

Efecto del aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) sobre metabolitos sanguíneos en pollos de engorde

Tomás Antonio Madrid Garcés¹ / Albeiro López Herrera² / Jaime Eduardo Parra Suescún³

Resumen

Objetivo: evaluar parámetros sanguíneos en pollos de engorde de la línea genética Cobb500, luego de la administración de aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) (AEO). **Materiales y métodos:** se utilizaron 200 pollos de línea genética Cobb 500 y se realizaron mediciones los días 14, 28 y 42. Los animales fueron aleatorizados a una de dos dietas: dieta comercial con antibiótico y sin este. A esta última se adicionaron diferentes concentraciones de AEO (75, 100 o 200 ppm AEO). Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas. **Resultados:** los pollos del grupo D5 (200 ppm) presentaron mayores valores en glucosa, fosfatasa y fósforo que los pollos alimentados con antibiótico (D2) a lo largo del experimento. **Conclusión:** la adición de 200 ppm de AEO en el alimento de pollos de engorde de la línea genética Cobb 500 induce una mejora en metabolitos sanguíneos. Este trabajo permitió evaluar las variables metabólicas de pollos que consumieron AEO.

Palabras clave: aceite esencial de orégano, fitobióticos, metabolitos sanguíneos, pollo de engorde.

- 1 Zootecnista. Esp. MSc. Ph.D. (c). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Grupo de Investigación BIOGEM.
✉ tamadridg@unal.edu.co
- 2 Zootecnista. Médico veterinario. MSc. Ph.D. Profesor titular. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Grupo de Investigación BIOGEM.
✉ alherrera@unal.edu.co
- 3 Zootecnista. MSc. Ph.D. Profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Grupo de Investigación BIOGEM.
✉ jeparrasu@unal.edu.co

Cómo citar este artículo: Madrid Garcés TA, López Herrera A, Parra Suescún JE. Efecto del aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) sobre metabolitos sanguíneos en pollos de engorde. Rev Med Vet. 2018;(37):25-33. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss37.3>.

Effect of oregano essential oil (*Lippia origanoides*) on blood metabolites in broiler chickens

Abstract

Objective: To evaluate blood parameters in broiler chickens of the Cobb 500 genetic line, after the administration of oregano essential oil (*Lippia origanoides*) (OEO). **Materials and methods:** 200 chickens of the Cobb 500 genetic line were used, and measurements were taken on days 14, 28, and 42. The animals were randomly assigned to one of two diets: commercial diet with and without antibiotic supplementation. To the antibiotic-free diet different concentrations of OEO were added (75 ppm, 100 ppm, or 200 ppm). A statistical randomized block design was used in an array of divided plots. **Results:** Chickens from group D5 (200 ppm of OEO) had higher values in glucose, phosphatase, and phosphorus than chickens fed with antibiotic supplementation (D2) throughout the experiment. **Conclusion:** The addition of 200 ppm of OEO in the food of broiler chickens of the Cobb 500 genetic line induces an improvement in blood metabolites. This work allowed evaluating metabolic variables of chickens that consumed OEO.

Keywords: oregano essential oil, phytochemicals, blood metabolites, broiler chickens.

Efeito do óleo essencial de orégano (*Lippia origanoides*) sobre metabolitos sanguíneos em frangos de corte

Resumo

Objetivo: avaliar parâmetros sanguíneos em frangos de corte da linha genética Cobb500, após administração de azeite essencial de orégano (*Lippia origanoides*) (AEO). **Materiais e métodos:** Foram utilizados 200 frangos de linha genética Cobb 500 e foram realizadas medições nos dias 14, 28 e 42. Os animais foram submetidos aleatoriamente a uma de duas dietas: dieta comercial com antibiótico e sem este. A esta última foram adicionadas diferentes concentrações de AEO (75 ppm, 100 ppm ou 200 ppm AEO). Se realizou um desenho estatístico de blocos aleatórios em uma matriz de parcelas divididas. **Resultados:** os frangos do grupo D5 (200 ppm) apresentaram maiores valores em glicose, fosfatase e fósforo que os frangos alimentados com antibiótico (D2) ao longo do experimento. **Conclusão:** a adição de 200 ppm de AEO no alimento de frangos de corte da linha genética Cobb 500 induz a uma melhora em metabolitos sanguíneos. Este trabalho permitiu avaliar as variáveis metabólicas de frangos que consumiram AEO.

