

La ingesta de aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) mejora la morfología intestinal en Broilers

Madrid-Garcés, T.A.[®]; López-Herrera, A. y Parra-Suescún, J.E.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Broilers.
Lippia origanoides.
Criptas.
Vellosidades.

ADDITIONAL KEYWORDS

Broilers.
Lippia origanoides.
Crypts.
Villus.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 05.11.2016
Aceptado/Accepted: 16.09.2018
On-line: 15.10.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
tamadridg@unal.edu.co

RESUMEN

Los antibióticos han sido utilizados como aditivos en los alimentos para animales, especialmente en pollos de engorde a nivel mundial, con fines terapéuticos y como promotores de crecimiento (APC); sin embargo, la creciente preocupación por la proliferación de microorganismos resistentes, ha llevado a la prohibición del uso de antibióticos en alimentación animal en muchos países. Como una alternativa, se ha propuesto el uso de extractos derivados de plantas aromáticas, denominados "aceites esenciales". Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de tres niveles de Aceite Esencial de Orégano (AEO), (*Lippia origanoides*), sobre el crecimiento y la morfología digestiva en pollos de engorde de la línea genética Cobb500. Se utilizaron 200 pollos machos de un día de nacidos, alojados en corrales en piso. Los animales fueron aleatorizados a una de cinco dietas: dieta comercial con y sin antibiótico; esta última adicionada con diferentes niveles de AEO (0ppm, 75ppm, 100ppm o 200ppm AEO). Las aves fueron sacrificadas los días 14, 28 y 42 de vida, y se les extrajo el intestino delgado, del cual se tomaron porciones de duodeno, yeyuno e íleon para evaluación histológica. Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas, donde los animales fueron aleatorizados a uno de 15 tratamientos (5 dietas por 3 edades). Para las vellosidades intestinales se encontró un aumento significativo en la longitud y ancho, y para las criptas intestinales una disminución significativa en la profundidad y ancho; ambos parámetros a favor de la dieta con mayor inclusión de AEO (200ppm AEO) ($P < 0.01$). La adición de 200ppm de AEO en el alimento de pollos de engorde aumenta la longitud y ancho de las vellosidades, y disminuye la profundidad y ancho de las criptas a nivel intestinal, aumentando la capacidad de absorción del intestino de las aves. Por lo anterior, el AEO se constituye como un promotor nutricional de crecimiento de origen vegetal, afectando positivamente la morfología intestinal durante el ciclo de producción de carne con pollos de engorde.

Inclusion of essential oil of oregano enhances intestinal morphology in broiler

SUMMARY

Antibiotics have been used as additives in animal feed, especially in broilers worldwide, for therapeutic purposes and as growth promoters (APC); However, the growing concern over the proliferation of resistant microorganisms has led to the prohibition of the use of antibiotics in animal feed in many countries. As an alternative, the use of extracts derived from aromatic plants, called "essential oils" has been proposed. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of the inclusion of three levels of Oregano Essential Oil (AEO), (*Lippia origanoides*), on the growth and digestive morphology in broilers of the Cobb500 genetic line. We used 200 male chicks one-day old, housed in pens on the floor. The animals were randomized to one of five diets: commercial diet with and without antibiotic; this last one added with different levels of AEO (0ppm, 75ppm, 100ppm or 200ppm AEO). The birds were sacrificed on days 14, 28 and 42 of life, and the small intestine was extracted, from which portions of the duodenum, jejunum and ileum were taken for histological evaluation. A randomized block statistical design was performed in an array of divided plots, where the animals were randomized to one of 15 treatments (5 diets for 3 ages). For intestinal villi a significant increase in length and width was found, and for intestinal crypts a significant decrease in depth and width was found; both parameters in favor of the diet with greater inclusion of AEO (200ppm AEO) ($P < 0.01$). The addition of 200ppm of AEO in the feed of broilers increases the length and width of the villi, and decreases the depth and width of the crypts at the intestinal level, increasing the absorption capacity of the intestine of the birds. Therefore, the AEO is constituted as a nutritional growth promoter of plant origin, positively affecting the intestinal morphology during the meat production cycle with broiler chickens.

