólicos liposolubles obtenidos entre otros del romero, el clavo, el ajo y el orégano (Vossen et al. 2011); donde el timol y el carvacrol, en concentraciones de 3.0 a 60.0 %, son los dos componentes más predominantes (Lawrence 2008).

El aceite de orégano ha sido utilizado en la dieta de pollos de engorda para evaluar su efecto sobre algunos parámetros de calidad en la carne, en niveles de 100 mg L⁻¹ (Symeon et al. 2009) a 1200 mg L⁻¹ (Roofchae et al. 2011). Asimismo, este producto ha sido tema de varios estudios enfocados a evaluar el peso de sacrificio de los pollos y su rendimiento en canal (Luna et al. 2010, Kirkpinar et al. 2011). No obstante, la mayoría de las investigaciones han evaluado el comportamiento productivo de pollos de engorda, la oxidación de lípidos y la reducción de bacterias patógenas con aceite de orégano *Origanum vulgare* L.; sin embargo, hoy en día existen varias controversias y escasa literatura sobre la evaluación de los parámetros de calidad de la canal y carne de pollo con el uso de AO (*Lippia berlandieri* Schauer) en la dieta.

Por ello, el estudio de la influencia del aceite de orégano en la canal y carne de pollo de engorda puede aportar información sobre un tema poco investigado. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto sobre las características de la canal y la carne de pollos alimentados con dietas adi-

cionadas con aceite de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

La investigación fue realizada en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en el estado de Chihuahua, México. El periodo de engorda de los pollos fue efectuado en la Sala Metabólica de Aves, mientras que el sacrificio, despique y diseccionado de las canales fueron hechos en la Unidad de Ciencia de la carne de la misma Facultad. La ciudad de Chihuahua está localizada entre los paralelos 28° 38' N y 106° 04' O a una altitud de 1 440 msnm, temperatura de 10 a 20 °C y precipitación de 200 a 600 mm, con clima seco templado (INEGI 2012).

Tabla 1. Tratamientos probados en los pollos con aceite de orégano.

Table 1. Treatments tested in chickens with oregano oil.

	Niveles (mg L ⁻¹)	AOT ²		
		0	400	800
AOC ¹	0	0-0	0-400	0-800
	400	400-0	400-400	400-800
	800	800-0	800-400	800-800

¹AOC = aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol;
²AOT = aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro.

Diseño del experimento

162 pollos de 1 d de edad (Ross) fueron distribuidos en jaulas metabólicas (30 x 33 x 44 cm) mediante un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3² de tratamientos. El resultado fue de nueve tratamientos y cada uno estuvo integrado por 18 repeticiones (nueve jaulas con dos pollos cada una), siendo el factor uno AOC, aceite de orégano basado en Carvacrol (60.0 %), y el factor dos AOT, aceite de orégano basado en Timol (40.0 %). El AO fue adquirido en la empresa *Natural Solutions* S.M.I. ubicada en la Ciudad de Jiménez, Chihuahua, México. Los niveles probados, tanto para AOC y AOT fueron 0, 400 y 800 mg L⁻¹ (Tabla 1), e incorporados con base al peso de la

Tabla 2. Ingredientes de la dieta experimental.

Table 2. Ingredients of experimental diet.

Ingrediente (g/kg) ¹	Dieta ²	
	Iniciación (0 a 21 días)	Crecimiento/Finalización (22 a 39 d)
Maíz	46.72	55.64
Soya	39.22	31.29
Gluten de Maíz	5.33	4.44
Pre-mezcla 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; ²las dietas fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollos de engorda sugeridos por NRC (1994).

dieta. El AO fue adicionado en las dietas mezclándolo con el aceite vegetal incluido en la ración. El periodo de engorda tuvo una duración de 39 d. Las dietas utilizadas durante la engorda fueron una inicial ofrecida de la primera a la tercera semana y otra de finalización de la cuarta a la sexta semana; éstas fueron formuladas de acuerdo a NRC (1994) para pollos de engorda (Tabla 2).

Proceso de sacrificio

Los pollos fueron sacrificados a los 39 d retirándose el alimento 12 h antes del sacrificio (García et al. 2007), el cual fue realizado de acuerdo a Taylor et al. (2003) y Symeon et al. (2009); los pollos fueron colocados en ganchos especiales de sacrificio, insensibilizados eléctricamente (120 V/50 Hz por 5 s), muertos por corte en el cuello y desangrados 3 min. Al instante, se pasaron a un recipiente con agua caliente para el escaldado (60 ± 1.0 °C por 90 s), se desplumaron mecánicamente hasta eliminar la pluma (promedio 2 min); cabeza y patas fueron separadas, el eviscerado fue realizado de forma manual, finalmente las canales fueron lavadas, colocadas en una tina de enfriamiento (hielo y agua; 4.0 ± 2.0 °C, 20 min), removidas, escurridas durante 15 min y almacenadas a 4 ± 1.0 °C por 24 h.

Variabes de sacrificio

Durante el proceso, todos los pollos fueron identificados con etiquetas plásticas numeradas en

orden ascendente registrándose el peso vivo (PV). El peso de sangre, plumas, cabeza, cuello, patas y vísceras, fue determinado por diferencia y expresado como porcentaje del PV ($\text{g } 100^{-1} \text{ g}$) considerándose variables de sacrificio (Bozkurt et al. 2009, Kirkpinar et al. 2011).