Palavras-chave: óleo essencial de orégano, fito bióticos, metabolitos sanguíneos, frangos de corte.

INTRODUCCIÓN

De las carnes más consumidas, la de pollo representa una opción interesante en temas de sostenibilidad, ya que, desde el punto de vista de la conversión alimenticia, es más eficiente que la de bovino y cerdo (1). Actualmente, la carne más consumida en el mundo es la de cerdo, seguida por la de pollo y la de bovino. No obstante, nuevas proyecciones económicas demuestran que en pocos años la carne de pollo será la más consumida del mundo (2).

Para el crecimiento del sector avícola en el mundo, y con el objetivo de suplir las necesidades y demandas de carne generadas por el mercado, se han desarrollado avances tecnológicos en incubación, genética, reproducción, alimentación y nutrición (3). Entre los avances más significativos en nutrición se encuentra la estandarización de tablas nutricionales para alimentación de las aves (4) y el uso de aditivos que favorecen la eficiencia productiva de los animales. La Unión Europea limita el uso de antibióticos en producción animal; permite su uso te-

rapéutico y prohíbe el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC), conocido como uso profiláctico, además del metafiláctico (5).

En los últimos años se han buscado alternativas viables al uso de APC y se han encontrado varias especias y hierbas que contienen aceites esenciales, los cuales podrían ser usados como promotores de crecimiento en la alimentación animal. Estos aditivos fitogénicos (fitobióticos) pueden tener más de un modo de acción, lo que mejora la ingesta de alimento y sabor, la secreción de enzimas digestivas, la motilidad gástrica e intestinal, la estimulación endocrina, la estimulación inmune, la actividad antiinflamatoria y antioxidante y la actividad antimicrobiana, antiviral, antihelmíntica y coccidiostática (6).

Diversos autores como Betancourt (7), Padilla (8) y Shiva (9) manifiestan que los aceites esenciales de orégano (AEO) se han propuesto como aditivos naturales para su uso en la alimentación en pollos de engorde y reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento. Se

ha demostrado que el *Lippia origanoides*, u orégano de monte, nativo de Colombia, tiene gran potencialidad como promotor nutricional de crecimiento en pollos de engorde y se presenta como una alternativa natural al uso de APC (7).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de tres concentraciones de AEO de *Lippia origanoides* sobre metabolitos sanguíneos en pollos de engorde de la línea genética Cobb 500.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones éticas

Todos los procedimientos experimentales se llevaron a cabo de acuerdo con las guías propuestas por The International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals (Cioms, 2012) (10). Esta investigación fue avalada por el Comité de Ética en la Experimentación Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (Cemed 045 del 10 de junio de 2014).

Localización

El trabajo de campo se realizó en el centro de producción San Pablo, perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, ubicado en el municipio de Rionegro, Antioquia, paraje El Tablacito, localizado a 2100 m s. n. m., con una temperatura entre 12 y 18 °C, que corresponde a una zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

Animales

Se utilizaron 200 pollos machos de línea Avian Cobb 500 de un día de nacidos, alojados en corrales en piso. El periodo experimental tuvo una duración de 42 días. La cría se realizó siguiendo procedimientos comerciales en una granja experimental.

Manejo sanitario

Para el recibimiento de los pollos se realizó lavado, limpieza y desinfección del galpón, cortinas, comederos y bebederos. Además, se hizo el control de roedores e insectos con productos obtenidos en casas comerciales. Las criadoras se encendieron cinco horas antes de la llegada de los animales.

Dietas

Los animales fueron alimentados con dos dietas: dieta comercial con la adición de antibiótico y sin este. Las diferentes concentraciones de AEO (*L. origanoides*) se adicionaron en la dieta comercial sin antibiótico, así:

- Dieta 1 (control): alimento comercial sin antibiótico (AC), sin adición AEO.
- Dieta 2: alimento comercial con antibiótico, sin adición de AEO.
- Dieta 3: AC + 75 ppm de AEO.
- Dieta 4: AC + 100 ppm de AEO.
- Dieta 5: AC + 200 ppm de AEO.

