

ALOMETRÍA DIGESTIVA EN POLLOS SUPLEMENTADOS CON HARINA DE ORÉGANO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO

DIGESTIVE ALLOMETRY IN BROILERS SUPPLEMENTED WITH OREGANO FLOUR AS A GROWTH PROMOTER

Juan Tenías Campos¹, Mayra Alfaro Escalona¹, Magalys Rivas Nichorzon¹, Liseth Cárdenas Ramírez¹ y Ramón Silva-Acuña²

¹Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, *Campus* Los Guaritos, Maturín, Monagas, Venezuela

²Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica, Postgrado de Agricultura Tropical, *Campus* Juanico, Maturín, Venezuela

E-mail: drramonsilvaa@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
06/10/2021

Aceptado:
15/06/2022

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
13(1):16-25

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i1.310

Resumen

El objetivo del ensayo consistió en evaluar el peso relativo de diferentes órganos y cambios alométricos del tracto gastrointestinal de pollos de engorde, suplementados con harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB). A los 21 días de la fase de inicio y a los 42 días de engorde se cuantificó el peso del proventrículo, la molleja, el duodeno, el yeyuno y el íleon; así como también, se determinaron sus respectivos coeficientes alométricos; además, del intestino delgado completo. Se empleó el diseño experimental completamente al azar, con un total de 208 pollitos de la línea Ross distribuidos en cuatro tratamientos: T₁= 100% de alimento balanceado (AB100%); T₂= Alimento balanceado+0,25% de harina de orégano (AB+0,25%HO); T₃= Alimento balanceado+0,50% de harina de orégano (AB+0,50%HO) y T₄= Alimento balanceado+0,75% de harina de orégano (AB+0,75%HO), con cuatro repeticiones, cada unidad experimental constituida por 13 aves. Se realizó análisis de varianza a las variables cuantificadas y los valores promedios se compararon por Tukey a 5% de probabilidad. La concentración de 0,25%, de HO en combinación con el AB, favoreció los valores obtenidos para los pesos relativos a los 21 y 42 días del duodeno, yeyuno, íleon, así como también para el intestino delgado completo. Todos los órganos presentaron lento crecimiento alométrico (CA<1) en relación al peso corporal en la fase de inicio y engorde, exceptuando el proventrículo, que mostró crecimiento mayor (CA>1).

Palabras clave: *Origanum vulgare*, crecimiento alométrico, fitogénico, aves de corral.

Abstract

The objective of the trial was to evaluate the relative weight of different organs and allometric changes of the gastrointestinal tract of broilers, supplemented with oregano leaf meal (HO) as a growth promoter, in mixing proportions with the balanced feed (AB). At 21 days of the starter phase and 42 days of fattening, the weight of the proventriculus, gizzard, duodenum, jejunum and ileum was quantified; as well as, their respective allometric coefficients were determined; in addition, the entire small intestine. A completely randomized experimental design was used, with a total of 208 Ross line chicks distributed in four treatments: T₁= 100% balanced feed (AB100%); T₂= Balanced feed+0.25% oregano flour (AB+0.25%HO); T₃= Balanced feed+0.50% oregano flour (AB+0.50%HO) and T₄= Balanced feed+0.75% oregano flour (AB+0.75%HO), with four repetitions, each experimental unit constituted by 13 birds. An analysis of variance was performed on the quantified variables and the average values were compared by Tukey at 5% probability. The concentration of 0.25% HO in combination with BA favored the values obtained for the relative weights at 21 and 42 days of the duodenum, jejunum, ileum, as well as for the entire small intestine. All organs showed slow allometric growth (CA<1) in relation to body weight in the initial and fattening phase, except for the proventriculus, which showed greater growth (CA>1).

Keywords: *Origanum vulgare*, allometric growth, phytogenic, poultry.

INTRODUCCIÓN

El sector avícola venezolano trabaja estrechamente con los procesadores de alimentos balanceados a través de la integración vertical en la industria; 77% de la producción nacional de alimentos balanceados se destina al sector avícola, 17% a la porcicultura, 5% al sector bovino y 1% a otros sectores. Debido a la insuficiencia en la producción nacional de granos y otras materias primas, este sector depende de las importaciones de estos productos para sus operaciones (Álvarez, 2012).