Por otra parte, el rendimiento de la canal caliente (RCC) fue calculado en función del PV y peso de la canal caliente ($\text{g } 100^{-1} \text{ g}$). Además, a las 24 h *post mortem*, el rendimiento de la canal fría (RCF) fue determinado en función del peso de la canal fría y el PV ($\text{g } 100^{-1} \text{ g}$).

Variabes de despiece y disección

Diez canales fueron seleccionadas completamente al azar de cada uno de los nueve tratamientos (Tabla 1). Cortes primarios (despiece) de cada canal fueron realizados para registrar el peso de pierna, muslo, cadera, espalda, alas, cuello y pechuga. Asimismo, cada pieza fue diseccionada para registrar el peso de magro, hueso y piel. Los pesos de las piezas y el diseccionado se expresan en función del peso de la canal fría.

Análisis estadístico

Las variables de sacrificio, despiece y diseccionado fueron analizadas por el procedimiento GLM de SAS[®] (2002), con el modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \delta_i + \varphi_j + (\delta\varphi)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde: y_{ijk} = variables respuesta; μ = media general; δ_i = efecto del nivel de AOC; ε_j = efecto del nivel de AOT; $(\delta\varphi)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los niveles de AOC y AOT; ε_{ijk} = error aleatorio, el cual se supone idéntica e independientemente distribuido en forma normal con media cero y varianza. La comparación de medias de tratamientos se realizó mediante la prueba estadística de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS

Variables de sacrificio

Los efectos de la inclusión de AOC y AOT en las dietas de los pollos sobre las variables de sacrificio son presentados en la Tabla 3. El PV de los pollos fue afectado ($p < 0.05$) por la variación en los niveles de AOC, donde el tratamiento 0-0 presentó el PV más bajo y el tratamiento 800-0 el valor más alto (2.25 kg; Tabla 3).

Asimismo, el AOC afectó ($p < 0.05$) el peso de la cabeza de los pollos, no así el AOT ($p > 0.05$) ni la interacción entre AOC y AOT ($p > 0.05$). En general, la Tabla 3 muestra que el aumento de los niveles de AOC disminuyó el rendimiento de cabeza; esta variable fue más alta en 0-400 y más baja en los tratamientos restantes; por ello podría interpretarse que concentraciones altas de carvacrol (AOC) reducen el rendimiento de esta pieza.

Por otro lado, el contenido de vísceras fue afectado ($p < 0.05$) por la interacción de AOC y AOT (Tabla 3). Así, los tratamientos 0-0, 400-400 y 0-800 mg L⁻¹ mostraron los contenidos más altos, mientras que 800-800 mg L⁻¹ fue el contenido más bajo; esta relación no difirió estadísticamente de los tratamientos 0-400, 800-400 y 400-800 mg L⁻¹. Por otro lado, tanto el AOC, AOT y su interacción no produjeron efecto significativo ($p > 0.05$) sobre las variables de sacrificio plumas, sangre y patas, presentando promedios generales 4.35, 3.41 y 4.20 % respectivamente (Tabla 4). El promedio de pluma fue mayor en el tratamiento 400-800, sangre en 800-400 y patas en 0-800.

En rendimiento de la canal (Tabla 3), el AOC influyó sobre el RCC y RCF ($p < 0.05$), no así AOT y su interacción con AOC ($p > 0.05$). El

tratamiento 800-800 mg L⁻¹ tuvo el RCC más alto y los tratamientos 0-0 al 400-800 fueron los menores, sin ser estadísticamente diferentes. El RCF fue mayor en los tratamientos 400-0 y 800-800 ($p < 0.05$), mientras que 0-400 fue el menor; sin embargo, la media de éste no difirió del resto de los tratamientos que estadísticamente fueron similares.

Variables de despiece y diseccionado

El efecto de la inclusión de AO en las dietas de los pollos sobre el despiece de la canal son mostrados en la Tabla 5; el rendimiento de pierna, muslo, cadera, espalda y alas fue influenciado estadísticamente ($p < 0.05$) por AOC y AOT. En este sentido, en pierna los tratamientos 400-400, 0-800 y 400-800 produjeron los rendimientos más altos, mientras que 800-0 y 800-400 fueron más bajos. En muslo, las combinaciones 0-0 y 0-400 tuvieron los valores más altos y 800-800 produjo el rendimiento más bajo, aunque estadísticamente fueron iguales a los otros tratamientos. Por otra parte, la proporción de cadera fue mayor en 0-0, 400-0, 800-0 y 800-400 mg L⁻¹ y menor fue en 0-400 y 0-800, sin resultar estadísticamente diferente del resto de los tratamientos. El peso de espalda fue mayor en 400-400 y menor en 800-400 y 800-800, los que fueron iguales a 0-0, 800-0 y 0-800 (7.21, 7.30 y 7.55 % respectivamente). En alas, los tratamientos 800-400 y 800-800 originaron el contenido más alto, que fueron iguales a 400-0, 800-0 y 400-800, con rendimientos superiores a 10.5 %; por el contrario, el tratamiento 0-0 produjo el rendimiento de alas más bajo, sin diferir estadísticamente de 0-800. Finalmente, el rendimiento de pechuga no fue estadísticamente afectado por el AO ($p > 0.05$), no obstante el tratamiento 400-0 tuvo el mayor rendimiento (35.82 %) y 800-400 el menor (Tabla 5).