Se elaboró una dieta (tabla 1) multietapa que cumplía con los requerimientos mínimos nutricionales establecidos por Rostagno et al. (4). El alimento utilizado en el estudio estuvo libre de antibióticos (excepto la dieta D2, en la que se utilizó bacitracina de zinc como APC). Para el experimento no fue necesario modificar la dieta. Solo se adicionaron las concentraciones de AEO de *Lippia origanoides* a tres niveles. Los animales tuvieron acceso a agua a libre voluntad durante el tiempo de duración del experimento. Los pollos consumieron las dietas que les correspondieron desde el día 1 del experimento. Las primeras evaluaciones se realizaron el día 14 de experimentación para que los parámetros evaluados tuvieran como única variable el alimento consumido. Además se pudo verificar que el día 1 todos venían con parámetros de metabolitos sanguíneos similares.

Tabla 1. Composición nutricional de la dieta basal

Materia prima	Cantidad (g)	%
Lisina HCL	2,4	0,238
Metionina DL	2,5	0,246
Bentonita DL	4,0	0,400
Cloruro de colina al 60 %	0,5	0,050
Sal yodada	2,0	0,200
Treonina-L	0,7	0,066
Fosfato monodivalente al 21 %	6,6	0,656
HNA carne 50P/17G/18C	15,0	1,500
Carbonato de calcio	15,0	1,500
Harina arroz 8-18	26,6	2,664
Soya 18 integral	88,3	8,830
Torta soya al 48 %	250,0	25,000
Maíz S-12	586,5	58,650
Total	1000,0	100

Nutrientes (%)	Valor
Peso (kg)	1,000
Humedad	11,071
E. M. aves (KCal/kg)	3.005,940
Proteína bruta	19,582
Grasa	5,045
A. G. saturados	0,352
A. G. insaturados	2,123
Materia seca	88,929
Extracto libre de N	55,508
Fibra bruta	2,769
Cenizas	6,022
Calcio	0,840
Fósforo disp.	0,294
Fósforo total	0,546
Cloro	0,218

Nutrientes (%)	Valor
Sodio	0,123
Potasio	0,832
B. electrolítico (meg/kg)	204,709
Lisina	1,301
Metionina	0,543
Met + Cist	0,871
Treonina	0,835
Triptofano	0,242
Arginina	1,376
Isoleucina	0,850
Leucina	1,707
Valina	0,956
Histidina	0,547
Fenilalanina	1,000
Fenil & tiro	1,835
Glicina	0,982
Alanina	1,107
Lis Dig Aves	1,177
Met Dig Aves	0,519
M + C Dig Aves	0,793
Tre Dig Aves	0,736
Trp Dig Aves	0,201
Arg Dig Aves	1,247
Ile Dig Aves	0,765
Leu Dig Aves	1,561
Val Dig Aves	0,848
His Dig Aves	0,481
Fen Dig Aves	0,904
Xantofilas (mg/kg)	5,865
Pellet-Dureza	5,334
Pellet	3,724
Total soyas	33,83

Toma de muestras

Sacrificio

Durante la fase de experimentación se realizaron sacrificios escalonados de las aves de la siguiente forma: los días 14, 28 y 42 se sacrificaron 20 aves (cuatro aves por tratamiento). Todas las aves fueron sacrificadas 2,5 h después de su última alimentación. Los animales se sedaron por inhalación de nitrox y posteriormente se realizó el sacrificio con dióxido de carbono durante 3 min. Posterior a esto se tomó una muestra de sangre por medio de punción cardíaca.

Se tomó una muestra de sangre (10 ml aprox.) directamente de la vena de cada animal, la cual fue almacenada en tubos de ensayo tapa roja debidamente identificados y centrifugada de inmediato para separar el suero. Las muestras fueron almacenadas a 4 °C hasta la realización de los análisis de laboratorio (glucosa, fosfatasa alcalina y fósforo).