La industria avícola en general se ha caracterizado por ser una de las ramas del sector pecuario con mayor crecimiento por su bajo costo de producción; representa la proteína de origen animal con mayor aceptación a nivel mundial. Con el incremento de la población y su necesidad de consumir productos ricos en proteínas, varios países en vías de desarrollo han cambiado su forma de producción tradicional por una más industrializada. Entre estos cambios sobresale el uso de alimentos balanceados más especializados en cada etapa de desarrollo, la mejora genética y control sanitario para que el avicultor tenga mayor rendimiento sobre su trabajo (Evans, 2016).

El pollo de engorde debe alimentarse para ganar peso en el menor tiempo posible; así como también, buena conversión y eficiencia alimenticia y alta supervivencia en este proceso, de tal manera que al relacionar estos resultados permitan buena rentabilidad del negocio avícola (González *et al.*, 1999). En el pasado esos alimentos poseían promotores de crecimiento; la OMS (2017) los define como “sustancias distintas de los nutrimentos de la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejoran el índice de conversión de los animales sanos y correctamente alimentados”.

Entre los promotores de crecimiento (APC), se utilizaron antibióticos como aditivos en el alimento en concentraciones subterapéuticas, los cuales aumentan el rendimiento y la productividad de los animales a través del control de bacterias patógenas (Lee *et al.*, 2003; Ortisi, 2008); aunque, por la creciente preocupación de los consumidores sobre el posible traslado de la resistencia antibiótica a los patógenos causantes de enfermedades humanas, fueron prohibidos (Ayala *et al.*, 2006).

Las prohibiciones fueron posibles, a pesar de carecer de evidencia científica que lo justificara, debido al uso del "principio precautorio" establecido en las leyes que norman a la Unión Europea y que expresamente indica que el uso de un producto –sea el que fuera– puede prohibirse si se "percibe" que su uso pudiera generar problemas de salud pública o animal, o un problema ambiental (Lara *et al.*, 2010).

Es por ello que las principales alternativas para el uso de promotores de crecimiento que han sido investigadas

incluyen los probióticos, enzimas, acidificantes –ácidos orgánicos e inorgánicos–, y extractos vegetales, como el orégano (Betancourt, 2012; Martínez y Vélchez, 2016). Las formas de utilización del orégano en la producción animal son diversas, una de ellas lo constituye la extracción de su aceite esencial, esta forma se ha incrementado considerablemente, demostrando la actividad biológica de sus componentes con muy buenos resultados (Divriese *et al.*, 1993); de manera similar, Tenías *et al.* (2021), Pujada *et al.* (2019) y Chang *et al.* (2017) señalan que otra forma de aplicación ha sido la obtención de harina de orégano a partir de hojas secadas y molidas en bajos niveles de inclusión.

González *et al.* (1999) indican que para valorar el desarrollo del sistema digestivo de un animal se tienen diferentes métodos: (1) Sistemas zoométricos, relacionados con las medidas externas del animal; (2) Sistemas de sacrificio o disección que incluyen estudios internos del animal una vez que este haya muerto y (3) Sistemas matemáticos que relacionan el desarrollo total del animal con el desarrollo de cada parte de este. Es muy importante para valorar las piezas y al animal en general. Dos conceptos son claves para establecer los crecimientos de los distintos órganos: (1) Isomería: relacionada al aumento del tamaño en los diferentes órganos o tejidos del animal en la misma proporción y (2) Alometría: que corresponde a los cambios que se producen en determinadas partes del organismo pero que se dan en diferente proporción a la generalidad de todos los órganos que lo configuran (Gayon, 2000).

El primer autor que se ocupó de estudiar el crecimiento y desarrollo desde un punto de vista zootécnico fue J. Hammond en 1932, quien evaluó no sólo el aumento de peso o volumen, sino también los cambios de forma que se van produciendo a medida que los animales crecen (Morrison y Boyd, 1990). El crecimiento se puede definir como el aumento irreversible de volumen o peso, Hammond (1960) lo define como “el aumento de peso del animal hasta que alcanza el tamaño adulto”. En tanto que el desarrollo conlleva cambios de forma y la adquisición de nuevas funciones. Para Hammond (1960) el desarrollo es la “modificación de la conformación corporal del animal, en tanto que sus diversas funciones y facultades alcanzan la plenitud”.