El rendimiento de la disección de pierna y muslo se muestra en la Tabla 6; en pierna, los tratamientos 0-400, 400-400 y 400-800 originaron los mayores contenidos del magro (> 11 %), mientras que los menores fueron producidos por 800-0, 800-400 y 800-800, que fueron iguales al resto de tratamientos. Por otra parte, el hueso de la pierna fue mayor en el tratamiento 0-800, intermedio en

Tabla 3. Variables de sacrificio de pollos.

Table 3. Variables of chicken slaughter.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	PV (kg)	% Cabeza	% Visceras	% RCC	% RCF
0	0	1.87 (0.46) ^b	2.59 (0.36) ^{ab}	9.53 (1.12) ^a	75.84 (1.46) ^b	77.68 (1.59) ^{ab}
400	0	2.17 (0.22) ^{ab}	2.52 (0.32) ^{ab}	9.02 (1.21) ^{ab}	76.40 (1.43) ^b	78.93 (1.56) ^a
800	0	2.25 (0.28) ^a	2.30 (0.28) ^b	9.03 (0.93) ^{ab}	77.02 (1.33) ^b	78.31 (1.28) ^{ab}
0	400	2.09 (0.18) ^{ab}	2.75 (0.39) ^a	8.74 (1.19) ^{abc}	76.22 (1.70) ^b	76.39 (1.23) ^b
400	400	2.10 (0.37) ^a	2.44 (0.36) ^{ab}	9.51 (1.01) ^a	76.36 (1.89) ^b	77.85 (1.75) ^{ab}
800	400	2.21 (0.37) ^a	2.29 (0.25) ^b	8.10 (0.87) ^{bc}	77.33 (1.44) ^{ab}	77.94 (1.70) ^{ab}
0	800	2.20 (0.40) ^{ab}	2.40 (0.21) ^b	9.43 (1.00) ^a	76.29 (1.25) ^b	77.31 (1.01) ^{ab}
400	800	2.13 (0.22) ^{ab}	2.36 (0.16) ^b	8.99 (1.07) ^{abc}	76.64 (1.01) ^b	78.22 (0.85) ^{ab}
800	800	2.21 (0.25) ^a	2.36 (0.19) ^b	7.70 (1.04) ^c	78.27 (1.92) ^a	78.96 (1.72) ^a

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; PV = Peso vivo (kg); RCC = Rendimiento canal caliente; RCF = Rendimiento canal fría; a,b,c = Medias (desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

Tabla 4. Variables de sacrificio de pollos.

Table 4. Variables of chicken slaughter.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	% Plumas	% Sangre	% Patas
0	0	4.39 (1.06)	3.38 (0.87)	4.27 (0.75)
400	0	4.38 (0.91)	3.54 (0.52)	4.15 (0.70)
800	0	4.29 (0.86)	3.28 (0.57)	4.08 (0.43)
0	400	4.54 (1.10)	3.59 (0.77)	4.16 (0.52)
400	400	3.97 (0.90)	3.44 (0.79)	4.29 (0.46)
800	400	4.39 (0.90)	3.62 (0.59)	4.27 (0.45)
0	800	4.07 (1.07)	3.41 (0.53)	4.40 (0.66)
400	800	4.56 (0.73)	3.26 (0.61)	4.19 (0.61)
800	800	4.54 (0.75)	3.19 (0.49)	3.96 (0.60)

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; a,b,c = Medias (desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

Tabla 5. Variables de despiece de la canal de pollos.

Table 5. Variables cutting chicken carcass.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	% Pierna	% Muslo	% Cadera	% Espalda	% Alas	% Pechuga
0	0	14.26 (0.85) ^{bc}	13.85 (1.05) ^a	12.44 (1.02) ^a	7.21 (0.53) ^{cd}	9.96 (0.43) ^d	35.60 (1.63)
400	0	14.91 (1.09) ^{ab}	12.30 (0.88) ^{abc}	612.52 (1.32) ^a	7.62 (0.67) ^{abcd}	10.64 (0.56) ^{ab}	35.82 (1.04)
800	0	13.82 (0.62) ^c	12.62 (0.71) ^{abc}	12.80 (1.33) ^a	7.30 (0.66) ^{cd}	10.78 (0.58) ^{ab}	35.30 (1.11)
0	400	14.89 (0.43) ^{ab}	13.88 (1.25) ^a	10.83 (1.16) ^b	8.12 (1.06) ^{ab}	10.37 (0.49) ^{bcd}	35.70 (1.18)
400	400	15.56 (0.61) ^a	12.61 (0.64) ^{abc}	11.64 (0.75) ^{ab}	8.28 (0.91) ^a	10.55 (0.44) ^{abc}	35.45 (1.68)
800	400	14.03 (1.07) ^c	13.65 (0.65) ^{ab}	12.64 (1.20) ^a	7.12 (0.57) ^d	10.94 (0.36) ^a	34.66 (1.63)
0	800	15.42 (1.04) ^a	13.17 (0.88) ^{abc}	10.79 (1.55) ^b	7.55 (0.58) ^{bcd}	10.13 (0.45) ^{cd}	35.08 (1.62)
400	800	15.39 (0.72) ^a	12.22 (0.97) ^{bc}	11.72 (0.59) ^{ab}	7.91 (0.64) ^{abc}	10.73 (0.31) ^{ab}	35.59 (1.71)
800	800	14.20 (0.71) ^{bc}	12.04 (0.80) ^c	11.68 (0.81) ^{ab}	7.08 (0.46) ^d	10.95 (0.67) ^a	35.76 (1.12)

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; a,b,c = Medias (desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

Tabla 6. Diseccionado de la pierna y muslo de la cana.