INTRODUCCIÓN

La alta demanda de una fuente de proteína segura y libre de agentes infecciosos está en ascenso en todo el mundo, sin embargo, durante el crecimiento intensivo,

la industria avícola siempre se ha enfrentado a retos de diversas enfermedades. Bajo estas circunstancias, las mayores pérdidas económicas se deben a enfermedades infecciosas que podrían ser causadas por virus, bacterias, hongos o protozoos, y por ende, al costo

de la medicación preventiva (Maguiña-Vargas, 2013). Esto dio lugar a un mayor uso de antibióticos en la industria de las aves de corral con fines terapéuticos, profilácticos y como promotores de crecimiento (APC) que pueden dejar residuos en los productos obtenidos de las aves de corral. La presencia de residuos de APC en la carne de aves de corral y los huevos puede tener efectos nocivos sobre los consumidores humanos (Martínez, Ruiz, & R, 2008)

Durante las últimas décadas se utilizó una cantidad considerable de antibióticos en la producción animal, como agentes terapéuticos y promotores del crecimiento (Oloruntola, Ayodele, Agbede, & Oloruntola, 2016.) lo que ha desencadenado preocupaciones sobre la resistencia a los antibióticos y la prohibición de los mismos en dosis sub-terapéuticas en la industria de aves de corral en Europa, y la posibilidad de una prohibición en los Estados Unidos, ha incrementado un gran interés en la búsqueda de alternativas naturales a los APC para la producción de aves de corral; dentro de estas alternativas se destacan los extractos naturales o fitobióticos (García-Curbelo & García-Hernández, 2015). Cada vez es más importante encontrar nuevas formas de mantener la competitividad dentro de la industria mientras se genera un producto de alta calidad para los consumidores (Ojediran, Fasola, Oladele, Onipede, & Emiola, 2017) lo que hace imperativo la utilización de productos que reemplacen los APC obteniendo los mismo o mejores resultados a nivel productivo.

El intestino tiene una superficie extensa, por lo que el animal orienta gran parte de los nutrientes consumidos y de la inmunidad hacia este órgano, ya que es la puerta de entrada de la mayoría de los patógenos al organismo del hospedero (Tavernari, Salguero, Albino, & Rostagno, 2008). En comparación con los mamíferos, el tubo intestinal aviar es relativamente más pequeño con relación al peso corporal, ya que ha tenido que adaptarse para el vuelo. Esto está compensado con una mayor irrigación sanguínea, una secreción gástrica más alta, un tránsito digestivo más rápido y una acidez mayor. Además, el intestino de las aves tiene una mayor densidad de microvellosidades intestinales y un ritmo de reciclado epitelial más rápido que el de los mamíferos (Sergeant, y otros, 2014). (Cervantes 2011).

La altura y ancho de las vellosidades, además de la profundidad y ancho de las criptas en el intestino, pueden ser influenciadas por el alimento e ingredientes en la dieta. Esta influencia es más evidente en los primeros once días de vida, donde el ave desarrolla y capacita el intestino para su función digestiva. Las aves que poseen vellosidades más grandes (largas y anchas) tienen una mejor absorción de los nutrientes ya que generan mayor superficie de absorción (Skoufos, y otros, 2016) .

El aceite esencial de orégano (AEO), de diferentes variedades, ha sido estudiado para la suplementación de pollos de engorde y hay reportes como el de Betancourt (2012) donde se comparan tres quimiotipos diferentes del orégano, concluyendo que los aceites esenciales de *L. origanoides* se constituyen en una alternativa económicamente viable para el desarrollo y producción de un aditivo natural que mejore condiciones

de la producción de pollos de engorde y que reemplace de forma efectiva a los APC.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión a tres niveles de AEO de *Lippia origanoides* sobre el crecimiento y la morfología digestiva en pollos de engorde de la línea genética Cobb500.

MATERIALES Y MÉTODOS

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los procedimientos experimentales se llevaron a cabo de acuerdo a las guías propuestas por The International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals (CIOMS, 2012). 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, paraje “El Tablacito”, localizado a 2100 msnm, con una temperatura entre 12 y 18°C, correspondiendo a una zona de vida bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB).

ANIMALES

Se utilizaron 200 pollos macho de línea Avian Cobb500 de un día de nacidos, alojados en corrales en piso. El período 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.

El plan vacunal estuvo regido de acuerdo a la zona y a la legislación vigente, aplicando Mareck, Newcastle y Gumboro el día cero (0) de vida (en incubadora); y refuerzo de Newcastle y Gumboro, los días 12 y 24 de vida (Newcastle: vía ocular; Gumboro: oral).

DIETAS

Los animales fueron alimentados con cinco dietas: dieta comercial con y sin la adición de antibiótico, esta última con adición de tres diferentes concentraciones de AEO (*L. origanoides*) 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 + 75ppm de AEO.

Dieta 4: AC + 100 ppm de AEO.

Dieta 5: AC + 200 ppm de AEO.