Cuantificación de metabolitos sanguíneos

Los metabolitos evaluados fueron: glucosa, fósforo, fosfatasa alcalina, colesterol, lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y triglicéridos. La cuantificación en suero se realizó mediante el estuche comercial (DIA.PRO Diagnostic Bioprobes), siguiendo las instrucciones del fabricante. Se utilizaron tres controles negativos (CN), dos calibradores (C) y un control positivo (CP) en cada plato. El punto de corte (*cut off* [CO]) fue determinado como el promedio de las densidades ópticas a 450 nm (DO 450) de los controles negativos (NC) + 0,35. Los resultados para glucosa en sangre fueron interpretados como la relación entre la DO 450 de la muestra y el CO así: M/CO menor 0,9 negativo, M/CO entre 1,0 y 1,1 indeterminado y M/CO mayor de 1,1 positivos. La medición de las densidades ópticas se hizo usando espectrofotómetro. Las mediciones fueron tomadas los días 14, 28 y 42.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó según un diseño bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas. A cada animal le fue asignado uno de los 15 tratamientos (cinco dietas experimentales y tres periodos de evaluación). Cada tratamiento tuvo un total de cuatro repeticiones (aves). El análisis estadístico se realizó según el procedimiento PROC MIX GLM del SAS (11). Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron determinadas por mínimos cuadrados y analizadas por Anova. Para realizar la comparación de los promedios entre tratamientos se utilizó una prueba de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS

En general las aves que consumieron las diferentes dietas presentaron un buen estado de salud y no mostraron ningún síntoma o signo adverso de enfermedad que causara su retiro o sacrificio antes de los periodos de toma de muestras. Adicionalmente, las aves consumieron la ración diaria de alimento ajustada a la guía de manejo de la línea genética Cobb 500 (2012) (12). En este experimento no se encontró interacción estadística entre las diferentes dietas y los días de sacrificio para ninguna de las variables en estudio, por ello no fue necesario desglosar y analizar cada uno de los factores de forma independiente.

Para la variable metabolitos sanguíneos (tabla 2) se presentó diferencia estadística significativa entre las dietas dentro de cada uno de los periodos de muestreo ($p < 0,05$), en los que las dietas que fueron adicionadas con AEO, específicamente D5 (200 ppm de AEO), presentaron los resultados más significativos para cada una de las variables en estudio. Entre los diferentes días de muestreo, en el día 42 se presentaron los valores más altos para cada dieta en estudio para los metabolitos evaluados ($p < 0,05$).

Tabla 2. Metabolitos sanguíneos en pollos alimentados con AEO (*Lippia origanoides*) durante 42 días