Table 6. Dissected leg and thigh of the carcass.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	% Pierna			% Muslo		
		Magro	Hueso	Piel	Magro	Hueso	Piel
0	0	10.98 (0.91) ^{ab}	2.04 (0.28) ^c	1.24 (0.27) ^a	9.03 (0.94) ^{ab}	3.19 (0.50) ^b	1.48 (0.42) ^a
400	0	10.90 (1.15) ^{ab}	2.41 (0.27) ^{bc}	1.29 (0.19) ^a	7.92 (0.40) ^b	3.14 (0.49) ^b	1.25 (0.18) ^a
800	0	10.19 (0.55) ^b	2.41 (0.33) ^{bc}	1.34 (0.42) ^a	8.54 (0.64) ^{ab}	2.69 (0.34) ^c	1.30 (0.17) ^a
0	400	11.17 (0.71) ^a	2.41 (0.66) ^{bc}	1.57 (0.27) ^a	8.91 (0.76) ^{ab}	3.74 (0.55) ^a	1.31 (0.19) ^a
400	400	11.53 (0.59) ^a	2.40 (0.25) ^{bc}	1.60 (0.30) ^a	8.07 (0.40) ^b	3.27 (0.28) ^b	1.19 (0.19) ^a
800	400	10.18 (1.00) ^b	2.45 (0.22) ^b	1.71 (0.36) ^a	8.86 (0.65) ^{ab}	3.30 (0.36) ^b	1.30 (0.62) ^a
0	800	10.78 (1.29) ^{ab}	2.89 (0.61) ^a	1.05 (0.28) ^a	8.97 (0.44) ^{ab}	3.14 (0.62) ^b	1.26 (0.17) ^a
400	800	11.27 (0.87) ^a	2.33 (0.30) ^{bc}	1.27 (0.22) ^a	7.84 (0.53) ^b	3.12 (0.36) ^b	1.31 (0.17) ^a
800	800	10.11 (0.74) ^b	2.40 (0.38) ^{bc}	1.15 (0.29) ^a	9.45 (0.42) ^a	3.00 (0.37) ^{bc}	1.46 (0.25) ^a

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; a,b,c = Medias (desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

Tabla 7. Diseccionado de la cadera y espalda de la canal.

Table 7. Dissected hip and back of the carcass.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	% Cadera			% Espalda		
		Magro	Hueso	Piel	Magro	Hueso	Piel
0	0	3.10 (1.06) ^{bc}	6.16 (1.14) ^a	2.85 (0.62) ^a	2.50 (0.58) ^b	4.10 (1.13) ^{ab}	0.54 (0.08) ^{ab}
400	0	3.52 (0.65) ^{abc}	5.70 (0.74) ^{ab}	3.02 (0.63) ^a	2.76 (0.34) ^{ab}	4.16 (0.51) ^{ab}	0.56 (0.10) ^{ab}
800	60	4.12 (0.77) ^a	5.19 (0.46) ^b	3.13 (0.68) ^a	3.03 (0.23) ^a	3.58 (0.54) ^{bc}	0.52 (0.06) ^{ab}
0	400	2.89 (1.38) ^c	5.39 (0.80) ^b	1.85 (0.93) ^b	3.03 (0.54) ^a	4.46 (0.79) ^a	0.99 (0.09) ^a
400	400	3.05 (0.69) ^{bc}	5.50 (0.46) ^b	2.95 (0.57) ^a	2.97 (0.39) ^a	4.30 (0.50) ^a	0.79 (0.06) ^{ab}
800	400	3.78 (0.29) ^{ab}	5.05 (0.79) ^b	2.73 (0.77) ^a	3.10 (0.49) ^a	3.61 (0.54) ^{bc}	0.86 (0.07) ^{ab}
0	800	3.15 (0.92) ^{bc}	5.34 (0.63) ^b	3.26 (0.45) ^a	3.04 (0.55) ^a	3.88 (0.54) ^{ab}	0.48 (0.11) ^b
400	800	2.97 (0.72) ^{bc}	5.45 (0.59) ^b	3.13 (0.39) ^a	2.70 (0.35) ^{ab}	4.17 (0.42) ^{ab}	0.88 (0.09) ^{ab}
800	800	3.41 (0.46) ^{abc}	5.19 (0.42) ^b	2.88 (0.45) ^a	3.01 (0.26) ^a	3.18 (0.37) ^c	0.66 (0.06) ^{ab}

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; a,b,c = Medias (desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