Se elaboró un alimento multietapa que cumplía con los requerimientos mínimos nutricionales establecidos por la guía de manejo COBB500 (2012)) (**Tabla I**). El alimento utilizado en el estudio estuvo libre de antibióticos (excepto la dieta D2, donde se utilizó Bacitracina de Zinc a razón de 400gr por tonelada como APC, como se realiza a nivel comercial). Los animales tuvieron acceso a agua a voluntad durante todo el tiempo experimental. Los pollos consumieron las dietas que les correspondieron desde el día 1 del experimento.

SACRIFICIO

Durante la fase de experimentación se realizaron eutanasias escalonadas de la siguiente forma: los días 14, 28 y 42 se sacrificaron cinco aves por tratamiento. Todas las aves fueron sacrificadas 2.5 horas después de su última comida. Los animales se sedaron por inhalación de Nitrox y posteriormente se les realizó eutanasia humanitaria con dióxido de carbono durante 3 minutos.

Después del sacrificio, las aves se colocaron en posición decúbito dorsal, boca arriba, y extendiendo las alas lateralmente; luego se realizó un corte desde la parte anterior del cuello hasta la cloaca, cortando solo la piel. Se realizaron dos pequeños cortes laterales hasta llegar a las costillas, y luego se hizo un corte de las costillas en dirección craneal. Se evaluó la presencia de exudados diversos y el estado de sacos aéreos. Posteriormente, se extrajo completamente el intestino delgado, desde la unión pilórica hasta la válvula íleo-cecal (Segalés & Domingo, 2003). El intestino fue alineado y medido en una mesa sin ningún tipo de tensión; posteriormente éste se dividió en tres regiones (duodeno, yeyuno, e íleon) (Reis, Guerrero, Aguilera, & Mariscal, 2005), y se tomaron 2cm del centro de cada sección. Una vez cortadas estas secciones, se hizo un lavado por infusión con solución salina fría de cada porción removida para eliminar impurezas y la digesta contenida en órganos digestivos y fueron almacenadas en formalina al 10% (Rodríguez-González & Moreno-Figueroa, 2016)

TOMA DE MUESTRAS

Análisis morfológico del intestino delgado: Transcurrido 48 horas después de la colecta, las muestras de las diferentes secciones del intestino almacenadas en formalina al 10%, fueron enviadas al laboratorio de Histopatología Animal de la Universidad de Antioquia (Facultad de Ciencias Agrarias) para ser analizadas por expertos.

Procesamiento histotécnico: Los tejidos fueron fijados en formalina tamponada al 10% por 48 horas a 4°C, incluidos en parafina, cortados a 4 µm de espesor y coloreados con Hematoxilina-Eosina para ser lavados y almacenados en etanol:agua (75:25, v:v) de acuerdo con el método reportado por Vente-Spreeuwenberg et al. (2003). Estos cortes fueron microdisecionados para determinar el promedio de la altura y ancho de las vellosidades intestinales, así como la profundidad y ancho de las criptas adyacentes. En cada lámina se montaron tres cortes transversales.

Tabla I. Composición nutricional de la dieta basal
(Nutritional composition of the basal diet).

Materia prima	Cantidad	%
Lisina HCL	2,4	0,238
Metionina DL	2,5	0,246
Bentonina DL	4	0,4
Cloruro de colina 60%	0,5	0,05
Sal yodada	2	0,2
Treonina- L	0,7	0,066
Fosfato monodivalente 21%	6,6	0,656
Harina de carne 50P/17G/18C	15	1,5
Carbonato de calcio	15	1,5
Harina de arroz 8-18	26,6	2,664
Soya 18 integral	88,3	8,83
Torta de soya 48%	250	25
Maiz S-12	586,5	58,65
Total	1000	100
Nutrientes (%)		Valor
Peso (Kg)		1
Humedad		11,071
Energía metabolizable Aves KCAL/Kg		3 005.940
Proteína bruta		19,582
Grasa		5,045
Ácidos grasos saturados		0,352
ácidos grasos insaturados		2,123
Materia seca		88,929
Extracto libre de Nitrógeno		55,508
Fibra bruta		2,769
Cenizas		6,022
Calcio		0,84
Fósforo disponible		0,294
Fósforo total		0,546
Cloro		0,218
Sodio		0,123
Potasio		0,832
Balance Electrolítico (mEq/kg)		204,709

Evaluación microscópica y análisis morfológico de imágenes: Los cortes histológicos fueron analizados cuantitativamente mediante un procesamiento de imágenes digitales computarizadas, así: para la identificación de las zonas tisulares se empleó un microscopio óptico Leica DLMB (Meyer, Houston, TX, USA), luego se capturaron las imágenes correspondientes con una cámara para microscopía digital instantánea Motican 2300 (Motic, Hong Kong, China) con una resolución de 3 megapíxeles, en un aumento de 200x y se analizaron dichas imágenes con el software para tratamiento de imágenes Motic® Images plus 2.0 (Motic, Hong Kong, China).