		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Fosfatasa (U/L)	14	5280,4 ^{AX}	6458,3 ^{BX}	8754,3 ^{CX}	9561,4 ^{DX}	9897,3 ^{EX}	16,45
	28	7928 ^{AY}	8800 ^{BY}	10237,3 ^{CY}	10322,7 ^{DY}	10824 ^{EY}	
	42	10575,6 ^{AZ}	11084 ^{BZ}	11141,7 ^{CZ}	11720,3 ^{DZ}	11750,7 ^{DZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Creatinina (mg/dl)	14	0,332 ^{AX}	0,297 ^{BX}	0,281 ^{CX}	0,277 ^{DX}	0,243 ^{EX}	0,001
	28	0,314 ^{AY}	0,273 ^{BY}	0,256 ^{CY}	0,251 ^{CY}	0,239 ^{DY}	
	42	0,296 ^{AZ}	0,249 ^{BZ}	0,235 ^{CZ}	0,231 ^{CD,Z}	0,225 ^{DZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Glucosa (mg/dl)	14	239,5 ^{AX}	241,8 ^{AX}	244,5 ^{BX}	246,9 ^{BX}	252,4 ^{CX}	0,266
	28	243,7 ^{AY}	245,7 ^{AY}	249,3 ^{BY}	250,7 ^{BY}	256,7 ^{CY}	
	42	247,9 ^{AZ}	249,6 ^{AZ}	254,1 ^{BZ}	254,5 ^{BZ}	261 ^{CZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Fósforo (U/L)	14	5,93 ^{AX}	6,04 ^{ABX}	6,21 ^{BX}	6,46 ^{BX}	6,78 ^{CX}	0,046
	28	6,14 ^{AXY}	6,22 ^{AXY}	6,58 ^{BY}	6,81 ^{CY}	7,56 ^{DY}	
	42	6,35 ^{AY}	6,4 ^{AY}	6,95 ^{BZ}	7,16 ^{BZ}	8,34 ^{CZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Colesterol (mg/dl)	14	152,3 ^{AX}	147,4 ^{BX}	144,5 ^{CX}	139,4 ^{DX}	130,4 ^{EX}	0,55
	28	146,2 ^{AY}	139,3 ^{BY}	132,7 ^{CY}	126,3 ^{DY}	118,5 ^{EY}	
	42	139,7 ^{AZ}	131,2 ^{BZ}	120,8 ^{CZ}	113,2 ^{DZ}	106,6 ^{EZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
Triglicéridos (mg/dl)	14	53,9 ^{AX}	44,2 ^{BX}	41,7 ^{CX}	39,4 ^{CX}	36,6 ^{DX}	0,04
	28	51,7 ^{AXY}	41,3 ^{BY}	38,7 ^{BCY}	36,7 ^{CY}	32,7 ^{DY}	
	42	49,5 ^{AY}	38,4 ^{BZ}	35,7 ^{CZ}	34,0 ^{CZ}	29,8 ^{DY}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
HDL (mg/dl)	14	83,7 ^{AX}	86,7 ^{AX}	90,0 ^{CX}	94,2 ^{DX}	97,4 ^{EX}	0,606
	28	88,8 ^{AY}	99,2 ^{BX}	99,2 ^{BY}	101,7 ^{BY}	107 ^{CY}	
	42	93,9 ^{AZ}	104,2 ^{BY}	111,7 ^{CZ}	113,4 ^{CD,Z}	116,6 ^{DZ}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
LDL (mg/dl)	14	43,9 ^A	39,2 ^B	37,7 ^B	33,4 ^C	31,6 ^C	0,397
	28	41,6 ^A	36,5 ^B	33,5 ^C	30,7 ^D	29,7 ^D	
	42	39,3 ^A	33,8 ^B	29,3 ^C	28,5 ^{CD}	26,2 ^{CD}	
		D1	D2	D3	D4	D5	EEM
VLDL (U/L)	14	11,9 ^{AX}	9,2 ^{BX}	8,7 ^{CX}	8,4 ^{DX}	8,1 ^{EX}	0,048
	28	10,3 ^{AY}	8,8 ^{BY}	8,1 ^{CY}	7,6 ^{DY}	7,2 ^{EY}	
	42	8,7 ^{AZ}	8,4 ^{BZ}	7,5 ^{CZ}	6,8 ^{DZ}	6,3 ^{EZ}	

A, B, C, D, E: Dentro de una misma fila, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

X, Y, Z: Dentro de una misma columna, medias con diferente letra son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$). EEM = error estándar de la media.

Para fosfatasa alcalina se presentaron los valores más altos con las mayores inclusiones de AEO (*Lippia origanoides*). La creatinina fue disminuyendo a medida que se aumentó la adición de AEO (*Lippia origanoides*); presentó los mayores valores en la dieta basal (D1) y en la dieta que tiene adición de un APC (D2).

En los resultados de glucosa D5 obtuvo los valores más altos en todas las edades y con diferencias significativas estadísticamente ($p < 0,05$). El fósforo en D3, D4 y D5 presentó diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre las edades de muestreo. Los valores más altos de este metabolito se presentaron con el nivel de inclusión creciente de AEO, por lo cual obtuvo valores más altos y, por ende, positivos en la dieta con 200 ppm de AEO (D5).

Para las variables colesterol y VLDL se tuvieron los mejores valores (valores más bajos) en las dietas D4 y D5, las cuales presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre sí y con las demás dietas. En los resultados de triglicéridos, D5 presentó diferencias con cada una de las dietas y además presentó los mejores valores de triglicéridos en sangre, puesto que los redujo de forma significativa ($p < 0,05$) en comparación con las demás dietas.