800-400 y menor en 0-0 que resultó ser estadísticamente igual a los otros tratamientos; por su parte, la piel de la pierna no fue afectada por el AO (p > 0.05), ésta tendió a incrementarse en los tratamientos 400-400 y 800-800 (> 1.5 %), pero disminuyó en 800-0 (1.05 %; Tabla 6). En muslo, el AOC tuvo efecto en el comportamiento del magro y hueso (p < 0.05), mientras que el AOT únicamente influyó (p < 0.05) el hueso (Tabla 6). Así, el tratamiento 800-800 presentó el rendimiento de magro más alto (> 9.0 %), mientras que 400-0, 400-400 y 400-800 fueron los más bajos, que no fueron diferentes estadísticamente del resto de los tratamientos; en el caso del contenido de hueso del

muslo, el tratamiento 0-400 produjo el rendimiento más alto (> 3.6 %), los tratamientos 0-0, 400-0, 400-400, 800-400, 0-800 y 400-800 fueron intermedios y el menor fue para 800-0 (< 3.0 %). La piel del muslo no fue influenciada (p > 0.05) por los niveles del AO, sin embargo tendió a ser mayor en el tratamiento 0-0 (1.48 %) y menor en 400-400 (1.19 %). Por otra parte, la disección de la cadera y espalda se presenta en la Tabla 7; el AOC influyó (p < 0.05) sobre el contenido del magro, el hueso y la piel de la cadera. El contenido del magro fue mayor en el tratamiento 800-0 (4.12 %) y menor para 0-400 (< 2.9 %), que no fue diferente estadísticamente a los tratamientos 0-0, 400-400, 0-800 y 400-800; el porcentaje más alto de hueso

de cadera fue producido por 0-0 ($> 6.0\%$) y los más bajos se presentaron a partir del tratamiento 800-0 hasta 800-800 ($< 5.5\%$; Tabla 7). Por otro lado, el tratamiento 0-400 tuvo el rendimiento de piel más bajo ($< 1.9\%$) y más alto en los otros tratamientos ($> 2.7\%$). Respecto al diseccionado de espalda, el magro fue menor en 0-0, mientras que de los tratamientos 800-0 al 0-800 y 800-800 los rendimientos fueron más grandes ($> 2.9\%$; Tabla 7); el hueso de la espalda fue más alto en 0-400 y 400-400 y el más bajo fue para 800-800, que no fue diferente estadísticamente a 800-0 y 800-400 respectivamente. Por último, el mayor rendimiento de piel fue en 0-400 (0.99 %) y el menor en 0-800 (0.48%), sin ser diferente estadísticamente del resto de los tratamientos. Estos resultados muestran que el magro y la piel de la espalda tuvieron una tendencia a incrementar con los niveles más altos del AO, por lo que el rendimiento de esta pieza mejora. Por otra parte, el carvacrol, además de incrementar el peso de los pollos, también aumenta el peso de hueso y por lo tanto, una variación en magro y piel de la espalda.

El rendimiento del diseccionado de alas, pechuga y el porcentaje de cuello se muestran en la Tabla 8. En el caso de alas, el magro, hueso y piel fueron afectados ($p < 0.05$) por las concentraciones del AO; el magro fue menor en los tratamientos 0-0, 0-400 y 0-800 con rendimientos menores al 4.0 %, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron los porcentajes más altos ($> 4.6\%$), sin ser estadísticamente diferentes. En hueso, 0-400 tuvo el contenido más alto (4.43 %) y los tratamientos restantes produjeron los contenidos más bajos ($< 4.1\%$). El tratamiento 0-800 generó la proporción más alta de la piel de alas (2.24 %) y los otros tratamientos tuvieron las proporciones más bajas ($< 1.9\%$). Estos resultados muestran que las concentraciones elevadas de carvacrol aumentan el contenido muscular y disminuyen el peso del hueso; es decir, el rendimiento de alas fue mejorado porque con dosis altas de AO, el hueso disminuyó y el magro aumentó. El magro y el hueso de la pechuga no fueron alterados ($p > 0.05$) por el AOC y AOT (Tabla 8); así, el magro de esta pieza tuvo el mayor rendimiento en el tratamiento 800-800 (28.94 %),

y el menor en 800-400 (27.81 %). En el caso del hueso, el mayor valor fue para 800-0, mientras que 400-0 presentó el menor. Por otro lado, la piel de pechuga fue afectada por el AOC principalmente; el tratamiento 400-0 produjo el rendimiento más alto y el 800-0 tuvo el más bajo, sin ser estadísticamente diferente de 800-400 y 0-400. Por otra parte, el cuello sin piel fue influenciado ($p < 0.05$) por el AO, donde 800-400 tuvo el rendimiento más alto (3.87 %) y el tratamiento 0-0 el más bajo (3.24 %), sin resultar diferente al resto de los tratamientos.

DISCUSIÓN

Trabajos previos han documentado la efectividad de los aceites esenciales sobre el comportamiento productivo en pollo; por ejemplo, Bozkurt *et al.* (2009) obtuvieron un PV de 2.6 kg en 42 d cuando emplearon 1000 mg L⁻¹ de AO, tendencia similar fue obtenida en esta investigación, ya que los niveles altos de AO (800 mg L⁻¹) incrementaron el PV en 39 d. Bozkurt *et al.* (2009) y Hernández *et al.* (2004) atribuyeron este comportamiento a un efecto como promotor de crecimiento del AEO, el cual estimula la digestibilidad y mejora la absorción de los nutrimentos. En este sentido, Basmacioğlu *et al.* (2004) encontraron que 150 y 300 mg L⁻¹ AEO (*Origanum onites*) en la dieta de pollos afectaron el PV, 2.1 kg (control) a 2.2 kg con AO. En el presente estudio se encontró que niveles altos de AOC y AOT (800-0, 800-800) mejoraron el PV de los pollos.