Tabla I (cont.). Composición nutricional de la dieta basal (Nutritional composition of the basal diet).

Lisina	1,301
Metionina	0,543
Metionina + Cisteína	0,871
Treonina	0,835
Triptofano	0,242
Arginina	1,376
Isoleucina	0,85
Leucina	1,707
Valina	0,956
Histidina	0,547
Fenilalanina	1
Fenilalanina + Tirosina	1,835
Glicina	0,982
Alanina	1,107
Lisina digestible en aves	1,177
Metionina digestible en aves	0,519
Metionina + Cisteína digestible en aves	0,793
Treonina digestible en aves	0,736
Triptófano digestible en aves	0,201
Arginina digestible en aves	1,247
Isoleucina digestible en aves	0,765
Leucina digestible en aves	1,561
Valina digestible en aves	0,848
Histidina digestible en aves	0,481
Fenilalanina digestible en aves	0,904
Xantofilas mg/kg	5,865
Pellet-Dureza	5,334
Pellet	3,724
Total soyas	33,83

Las variables morfológicas que se midieron en cada corte histológico de las vellosidades intestinales fueron:

1. Altura: una vez se estableció la base de la vello- sidad, desde su punto medio se trazó una línea hasta el ápice.

2. Ancho: con una línea se unieron los bordes api- cales de las células epiteliales de lados opuestos, ubi- cadas aproximadamente en la mitad de la vello- sidad.

También se determinó la profundidad y el ancho de las criptas intestinales, conforme a lo descrito previa- mente por Marion et al. (2002) y Vente-Spreu- wenberg et al (2003).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó según un diseño bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas. Para la conformación de los bloques se tomó en consideración la ubicación

geográfica en el galpón de los animales. A cada animal le fue asignado uno de los 15 tratamientos (5 dietas experimentales y tres periodos de evaluación). Cada tratamiento tuvo un total de 5 repeticiones (aves por corral). El análisis estadístico se realizó según el proce- dimiento GLM (Modelos Lineales Generales) del SAS (Statistical Analysis Systems Institute , 2007,) (2007). Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron determinadas por mínimos cuadrados y anali- zadas por ANOVA (Raji, Adeleye, Mosobalaje, Ogunji- mi, & Tewe, 2016). 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 los diferen- tes alimentos presentaron un buen estado de salud, no presentaron ningún síntoma o signo adverso de enfermedad que causara su retiro y/o sacrificio. Adi- cionalmente, las aves consumieron la ración diaria de alimento ajustada a la guía de manejo COBB500 (2012).

En esta investigación no se encontró interacción estadística entre las diferentes dietas y los días de sa- crificio para ninguna de las variables en estudio, por ello no fue necesario desglosar y analizar cada uno de los factores de forma independiente.

En las **Figuras 1, 2 y 3**, se pueden observar los cam- bios morfométricos de las vellosidades de duodeno, entre las diferentes dietas (blanco, APC y los tres nive- les de inclusión de AEO) en el día 42. Estos cambios, representados por los valores de longitud y el ancho de las vellosidades entre cada una de las dietas y los períodos de exposición, se muestran en la **Tabla II**. Respecto a la longitud y ancho de las vellosidades, se observó un incremento significativo ($P < 0,01$) entre las diferentes dietas evaluadas, donde D1 reportó los valores más bajos, para ambos criterios evaluados y en todos los periodos de evaluación, en comparación con D2 y con las dietas con adición de AEO, donde los animales que consumieron D5 reportaron los mayores valores para estas variables intestinales.

Al comparar los diferentes segmentos intestinales se presentó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,01$), donde el segmento duodeno mostró los va- lores más altos en comparación con los otros dos seg- mentos (yeyuno e íleon) respecto a longitud y ancho de las vellosidades. Para las mismas variables que fueron objeto de estudio, hubo diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes días de muestreo en cada una de las dietas ($P < 0,05$), donde se encontraron los valores más altos en el día 42.

Los resultados de la evaluación de profundidad y ancho de criptas se presentan en la **Tabla III**. En cuanto a la profundidad de criptas hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre todas las edades y todos los tratamientos para los tres segmentos intestinales anali- zados, siendo los resultados de menor profundidad de criptas encontrados con la mayor inclusión de AEO. Para el ancho de las criptas, donde valores menores in- dican mejor salud del epitelio intestinal, se reportaron diferencias significativas en todas las edades y todas



Figura 1. Vellosidades Dieta control (Control diet Villi).