Por tanto, González *et al.* (1999), aclaran que el crecimiento es meramente cuantitativo, mientras que el desarrollo es un proceso cualitativo y cuantitativo. El crecimiento alométrico indica la proporción en que crece un órgano con relación al peso corporal total, desde un momento determinado hasta cierta edad en particular (Gayon, 2000). La toma de datos alométricos, determina la longitud y peso del tracto gastrointestinal –TGI–, entre mayor longitud, mayor será el tiempo de tránsito, creando un excelente ambiente para la actividad microbiana

intestinal, al permanecer el alimento más tiempo en el aparato digestivo, se incrementa el peso y longitud de sus partes, especialmente el caso del intestino delgado (Nir, 1993; Alagawany *et al.*, 2018).

En estudios realizados por Hernández (2004), con orégano, canela y pimienta, en dieta para pollos, no encontraron diferencias significativas en el peso del duodeno de los animales tratados frente a los animales control. Nir (1993), afirma que el crecimiento proporcional –alométrico– del yeyuno alcanza su máximo a los cinco días de edad del ave. Nitsan (1991), indica que el extraordinario crecimiento puede estar asociado a la adaptación del alimento.

En función de los anteriores planteamientos, la presente investigación tiene por objetivo evaluar el peso relativo de diferentes órganos y cambios alométricos del tracto gastrointestinal de pollos de engorde de la línea Ross, utilizando harina de hojas de orégano como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El presente ensayo se realizó en una granja comercial ubicada en la localidad de Tácata, municipio Cedeño, estado Monagas. En las coordenadas geográficas 9° 63' 77" LN y 63° 67' 13" LO, a la altitud de 124 m, con temperatura promedio de 27°C, humedad relativa de 63% y precipitación promedio anual de 1298 mm (Climate-Data.org, 2020).

El orégano y su preparación

El material vegetal de orégano, se obtuvo de un Jardín Botánico ubicado en la localidad de Temblador, municipio Libertador, estado Monagas, en las coordenadas geográficas de 9° 00' 26" LN y 62° 38' 32" LO. El follaje se cortó con tijeras de podar y tijeras comunes; se secó al sol sobre un plástico negro por 72 horas y posteriormente fue molido en un triturador de granos marca GENPAR, modelo GGG-121-HH, Venezuela, en la regulación fina, con el objetivo de lograr su mezcla homogénea con el alimento balanceado. El orégano molido se almacenó en envases de vidrio sellados.

Acondicionamiento del galpón para la recepción

Previo a la llegada de los pollitos bebé a la granja, se realizaron las divisiones e identificaciones para los tratamientos, utilizando pisos plásticos para bovinos, de 100 cm de largo por 60 cm de ancho. Se colocó la cama de cascarilla de arroz y se instalaron bebederos que contenían agua más hidratante comercial para disminuir el estrés en

la recepción; además, del alimento iniciador en comederos manuales. Se utilizó una criadora a gas Marca Gasolec M8, modelo GA-801351, como fuente de calor durante los primeros días de vida de los pollitos. El consumo de agua fue *ad libitum* durante todo el ensayo, utilizando bebederos manuales.

Manejos sanitarios de las aves

Las aves se recibieron vacunadas contra la enfermedad de Marek desde la planta incubadora. El manejo sanitario preventivo consistió en una serie de medidas aplicadas a diferentes días de edad, a partir de su recepción, que consideraron la aplicación de las vacunas obligatorias de la zona. Entre los 1 y 3 días, recibieron electrolitos en la dosis de 1L.1000 mL⁻¹ de agua; al octavo y 16 día, se les aplicó la primera y segunda dosis, respectivamente, contra New Castle –Cepa La Sota– y Gumboro, mediante aspersión. A los 10 días y entre los 22 y 24 días de edad, se les ofreció tilosina en dosis de 250 g.1000mL⁻¹ de agua. Entre los 11 y 13 días, recibieron polivitamínico en la dosis de 1L.1000 mL⁻¹ de agua y vinagre a razón de 1L.1000 mL⁻¹ a los 21 días de edad.