Los tratamientos con niveles altos del AOC y AOT tendieron a reducir el rendimiento en cabezas; esto podría deberse a lo indicado por Issa y Abo (2012), quienes reportaron que el uso de hierbas, extractos de plantas y AO pueden influir en las características de sacrificio de los pollos, cuando aditivos naturales son agregados a las dietas; en este estudio, los niveles altos de AOC disminuyeron el peso de cabeza; el cual podría deberse el carvacrol.

Actualmente existe controversia con respecto al efecto de los aceites esenciales sobre algunas variables de sacrificio de pollos como las vísceras. En el presente trabajo se encontró efecto sobre vísceras por los tratamientos estudiados (AOC-AOT; Tabla

Tabla 8. Diseccionado de alas, pechuga y cuello.

Table 8. Dissected wings, breast and neck.

AOC (mg L ⁻¹) ¹	AOT (mg L ⁻¹) ²	% Alas			% Pechuga			Cuello
		Magro	Hueso	Piel	Magro	Hueso	Piel	
0	0	3.87 (0.41) ^b	4.09 (0.53) ^{ab}	1.64 (0.20) ^b	28.69 (1.47)	4.50 (1.02)	2.20 (0.61) ^{bcd}	3.24 (0.49) ^b
400	0	4.69 (0.48) ^a	4.02 (0.33) ^b	1.76 (0.26) ^b	28.58 (1.18)	4.14 (0.95)	2.98 (0.83) ^a	3.59 (0.39) ^{ab}
800	0	5.00 (0.48) ^a	3.86 (0.24) ^b	1.73 (0.12) ^b	28.23 (1.57)	5.02 (0.71)	1.92 (0.35) ^e	3.76 (0.31) ^{ab}
0	400	3.92 (0.45) ^b	4.43 (0.35) ^a	1.72 (0.40) ^b	28.44 (1.15)	4.96 (1.00)	2.12 (0.44) ^{cde}	3.76 (0.20) ^{ab}
400	400	4.74 (0.35) ^a	3.85 (0.32) ^b	1.74 (0.13) ^b	28.26 (1.52)	4.28 (0.73)	2.79 (0.87) ^{ab}	3.50 (0.32) ^{ab}
800	400	5.00 (0.45) ^a	3.96 (0.30) ^b	1.86 (0.13) ^b	27.81 (1.64)	4.76 (0.99)	2.02 (0.25) ^{de}	3.87 (0.32) ^a
0	800	3.86 (0.58) ^b	3.82 (0.83) ^b	2.24 (0.38) ^a	28.11 (1.64)	4.21 (1.06)	2.65 (0.62) ^{abcd}	3.41 (0.64) ^{ab}
400	800	4.89 (0.37) ^a	3.85 (0.29) ^b	1.73 (0.15) ^b	28.64 (1.26)	4.44 (0.82)	2.73 (0.41) ^{abc}	3.38 (0.39) ^{ab}
800	800	5.04 (0.45) ^a	3.83 (0.29) ^b	1.93 (0.16) ^{ab}	28.94 (1.07)	4.48 (0.79)	2.23 (0.25) ^{bcd}	3.67 (0.19) ^{ab}

¹ aceite de orégano mexicano con 60.0 % carvacrol; ² aceite de orégano mexicano con 40.0 % timol; mg L⁻¹ = miligramos por litro; a,b,c = Medias (Desviación estándar) en la misma columna con distinta literal son diferentes p < 0.05.

3), sobre todo cuando fueron probados niveles altos de AOC y AOT; el tratamiento 800-800 presentó el rendimiento más bajo, siendo diferente estadísticamente al resto. Posiblemente, este resultado se debe sinergismo entre el timol y carvacrol, es decir, el incremento en la concentración de carvacrol y timol potencializa la actividad del aceite esencial e impacta directamente el tracto digestivo de los pollos, reflejándose en la reducción del peso de vísceras. En relación a esto, Bozkurt *et al.* (2009) obtuvieron resultados de 7.6 % de órganos (intestino delgado, hígado, páncreas) cuando emplearon 1000 mg L⁻¹ de AO, cantidad similar al porcentaje de vísceras encontrado en esta investigación (7.7 % en 800-800), e indicaron que esto se debe a que mejora el metabolismo y por tanto, el peso de los órganos. Asimismo, Simsek *et al.* (2007) sugirieron que algunos componentes del AO pueden tener efecto en el sistema digestivo y el metabolismo de los pollos, reflejándose en la variación del peso de los órganos. En este sentido, Lee *et al.* (2003) compararon el efecto de 200 mg L⁻¹ de timol y carvacrol en pollos e indicaron que éstos disminuyen la ingesta de alimento, pero mejoran la conversión del alimento, modulando el apetito. Esto puede explicar como la combinación de las concentraciones altas de AOC y AOC (por ejemplo el tratamiento 800-400 y 800-800) en esta investigación, disminuyeron el porcentaje de vísceras.