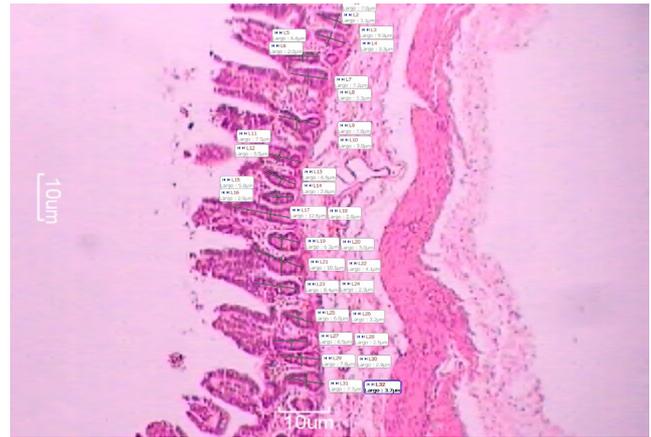


Figura 2. Vellosidades Dieta 2 (Diet 2 Villi).

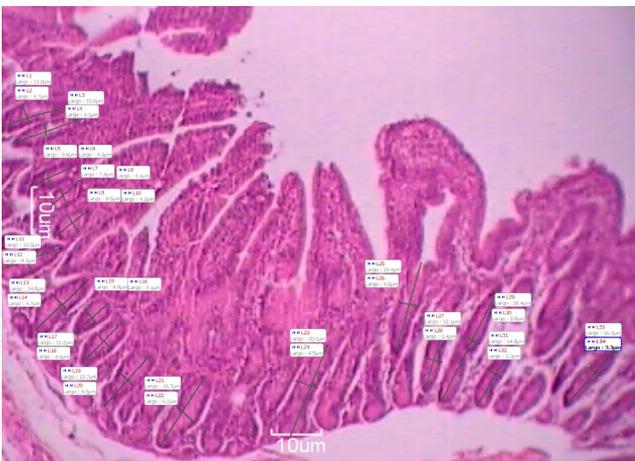


Figura 3. Vellosidades Dieta 5 (Diet 5 Villi).

las dietas de los tres segmentos del intestino, excepto para D2 y D3 en día 42 del duodeno.

En general para profundidad y ancho de criptas los resultados de D2 fueron mejores a la dieta control (D1), pero las dietas con AEO (*Lippia origanoides*) tuvieron los mejores resultados, destacándose la dieta D5.

DISCUSIÓN

En esta investigación se encontró un efecto positivo de la adición de AEO de *Lippia origanoides* tipo timol sobre la morfología intestinal de pollos machos de engorde de línea Cobb500, ya que aumenta el tamaño en largo y ancho de las vellosidades y disminuye en tamaño (profundidad y ancho) las criptas, logrando que el pollo tenga un intestino con más capacidad de absorción, mayor área de cobertura y mejores condiciones para flora benéfica, además de menor demanda de energía para renovación del tejido epitelial. Con respecto a vellosidades, García et al. (2007) encontraron efectos positivos sobre la altura de la vellosidad y la profundidad de la cripta en pollos suplementados con 200 ppm de una mezcla de orégano, canela y pimienta; agentes antimicrobianos reconocidos por reducir la carga microbiana, lo cual a la vez disminuye la presencia de toxinas que son asociadas con cambios en la morfología intestinal, como el acortamiento de la

vellosidad y aumento en la profundidad de la cripta. Una cripta profunda indica un rápido intercambio de tejido y una demanda alta para la renovación del tejido epitelial, por lo tanto, se incrementan los requerimientos nutricionales y se disminuye la eficiencia productiva del animal (Roldan, 2010).

Una vellosidad corta disminuye la superficie de absorción de nutrientes; un alargamiento de la vellosidad indica una rápida reconversión del tejido y una alta demanda por nuevos tejidos (Jaramillo A., 2014). Por otra parte, los factores involucrados en la integridad del intestino, tienen consecuencias importantes para la eficiencia alimenticia, debido a que la capacidad de la absorción de nutrientes de cada segmento del intestino, es proporcional al número, altura y ancho de las vellosidades presentes, ya que definen el tamaño y área de la superficie disponible para la absorción de nutrientes (Pelicano, y otros, 2003) (Rodríguez-González & Moreno-Figueroa, 2016). Los resultados obtenidos, se asemejan a los reportados por Jaramillo (2011), quien evaluó el efecto de adicionar un ácido orgánico, un prebiótico y su uso sinérgico comparado con una dieta que contenía APC (Bacitracina de Zinc) y una dieta blanco en un periodo de 22 días con muestreos los días 8, 15 y 22. Los valores encontrados por Jaramillo (2011) se asemejan a los encontrados en esta investigación cuando se incluyó AEO, mostrando que los prebióticos, los ácidos orgánicos y el AEO tienen un efecto directo sobre la morfología intestinal de pollos de engorde.