Variables cuantificadas

Los coeficientes de alometría de cada parte del organismo poseen valores según la edad y peso vivo del animal (Nir, 1993). Las mediciones se hicieron al término de la fase de iniciación –21 días– y de engorde –42 días– para los análisis alométricos, registrándose el peso de cada órgano en gramos y la longitud del tracto intestinal en centímetros en cuatro aves, seleccionadas al azar, sacrificadas por dislocación cervical y trasladadas a una sala contigua al galpón de cría, en condiciones de asepsia, habilitada para el escaldado y la disección de los pollos. Se empleó guantes, pinzas quirúrgicas, bisturí, bandejas de aluminio, balanza analítica y cinta métrica.

A cada una de las aves sacrificadas, se le separó el proventrículo, la molleja, el duodeno, el yeyuno y el íleon. La separación de los segmentos intestinales, se realizó de acuerdo con los siguientes cortes: el duodeno, desde el final de la molleja, hasta el final del conducto pancreático y biliar; el yeyuno, desde el final del duodeno, hasta el divertículo de Meckel; y el íleon, desde el divertículo de Meckel, hasta el comienzo de la división de los ciegos.

Cada uno de los órganos retirados fue separado por ave muestreada y tipo de tratamiento. Se realizó un lavado, tanto interno como externo, para retirar residuos de alimento o de excretas que pudieran alterar el peso neto del órgano y así afectar el peso corporal. Posteriormente se pesó uno a uno los fragmentos del sistema gastrointestinal para ser registrado. La ecuación (1) se empleó para determinar el peso relativo (PR) de los diferentes órganos gastrointestinales fue la siguiente:

$$PR = (\text{Peso \acute{o}rgano} / \text{Peso vivo del animal}) \times 100 \quad (1)$$

Para la evaluaci3n del crecimiento alom3trico (CA), se utiliz3 la ecuaci3n (2) propuesta por Fisher (1984):

$$CA = (O_n / O_h) / (PC_n / PC_h) \quad (2)$$

D3nde:

O= Peso del 3rgano

n= D3as despu3s del nacimiento

h= Peso al nacimiento

PC= Peso corporal

Tratamientos evaluados, dise1o experimental y an3lisis estad3stico

Los componentes para los cuatro tratamientos fueron el alimento balanceado (AB) y la harina de hojas de or3gano (HO), donde T₁= 100% de alimento balanceado (AB100%) o tratamiento testigo; T₂= Alimento balanceado+0,25% de harina de or3gano (AB+0,25%HO); T₃= Alimento balanceado+0,50% de harina de or3gano (AB+0,50%HO); y T₄= Alimento balanceado+0,75% de harina de or3gano (AB+0,75%HO).

Por kilogramo de la mezcla AB + HO, tanto para el alimento iniciador como de engorde, las proporciones de mezclas corresponden a: 997,5+2,5; 995+5 y 992,5+7,5 gramos para los tratamientos T₂, T₃ y T₄, respectivamente. Se emple3 una balanza digital Gramera de precisi3n, marca Tanita, para el pesaje de la cantidad de or3gano en las diferentes dietas alimenticias y un peso digital port3til de gancho –50 kg–, marca Weiheng, para registrar los diferentes pesos de los pollos. El proceso de mezcla del AB y la HO se efectu3 en un galp3n completamente limpio, utilizando una cortina de polietileno desinfectada como base, para luego remover de forma manual los dos componentes, hasta lograr la homogenizaci3n total.

Se emplearon 208 pollos de la l3nea Ross, de un d3a de edad; distribuidos en cuatro tratamientos de 52 animales, en el dise1o completamente al azar, con cuatro repeticiones de 13, que constituyen la unidad experimental. Para realizar la investigaci3n se utiliz3 24 m² del 3rea de un galp3n de 2250 m², siendo la densidad de 13 pollos por m².