Escasos trabajos han reportado el rendimiento de canal caliente y fría por efecto de AO; en la presente investigación se encontró que tanto el nivel

más alto de AOC como de AOT (800-800) mejoraron el RCC y RCF. Resultados similares encontraron Bozkurt *et al.* (2009) para RCC; además, Alçiçek *et al.* (2004) obtuvieron resultados similares en rendimiento de la canal (75.2 %) cuando usaron 48 mg L⁻¹ de AEO (*Origanum* sp.), relacionando este comportamiento con la estimulación del carvacrol para mejorar la ganancia de peso, debido al mejoramiento en la eficiencia del uso del alimento y las alteraciones en la composición de la canal. Así, en el presente estudio se observa que cuando el carvacrol y timol son adicionados en la dieta de los pollos, el rendimiento de la canal tiende a mejorar. Sin embargo, es necesario llevar a cabo investigación con niveles más altos de carvacrol y timol a los probados en este trabajo, para asegurar que concentraciones altas de estos componentes podrían reducir o incrementar el rendimiento en carne.

En general, el rendimiento de las piezas fue menor en los tratamientos con los niveles altos de aceite de AO. Por ejemplo, 800-0 en pierna, 800-800 en muslo y espalda, 0-800 en cadera y alas (Tabla 5); esto es contrario a lo obtenido por Najafi y Torki (2010), quienes no obtuvieron diferencia en muslo cuando usaron 200 mg L⁻¹ de aceite de tomillo, canela y clavo; no obstante, estos autores señalaron que los extractos pueden tener efecto en el rendimiento de pollos. En adición, Simsek *et al.* (2007) no encontraron diferencia en pierna, cuello y espalda cuando estudiaron 100, 200 y 400 mg L⁻¹, pero en alas (11.26 %) detectaron diferencia en 100 mg L⁻¹. Los autores lo explicaron por

el efecto positivo de los terpenos en la mejora del metabolismo del sistema digestivo. En este sentido, Lee *et al.* (2004) sugirieron que la acumulación de los aceites esenciales en el cuerpo es improbable debido a su rápido metabolismo para su conversión y excreción, sin embargo, pollos alimentados con estos componentes en la dieta pueden depositarlos en varios tejidos. Esto hace suponer que el carvacrol y timol pueden incrementar o disminuir el rendimiento de algunas piezas, posiblemente por su acumulación en los tejidos que pueden influir en el metabolismo corporal de los pollos. En el presente trabajo, el tratamiento 400-400 incrementó pierna y espalda pero disminuyó muslo y 0-400 aumentó el muslo pero redujo cadera. Por otro lado, el rendimiento de pechuga no fue afectado por el AO, y aunque es indicado que los aceites esenciales pueden ser depositados en los tejidos y mejorar el rendimiento de las piezas, los resultados obtenidos en pechuga solo muestran una variación numérica, donde 400-0 tuvo el mayor rendimiento (Tabla 5).

Pocos datos han sido reportados en cortes primarios y diseccionado de las canales de pollos alimentados con AO. La información obtenida en el presente trabajo para pierna y su diseccionado mostraron que los niveles más altos de AOC y AOT (800-800) disminuyeron el rendimiento del magro, aumentaron el contenido del hueso (0-800) y la piel no fue alterada. Contrario a estos resultados, Marcinčák *et al.* (2011) probaron 0.2 % de extractos de agrimonia (*Agrimonia eupatoria* L.) y toronjil (*Mellisa officinalis* L.) sin obtener influencia en pierna, y señalaron que el efecto de aditivos fitogénicos es inconsistente porque podría estar en función de las concentraciones usadas en la dieta. En este caso, los resultados presentados pueden ser atribuidos a altas concentraciones de carvacrol en la dieta.

Por el contrario, el magro del muslo fue menor en las concentraciones más altas de AOC y AOT (800-800), pero el hueso fue menor en 800-0 y 800-800, sin alterar la piel del muslo. De acuerdo a lo indicado por Lee *et al.* (2004), que algunos componentes de los aceites esenciales pueden influir en el rendimiento de la canal de pollo; los resultados obtenidos en este trabajo podrían indicar que estos componentes reducen el peso de los huesos, mien-

tras que el magro del muslo podría incrementarse en concentraciones altas; por lo tanto, la concentración mayor a 400 mg L⁻¹ en la dieta, pueden provocar cambios en la proporción del diseccionado de la pierna y muslo.

Marcinčák *et al.* (2011) indicaron que al combinar algunos constituyentes de los AE, el sinergismo presente entre ellos no puede ser favorable en el crecimiento de pollos. Esto no concuerda con los resultados de este estudio, ya que el magro y piel de cadera fueron incrementados por 800-0 (AOC), y se disminuyó hueso; asimismo, el magro y piel de espalda fueron incrementadas y el hueso reducido. De esta manera, Lee *et al.* (2003) indicaron que el timol no puede modificar la estructura en lo general del pollo; sin embargo, algunas piezas de la canal pueden ser influenciadas por este componente, como se demuestra en el presente estudio. En este sentido, el magro, piel y hueso de alas también fueron afectadas por el AO, ya que niveles altos de AOC y AOT (800-0, 800-400) aumentaron magro y redujeron hueso y piel. Probablemente este componente tiene la capacidad para estimular la división celular de algunos tejidos.