CONCLUSIÓN

El AEO de *Lippia origanoides* mostró tener un efecto positivo sobre las vellosidades (más largas) y las criptas (menos profundas) de pollos de engorde de la línea genética Cobb500 si compara con una dieta basal y con una dieta adicionada con antibiótico promotor de crecimiento.

El AEO de *Lippia origanoides* tipo timol se constituye como una alternativa viable para el reemplazo de los APC, siendo un promotor nutricional de crecimiento de origen vegetal que mejorapositivamente la morfología de las vellosidades (más largas y anchas) y criptas (menos profundas y anchas) de los tres segmentos del

Tabla II. Morfometría en vellosidades intestinales de pollos con y sin adición de AEO (Morphometry in intestinal villi of chickens with and without addition of AEO).

Vellosidad (μm)	Segmento intestinal	Edad	D1	D2	D3	D4	D5	EEM		
Altura	Duodeno ¹	14	635,7 ^{A,X}	698,6 ^{B,X}	741,5 ^{C,X}	784,7 ^{D,X}	812,3 ^{E,X}	3.34		
		28	681,2 ^{A,Y}	738,2 ^{B,Y}	767,3 ^{C,Y}	809,1 ^{D,Y}	851,9 ^{E,Y}			
		42	746,7 ^{A,Z}	797,8 ^{B,Z}	815,1 ^{C,Z}	839,5 ^{D,Z}	879,5 ^{E,Z}			
	Yeyuno ²	14	627,5 ^{A,X}	672,6 ^{B,X}	701,5 ^{C,X}	752,1 ^{D,X}	778,5 ^{E,X}			
		28	653,4 ^{A,Y}	699,7 ^{B,Y}	747,7 ^{C,Y}	784,4 ^{D,Y}	806,5 ^{E,Y}			
		42	689,3 ^{A,Z}	720,8 ^{B,Z}	773,9 ^{C,Z}	826,7 ^{D,Z}	831,5 ^{E,Z}			
	Ileon ³	14	607,5 ^{A,X}	643,7 ^{B,X}	661,9 ^{B,X}	714,7 ^{C,X}	753,2 ^{D,X}			
		28	619,9 ^{A,X}	664,3 ^{B,XY}	696,2 ^{C,Y}	739,8 ^{D,Y}	781,5 ^{D,Y}			
		42	636,3 ^{A,Y}	674,9 ^{B,Y}	725,5 ^{C,Z}	774,9 ^{D,Z}	801,8 ^{E,Z}			
	Ancho	Duodeno ¹	14	131,5 ^{A,X}	142,4 ^{B,X}	157,1 ^{C,X}	165,7 ^{D,X}		183,1 ^{E,X}	1.23
			28	141,2 ^{A,Y}	156,5 ^{B,XY}	170,6 ^{C,Y}	182,6 ^{D,Y}		199,3 ^{E,Y}	
			42	154,9 ^{A,Z}	166,6 ^{B,Y}	186,1 ^{C,Z}	207,5 ^{D,Z}		211,5 ^{D,Z}	
Yeyuno ²		14	125,1 ^{A,X}	134,2 ^{B,X}	142,7 ^{B,X}	147,5 ^{C,X}	163,1 ^{D,X}			
		28	129,7 ^{A,XY}	145,8 ^{B,Y}	152,7 ^{B,Y}	167,6 ^{C,Y}	179,4 ^{D,Y}			
		42	135,3 ^{A,Y}	159,4 ^{B,Z}	161,7 ^{B,Z}	180,7 ^{C,Z}	191,7 ^{D,Z}			
Ileon ²		14	115,2 ^{A,X}	128,4 ^{B,X}	136,71 ^{C,X}	140,2 ^{D,X}	157,3 ^{E,X}			
		28	123,3 ^{A,XY}	134,9 ^{B,X}	149,8 ^{C,Y}	164,2 ^{D,Y}	179,4 ^{E,Y}			
		42	133,4 ^{A,Y}	143,4 ^{B,Y}	158,89 ^{C,Z}	182,2 ^{D,Z}	195,4 ^{E,Z}			

Dieta 1: Alimento comercial sin antibiótico (AC), sin adición AEO. Dieta 2: Alimento comercial con antibiótico, sin adición de AEO. Dieta 3: AC + 75ppm de AEO. Dieta 4: AC + 100 ppm de AEO. Dieta 5: AC + 200 ppm de AEO. ^{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). ^{1,2,3} Dentro de una misma columna con un superíndice diferente (por segmento intestinal en estudio) difieren estadísticamente (P < 0.05). EEM: Error estándar de la media.