Previo a realizar el an3lisis de varianza (ANAVA) las variables cuantificadas tanto a los 21 d3as de la fase de inicio y a los 42 d3as de engorde, correspondientes al peso (g) del proventr3culo, la molleja; al duodeno, el yeyuno e 3leon, el intestino delgado completo; as3 como tambi3n, los respectivos coeficientes alom3tricos, se exploraron por la prueba de Shapiro-Wilk para corroborar la normalidad de los errores y la prueba de Bartlett para la homogeneidad de varianza y comparados por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad. El an3lisis estad3stico se realiz3 con el programa InfoStat Versi3n 2018 (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSI3N

Peso relativo del sistema digestivo

Proventr3culo

Se constat3 diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), al t3rmino de la fase de inicio –21 d3as–. La comparaci3n de los tratamientos por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad indica que el tratamiento AB+0,25%HO present3 el mayor peso relativo con 1,39%, comport3ndose estad3sticamente similar con el tratamiento testigo AB100% (1,26%) y diferente al tratamiento AB+0,50%HO y AB+0,75%HO –con pesos de 1,23% y 1,19%, respectivamente–. Al t3rmino de la fase de engorde –42 d3as– no se detect3 diferencias entre los tratamientos; no obstante, se aprecia mayor peso relativo en el tratamiento AB+0,25%HO con 0,84% (Cuadro 1).

En estudios realizados por Sanz et al. (2016), no observaron diferencias significativas del peso relativo del proventr3culo a los 42 d3as, cuando se compar3 la inclusi3n de la leguminosa tropical, poroto comuna –*Stizolobium deeringianum*– como promotor de crecimiento en pollos de engorde contra el control –0,45% y 0,5%, respectivamente–. Por otro lado, Mart3nez et al. (2012), comparando el efecto nutrac3utico del *Anacardium occidentale* en dietas para pollitas ponedoras de reemplazo, notaron diferencias significativas entre los tratamientos sobre el peso absoluto del proventr3culo a los 35 d3as de edad. A tempranas edades el peso relativo del proventr3culo es superior, alcanzando su m3ximo entre los seis y siete d3as de edad (Mart3nez, 2012). Por tal raz3n los mayores resultados en el presente estudio, se lograron al t3rmino de la fase de cr3a (21 d3as).

Cuadro 1. Peso relativo del proventr3culo en pollos de engorde utilizando harina de hojas de or3gano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

D3a	Tratamientos	ANAVA ¹
-----	--------------	--------------------

	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	1,26 ^{ab}	1,39 ^a	1,23 ^b	1,19 ^b	0,0047	5,07
42	0,77 ^a	0,84 ^a	0,79 ^a	0,68 ^a	0,1966	12,53

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

Molleja

No se detectaron diferencias significativas para los pesos relativos del estómago muscular a los 21 días de edad; sin embargo, a los 42 días, se observó diferencias entre los tratamientos con la inclusión de diferentes proporciones de harina de orégano. Los mayores pesos relativos a los 42 días de edad, correspondieron a para los tratamientos AB100%; AB+0,50%HO y AB+0,75%HO –de 2,87%, 2,91% y 2,83%, respectivamente– comportándose similares entre sí. El menor valor lo presentó el tratamiento AB+0,25%HO con 2,68% y diferente estadísticamente de los tratamientos AB100% y AB+0,50%HO (Cuadro 2).

Resultados similares fueron obtenidos por Chávez et al. (2016), donde encontraron diferencias significativas en el peso relativo de la molleja a los 42 días, cuando se

comparó un alimento balanceado comercial más antibiótico contra un alimento balanceado comercial más prebióticos –*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* o *Enterococcus faecium*– con rendimientos de 2,02% y 2,47% respectivamente (Svichus, 2011).

De igual manera, pesos absolutos y relativos de la molleja, obtenidos por Reyes et al. (2014) a los 42 días de edad en pollos de engorde alimentados con 0,10% de un derivado de paredes celulares de levadura –*Saccharomyces cerevisiae*– en la dieta fueron estadísticamente superiores al control. Concluyendo que la utilización de aditivos funcionales terapéuticos es capaz de propiciar mayor aprovechamiento de los nutrimentos presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los indicadores productivos de las aves.