HDL para el día 28 entre D2, D3 y D4 no presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), pero sí entre ellos con D1 y D5. Los valores más deseables en todas las edades fueron presentados por la dieta D5. LDL para los días 28 y 42 no mostró diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre D4 y D5. Los mejores resultados fueron obtenidos por las dietas D4 y D5 que presentaron los valores más reducidos de LDL.

DISCUSIÓN

Según Cunningham y Klein (13), la glucosa es uno de los metabolitos sanguíneos de mayor importancia, ya que es el combustible metabólico básico durante el periodo de nutrición normal de los animales monogástricos y, a su vez, es indispensable para el mantenimiento y aporte continuo en el metabolismo animal. En este trabajo los

animales que consumieron D5 (AEO 200 ppm) presentaron los mayores valores de glucosa en sangre, lo cual podría verse reflejado en mejores ganancias diarias de peso y conversión alimenticia. En este experimento el APC (D2) no tuvo efecto significativo ($p < 0,05$) sobre las variables glucosa con respecto a la dieta basal (D1).

La fosfatasa alcalina es una enzima que aumenta la concentración local de fósforo inorgánico y activa las fibras de colágeno, lo que causa deposición de sales de calcio. En virtud de difusión en sangre, en general, la fosfatasa alcalina es un buen indicador de velocidad de formación ósea (14). Los valores más representativos de la fosfatasa alcalina fueron presentados por la dieta D5 (200 ppm AEO de *L. origanoides*), superiores a la dieta comercial D2 (APC). Adicionalmente, se muestra un incremento en la fosfatasa alcalina a medida que aumenta la inclusión de AEO. Los resultados son de gran importancia toda vez que la velocidad de crecimiento del pollo actual demanda una mejor formación y estructuración ósea.

El fósforo es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal; desempeña un papel muy importante en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas, por lo que es muy importante en avicultura, ya que los pollos tienen un desarrollo muscular muy acelerado, y es primordial que el desarrollo óseo sea acorde con este. El fósforo, además, es un componente del ATP y los ácidos nucleicos, y forma parte de los fosfolípidos que integran y dan flexibilidad a las membranas celulares (15). En este trabajo, D2 tuvo un aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$) de fósforo en sangre y de fosfatasa alcalina respecto a la dieta basal (D1). Aun así, los resultados obtenidos en D3, D4 y D5 fueron superiores estadísticamente ($p < 0,05$) a D2, lo que pone a AEO de *Lippia origanoides* como un precursor de metabolismo y un promotor nutricional de crecimiento de origen natural en los pollos de engorde. En los resultados se observa cómo aumentan de forma progresiva los valores sanguíneos de glucosa, fosfatasa alcalina y fósforo, a medida que se aumentaron las concentraciones de inclusión de AEO de *Lippia origanoides*. Los valores encontrados se encuentran en los rangos reportados por

otros autores en estudio realizado con la misma línea genética (16).

En el organismo, las funciones de HDL son las de aceptar las apolipoproteínas y fosfolípidos de las lipoproteínas degradadas, aceptar el colesterol de los tejidos y de las lipoproteínas, y entregar a estas los ésteres de colesterol para mantener el equilibrio lípido/proteína. Para esto necesita de la fosfolipasa A2 adherida al endotelio capilar y de la lecitina-colesterol aciltransferasa (LCAT); la fosfolipasa A2 actúa sobre los fosfolípidos que transportan las lipoproteínas y la LCAT es necesaria para la conversión del colesterol de HDL a ésteres de colesterol, los cuales son entregados por HDL a LDL y a los remanentes proteicos, y son transportados hacia el hígado y los tejidos extrahepáticos. Así mismo, enzimas como la LCAT y la proteína de transferencia de ésteres de colesterol participan en el transporte inverso del colesterol, pues llevan el colesterol de las paredes arteriales al hígado usando como intermediario la cascada de las VLDL. Además del hígado, las HDL pueden proporcionar colesterol a las glándulas suprarrenales, los ovarios y los testículos (17). Los resultados de colesterol y HDL tienen rangos similares a otros estudios realizados en la misma línea genética (18). Los resultados obtenidos en este estudio pueden indicar unas condiciones metabólicas mejoradas desde el punto de vista del colesterol, HDL, LDL y VLDL, ya que optimiza sus proporciones en sangre, lo que se refleja con una menor propensión a infartos en pollos de engorde, problema que frecuentemente aumenta la mortalidad en las granjas comerciales.