Tabla III. Morfometría en criptas intestinales de pollos con y sin adición de AEO (Morphometry in intestinal crypts of chickens with and without the addition of AEO).

Criptas (μm)	Segmento intestinal	Edad	D1	D2	D3	D4	D5	EEM		
Profundidad	Duodeno ¹	14	147,2 ^{A,X}	142 ^{B,X}	140,4 ^{C,X}	134,1 ^{D,X}	130,4 ^{E,X}	1.04		
		28	143,2 ^{A,Y}	134,2 ^{B,Y}	129,5 ^{C,Y}	120,2 ^{D,Y}	119,5 ^{E,Y}			
		42	138,2 ^{A,Z}	124,4 ^{B,Z}	115,6 ^{C,Z}	107,3 ^{D,Z}	100,6 ^{E,Z}			
	Yeyuno ²	14	168 ^{A,X}	163,6 ^{B,X}	154,1 ^{C,X}	146,5 ^{D,X}	133,3 ^{E,X}			
		28	158,5 ^{A,Y}	153,5 ^{B,Y}	144,5 ^{C,Y}	137,8 ^{D,Y}	128,3 ^{E,Y}			
		42	151 ^{A,Z}	145,4 ^{B,Z}	136,9 ^{C,Z}	130,1 ^{D,Z}	124,3 ^{E,Z}			
	Ileon ³	14	174,4 ^{A,X}	167,1 ^{B,X}	157,3 ^{C,X}	152,3 ^{D,X}	145,5 ^{E,X}			
		28	166,2 ^{A,Y}	156,7 ^{B,Y}	149,5 ^{C,Y}	143,1 ^{D,Y}	137,4 ^{E,Y}			
		42	158 ^{A,Z}	149,3 ^{B,Z}	141,7 ^{C,Z}	135,9 ^{D,Z}	129,3 ^{E,Z}			
	Ancho	Duodeno ¹	14	141,1 ^{A,X}	135,3 ^{B,X}	132,4 ^{C,X}	127,6 ^{D,X}		124,8 ^{E,X}	0.58
			28	134,6 ^{A,Y}	128,1 ^{B,Y}	123,8 ^{C,Y}	119,6 ^{D,Y}		112,5 ^{E,Y}	
			42	126,1 ^{A,Z}	118,9 ^{B,Z}	117,2 ^{B,Z}	111,6 ^{C,Z}		104,1 ^{D,Z}	
Yeyuno ²		14	147,7 ^{A,X}	141,5 ^{B,X}	137,2 ^{C,X}	132,5 ^{D,X}	129,9 ^E			
		28	137,2 ^{A,Y}	132,5 ^{B,Y}	127,5 ^{C,Y}	123,1 ^{D,Y}	119,3 ^E			
		42	128,7 ^{A,Z}	127,5 ^{B,Z}	121,8 ^{C,Z}	119,7 ^{D,Z}	112,7 ^E			
Ileon ³		14	148,2 ^{A,X}	144,8 ^{B,X}	141,2 ^{C,X}	136,2 ^{D,X}	133,6 ^{E,X}			
		28	141,3 ^{A,Y}	139,2 ^{B,Y}	134,5 ^{C,Y}	129,7 ^{D,Y}	124,3 ^{E,Y}			
		42	136,4 ^{A,Z}	132,2 ^{B,Z}	130,2 ^{C,Z}	124,2 ^{D,Z}	117,3 ^{E,Z}			

Dieta 1: Alimento comercial sin antibiótico (AC), sin adición AEO. Dieta 2: Alimento comercial con antibiótico, sin adición de AEO. Dieta 3: AC + 75ppm de AEO. Dieta 4: AC + 100 ppm de AEO. Dieta 5: AC + 200 ppm de AEO. ^{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). ^{1,2,3} Dentro de una misma columna con un superíndice diferente (por segmento intestinal en estudio) difieren estadísticamente (P < 0.05). EEM: Error estándar de la media.

intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) durante el ciclo de producción de carne con pollos de engorde.