Cuadro 2. Peso relativo de la molleja en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Día	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	3,61 ^a	3,66 ^a	3,57 ^a	3,56 ^a	0,9226	6,52
42	2,87 ^a	2,68 ^b	2,91 ^a	2,83 ^{ab}	0,0090	2,94

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

Según Svihus (2011), cuando se añaden a la dieta componentes que mejoran la disponibilidad de nutrimentos, como en este caso un fitogénico, se estimula el crecimiento y desarrollo de molleja y el proventrículo en comparación a otros órganos. Estos hallazgos están de acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación, donde la molleja, presentó el mayor crecimiento durante los días 21 y 42 en comparación con el resto de los órganos.

Duodeno

Se observaron diferencias significativas a los 21 y 42 días para peso relativo en el duodeno. Al término de las dos fases –inicio y engorde– el mayor peso relativo lo presentó el tratamiento AB+0,25%HO con 0,88% y 0,73%. A los 21 días el menor peso fue para el tratamiento testigo AB100% (0,68%) y AB+0,75%HO (0,69%) ambos fueron

similares estadísticamente; mientras que el tratamiento AB+0,50%HO presentó un valor intermedio (0,72%). A los 42 días los menores pesos estuvieron asociados a los tratamientos AB100%, AB+0,50%HO y AB+0,75%HO –entre 0,58%, 0,63% y 0,61% respectivamente–, similares entre si estadísticamente (Cuadro 3).

Jaramillo (2011) observó diferencias significativas para el peso absoluto, a los 22 días del duodeno en pollos de engorde, donde el tratamiento control obtuvo el peso más bajo, comparado con el tratamiento experimental que contenía en la dieta diferentes mezclas de aditivos –prebióticos y ácidos orgánicos– como promotores de crecimiento. Concluyó además que a partir del día ocho se ve una variación marcada de un menor crecimiento del duodeno respecto a los siguientes días 16 y 22.

Cuadro 3. Peso relativo del duodeno en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Día	Tratamientos	ANAVA ¹
-----	--------------	--------------------

	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	0,68 ^c	0,88 ^a	0,72 ^b	0,69 ^c	0,0001	1,39
42	0,58 ^b	0,73 ^a	0,63 ^b	0,61 ^b	0,0009	5,84

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

En estudios realizados por Hernández *et al.* (2004), con aceites esenciales de orégano, canela y pimienta, en dieta para pollos, no se encontraron diferencias significativas en el peso del duodeno de los animales tratados frente a los animales control.

comportándose similar estadísticamente al AB+0,50%HO con 1,20% y diferente de los tratamientos AB100% y AB+0,75%HO con los menores pesos relativos de 1,17% y 1,16%, respectivamente. A los 42 días no se detectó diferencias entre los tratamientos (Cuadro 4).

Yeyuno

Para el día 21 –fase de inicio–, el tratamiento AB+0,25%HO presentó el mayor peso relativo con 1,29%,

Cuadro 4. Peso relativo del yeyuno en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Día	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	1,17 ^b	1,29 ^a	1,20 ^{ab}	1,16 ^b	0,0211	4,57
42	1,06 ^a	1,12 ^a	0,98 ^a	0,98 ^a	0,0525	6,84

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

Con respecto al yeyuno, Regina *et al.* (2011), encontraron el mayor peso relativo de este órgano a los 42 días en el tratamiento con prebiótico en la dieta cuando se comparó con un antimicrobiano; no obstante, ninguno de los aditivos presentó diferencias con relación al testigo. Concluyendo que no fue posible observar efecto benéfico alguno de los aditivos mejoradores del rendimiento sobre el peso de las diferentes partes del intestino de los pollos de engorde a los 42 días de edad.