Varios autores han reportado el efecto del aceite de orégano en la composición de la canal de pollo; estos autores indicaron que la ausencia o nulo contenido de timol o carvacrol se relaciona a un bajo efecto del AO. Además señalan que los aceites esenciales tienen propiedades para estimular el apetito, beneficiar la digestión mediante la mejora de la actividad de enzimas digestivas y absorción de nutrientes (Cross *et al.* 2007, Windisch *et al.* 2008, Roofchae *et al.* 2011). Esto puede explicar los efectos encontrados en la pechuga, donde el magro y el hueso no fueron influenciados por el AOC y AOT, sin embargo, la acción de estos componentes estuvo reflejada en el contenido de piel, que fue mayor en 400-0 y menor en 800-0. Con esto puede suponerse que solamente el carvacrol (AOC) puede modificar la composición de la piel de esta pieza. Por otro lado, el cuello también fue afectado por niveles altos de los aceites evaluados en este trabajo, resaltando la capacidad del AO para influir en este rendimiento.

CONCLUSIONES

Con base en la información obtenida en esta investigación, se concluye que la inclusión de aceite esencial de orégano podría aplicarse en la producción de pollos de engorda debido a que mejora las

características productivas de la canal y su carne. Además, se sugiere investigar diversos niveles de timol y carvacrol puros para evaluar su posible deposición en los tejidos y la ganancia de peso de las piezas.

LITERATURA CITADA

- Alçiçek A, Bozkurt M, Çabuk M (2004) The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance. *South African Society for Animal Science* 34: 217-222.
- BasmacioğH, Tokuşoğlu Ö, Ergül M (2004) The effect of oregano and rosemary essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFAs in broilers. *South African Society for Animal Science* 34: 197-210.
- Bozkurt M, Küçükyılmaz K, Çatli AU, Çinar M (2009) Effect of dietary mannan oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. *South African Society for Animal Science* 39: 223-232.
- Cross DE, McDevitt RM, Hillman K, Acamovic T (2007) The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British Poultry Science* 48: 496-506.
- García V, Catalá-Gregori P, Hernández F, Megías MD, Madrid J (2007) Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research* 16: 555-562.
- Hernández F, Madrid J, García V, Orengo J, Megías MD (2004) Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* 83: 169-174.
- INEGI (2012) México en Cifras: Información Nacional por Entidad Federativa y Municipios. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx>. Fecha de consulta 10 de diciembre de 2012.
- Issa KJ, Abo OJM (2012) Effect of garlic powder on performance and lipid profile of broilers. *Open Journal of Animal Sciences* 2: 62-68.
- Kirkpınar F, Ünlü HB, Özdemir G (2011) Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science* 137: 219-225.
- Lawrence BM (2008) Progress in Essential Oils. *Perfumer & Flavorist* 36: 221-225.
- Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Yeom KH, Beynen AC (2003) Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *The Journal Applied Poultry Research* 12: 394-399.
- Lee KW, Everts H, Beynen AC (2004) Essential oils in broiler nutrition. *International Journal of Poultry Science* 3: 738-752.
- Luna A, Lábaque MC, Zygadlo JA, Marin RH (2010) Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation in broiler meat. *Poultry Science* 89: 366-370.
- Marcinčák S, Popelka P, Zdolec N, Mártonová M, Imková J, Marcinčáková D (2011) Effect of supplementation of phyto-genic feed additives on performance parameters and meat quality of broiler chickens. *Slovenian Veterinary Research* 48: 27-34.

- Najafi P, Torki M (2010) Performance, blood metabolites and immunocompetence of broiler chicks fed diets included essential oils of medicinal herbs. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 9: 1164-1168.
- NRC (1994) *Nutritional Requirements of Poultry*. National Research Council. Washington D.C. 27 p.
- Pandey RR, Dubey RC, Saini S (2010) Phytochemical and antimicrobial studies on essential oils of some aromatic plants. *African Journal of Biotechnology* 9: 4364-4368.
- Roofchae A, Irani M, Ebrahimzadeh MA, Akbari MR (2011) 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: 6177-6183.
- SAS Institute, Inc (2002) *SAS/STAT users guide: Statics version 9* Cary, North Carolina. U.S.A.
- Simsek UG, Ciftci M, Dalkilic B, Guler T, Ertas ON (2007) The effects of dietary antibiotic and anise oil supplementation on body weight, carcass characteristics and organoleptic analysis of meat in broilers. *Revue de Médecine Vétérinaire* 158: 514-518.
- Symeon GK, Zintilas C, Ayoutanti A, Bizelis JA, Deligeorgis SG (2009) 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: 331-334.
- Taylor M, Hartnell G, Lucas D, Davis S, Nemeth M (2003) Comparison of broiler performance and carcass parameters when fed diets containing soybean meal produced from Glyphosate-Tolerant (MON 89788), control, or conventional reference soybeans. *Poultry Science* 86: 2608-2614.
- Vossen E, Ntawubizi M, Raes K, Smet K, Huyghebaert G, Arnouts S, De Smet S (2011) Effect of dietary antioxidant supplementation on the oxidative status of plasma in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 95: 198-205.
- Windisch W, Shadle K, Kroismayr A (2008) Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science* 86: E140-E148.