BIBLIOGRAFÍA

- Betancourt L 2012. Evaluación de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde”, [Tesis de Doctorado en Ciencias]. Bogotá, Colombia.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Cervantes M 2011. Integridad intestinal en aves”. Phibro Animal Health Corporation, Watkinsville, Ga., EUA. Industria Avícola.
- CIOMS 2012. COUNCIL FOR INTERNATIONAL ORGANIZATIONS OF MEDICAL SCIENCES (CIOMS). International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals. Geneva (Italy).
- COBB VANTRESS . (2012). COBB Guía de Manejo del Pollo de Engorde. COBB VANTRESS .
- García V, Catalá-Gregori P, Hernández F, Megías M, & Madrid J 2007. “Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology and meat yield of broiler”. *The Journal of Applied Poultry Research*, vol 16, no. 4 Abril, pp. 555- 562.
- García-Curbelo Y, & García-Hernández Y 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 49, Número 2, pp. 173-177.
- Jaramillo A 2014. Evaluación de un prebiótico y ácido orgánico, en el crecimiento alométrico del sistema digestivo, morfometría de vellosidades y bacterias intestinales en pollos de engorde. *Plumazos, Amevea*. no. 50, Diciembre, pp. 4-24., pp. 4-24.
- Jaramillo, B 2011. Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. [Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias]. Ibagué, Tolima: Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.
- Maguñá-Vargas, C 2013. Uso racional de antibióticos. Lima-Perú: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: 2012-09186.
- Marion J, Biernat M, Thomas F, Savary G, Le Breton Y, Zabielskil R, Le Huérou-Luron I & Le Dividich, J 2002. Small intestine growth and morphometry in piglets weaned at 7 days of age. Effects of level of energy intake. *Reproduction Nutrition Development*, vol 42, no. 4, julio-agosto, , pp. 339-354. .
- Martínez I, Ruiz N, & Zambrano R 2008. “Efecto inmunoestimulante de mix-oil en pollos de engorde”. *Semillero de ciencias veterinarias aplicadas (INAMEVEZ)*.
- Ojediran T, Fasola M, Oladele T, Onipede T, & Emiola I 2017. Growth performance, flock uniformity and economic indices of broiler chickens fed low crude protein diets supplemented with lysine. *Archivos de Zootecnia*. 66 (256), 543-550. .
- Oloruntola O, Ayodele S, Agbede J, & Oloruntola D 2016 . Effect of feeding broiler chickens with diets containing Alchornea cordifolia leaf meal and enzyme supplementation. *Archivos de Zootecnia*. 65 (252), 489-498.
- Pelicano E, Alves PA., Oba A, Norkus E, Kodawara L & Azevedo T 2003. Morfometría e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes prebióticos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, vol 98, no. 547, pp. 125-34. .
- Raji M, Adeleye O, Mosobalaje M, Ogunjimi J & Tewe O 2016. Growth response and serum biochemical parameters of starter broiler chickens fed toasted African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) seeds meal with enzyme supplementation. *Archivos de Zootecnia*, 65 (250): , 139-143.
- Reis S, Guerrero C, Aguilera B & Mariscal L 2005. Efecto de diferentes cereales sobre la morfología intestinal de lechones recién destetados. *Técnica Pecuaria en México*, vol 43, no. 3, septiembre - diciembre, pp. 309-321.
- Rodríguez-González SP & Moreno-Figueroa G 2016. Evaluación del efecto de *Lactobacillus* spp. en el desarrollo del intestino delgado en pollos de engorde. *Revista Ciencia y Agricultura* Vol. 13 (1). ISSN 0122-8420. , pp. 49-58.
- Roldan L 2010. Evaluación del uso de los aceites esenciales como alternativa al uso de los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde. [Tesis de Maestría en Producción Animal] Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Segalés, J & Domingo M 2003. La necropsia en el ganado porcino, diagnóstico anatomopatológico y toma de muestras. Madrid, España, pp. 10-14.: Boehringer Ingelheim.
- Sergeant M., Constantinidou C, Cogan T, Bedford M, Penn C & Pallen M 2014. Extensive Microbial and Functional Diversity within the Chicken Cecal Microbiome. *Plos One*. DOI: 10.1371/journal.pone.0091941.
- Skoufos I, Giannenas I, Tontis D, Bartzanas T, Kittas C, Panagakis P & Tzora A 2016. Effects of oregano essential oil and attapulgit on growth performance, intestinal microbiota and morphometry in broilers. *South African Journal of Animal Science* 46 (No. 1), 77-89.
- Statistical Analysis Systems Institute 2007. SAS® Institute Inc. . SAS/STAT User's Guide, Version 9.1th Ed. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Tavernari F, Salguero S, Albino L & Rostagno H 2008. “Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos: aspectos prácticos”, *Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos: aspectos prácticos XXIV*, (pág. pp. 16.). Madrid: Curso de especialización FEDNA.
- Vente-Spreewenbergh M, Verdonk J, Verstegen M & Beynen A 2003. Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch”. *British Journal of Nutrition* vol 90, no. 5, noviembre, pp. 907-9.