CONCLUSIONES

Con los datos reportados en este trabajo se podría considerar al AEO de *Lippia origanoides* como un producto natural (fitobiótico) viable para incluirlo en las dietas como mejorador de desempeño en pollos de engorde, ya que presenta efectos positivos en la aceleración del metabolismo, lo que lleva, posiblemente, a una mejora en la optimización de la producción de pollo de engorde.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de apoyo de la Estación de Producción Animal “San Pablo” de la Universidad Nacional de Colombia por su dedicación y compromiso en el desarrollo del proyecto. A la Empresa Promitec SAS y a la Universidad Nacional de Colombia por la cofinanciación para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

1. Klasing K. Nutrition and the immune system. *Br Poult Sci.* 2007;48(5):525-37.
2. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Perspectivas agrícolas 2013-2022.* Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo; 2013. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es
3. Ardoino SM, Toso RE, Toribio MS, Álvarez HL, Mariani EL, Cachau PD, et al. Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Cienc Vet.* 2017;19(1):50-66. <http://dx.doi.org/10.19137/cienc-vet-20171914>
4. Rostagno HS, Teixeira L, Hannas M, Donzele J, Sakomura N, Perazzo F, et al. *Tablas brasileras para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales.* 3a. ed. Universidad Federal de Viçosa; 2011.
5. García-Hernández Y, García-Curbelo Y. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Rev Cubana Cienc Agric.* 2015;49(2):173-7.
6. Roldán LP. Evaluación del uso de los aceites esenciales como alternativa al uso de los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde [tesis de maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010.
7. Betancourt L. Evaluación de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde [tesis doctoral]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2012.

8. Padilla A, Betancourt L, Afanador G, Ariza C. Efecto de la suplementación de aceites esenciales de orégano sobre la digestibilidad y parámetros productivos en pollos de engorde. *Rev Cienc Anim.* 2009;(2):57-65.
9. Shiva C, Bernal S, Sauvain M, Caldas J, Kalinowski J, Falcón N, Rojas R. Evaluación del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*Zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Rev Inv Vet Perú.* 2012;23(2):160-70.
10. Council for International Organizations of Medical Sciences. International guiding principles for biomedical research involving animals. Génova: autor; 2012.
11. SAS® Institute Inc. Statistical Analysis Systems Institute. SAS/STAT User's Guide, Version 14. 3a ed. Cary, NC: autor; 2017.
12. Guía de manejo Cobb. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde [internet]. 2012 [citado 2015 feb. 10]. Disponible en: http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500_bpn_supp_spanish.pdf?sfvrsn=2
13. Cunningham J, Klein B. Fisiología veterinaria. 5a. ed. Barcelona: Elsevier; 2013.
14. Silva C, Moraes G, Peres A, Silva C. Perfil bioquímico e nutricional do ácido glutâmico e da vitamina K no soro e no fígado de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *R Bras Zootec (Viçosa).* 2009;37(11):1973-7.
15. Rebollar PG, Mateos GG. El fósforo en nutrición animal: necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. XV Curso de Especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. España: Fedna; 1999.
16. Díaz López EA, Uribe Velásquez LF, Narváez Solarte W. Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés calórico. *Rev Med Vet.* 2014;(28):31-42.
17. Osorio JH, Flórez JD. Biochemical differences in poultry lipoprotein metabolism. *Biosalud.* 2011;10(1):88-98.
18. Paredes D, Valencia T, Saavedra H. Perfiles hematólogicos y bioquímicos de *Gallus gallus domesticus* bajo sistemas de crianza extensivo y en confinamiento en condiciones de trópico. *Investigación y Amazonía.* 2015;5(1-2):50-4.