Íleon

Se observó que el tratamiento AB+0,25%HO logró el mayor peso relativo para el íleon a los 21 días de edad, con diferencias significativas cuando comparado con los demás tratamientos AB100%, AB+0,50%HO y AB+0,75%HO –entre 1,16%, 1,19% y 1,19% respectivamente– que se comportaron similares estadísticamente. Por otro lado, a los 42 días, también hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo que los tratamientos AB+0,25%HO, AB+0,50%HO y AB+0,75%HO presentaron los mayores pesos relativos de 1,29%, 1,29% y 1,26% respectivamente, similares entre sí; por otro lado, el menor peso del íleon estuvo asociado al tratamiento testigo AB100% con 1,04% y diferente de todos los anteriores (Cuadro 5).

Por otro lado, pesos absolutos obtenidos por Jaramillo (2012), de los diferentes órganos mostraron diferencias significativas a 5% de probabilidad para el yeyuno, siendo menores para el tratamiento control comparado con los tratamientos que recibieron los aditivos terapéuticos durante los días 8, 14 y 22.

Cuadro 5. Peso relativo del íleon en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Día	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	1,16 ^b	1,31 ^a	1,19 ^b	1,19 ^b	0,0001	1,94
42	1,04 ^b	1,29 ^a	1,29 ^a	1,26 ^a	0,0015	6,36

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

En un estudio realizado por Jaramillo (2011), el peso absoluto del íleon, permitió obtener diferencias significativas al octavo día de edad de los pollos, siendo menor en el control con respecto al resto de tratamientos –mezcla de prebióticos y ácidos orgánicos–. La diferencia de peso entre el control y el que obtuvo el más alto peso –

prebiótico– fue de 5,96%, mientras que la diferencia entre éste último y el antibiótico fue de 3,98% con diferencias significativas. Estas tendencias se mantuvieron durante el día 15 y 22.

Intestino delgado completo (IDC)

El IDC presentó diferencias significativas para el peso relativo a los 21 días. El tratamiento AB+0,25%HO obtuvo el mejor resultado, con 3,48%, comparado con los demás tratamientos que fueron similares entre sí. Así mismo, a los 42 días, el mayor peso relativo lo logró el

tratamiento AB+0,25%HO (3,14%), aunque para este caso, estadísticamente por la prueba de Tukey hubo similitud entre los tratamientos AB+0,50%HO y AB+0,75%HO (2,90% y 2,86%) y diferencias significativas en relación al tratamiento testigo AB100% (2,68%) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso relativo del intestino delgado completo en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Día	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
21	3,02 ^b	3,48 ^a	3,10 ^b	3,04 ^b	0,0001	2,47
42	2,68 ^b	3,14 ^a	2,90 ^{ab}	2,86 ^{ab}	0,0134	5,63

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza.

Chávez *et al.* (2016), observaron que durante la primera semana de vida del ave se da un rápido crecimiento de los órganos, entre ellos el intestino delgado, coincidiendo con lo reportado por Cuervo *et al.* (2002), donde el peso relativo de órganos digestivos como intestino, hígado, páncreas, molleja y proventrículo se incrementan significativamente durante la primera semana de vida, lo que conlleva al aumento de los procesos digestivos, y por ende, en el comportamiento productivo del ave durante toda su fase.

Lilja (1983), explica que después del nacimiento de los pollitos, la mucosa del intestino delgado sufre varios cambios importantes, pero en la segunda semana ocurre la máxima migración celular. Exactamente en este periodo de tiempo ocurre el mayor crecimiento proporcional del yeyuno, siendo de gran importancia porque reduce algunos problemas como la ascitis.

Los aumentos de peso relativos del intestino de las aves se relacionan con el incremento en la viscosidad digestiva, movilidad intestinal reducida y aumento de la actividad microbiana que estimula el crecimiento del tejido intestinal y por ende la ganancia de peso, por mayor absorción de nutrimentos (Brenes *et al.*, 2002; Brenes y Roura, 2010). Lo anteriormente dicho confirma los resultados obtenidos en el presente ensayo, donde el tratamiento que obtuvo el mayor peso relativo del intestino, logró la mayor ganancia peso.

Crecimiento alométrico del sistema digestivo

La toma de datos alométricos, determina la longitud y peso del tracto gastrointestinal (TGI). Entre mayor longitud,

mayor será el tiempo de tránsito, creando un excelente ambiente para la actividad microbiana intestinal. Al permanecer el alimento más tiempo en el aparato digestivo, se incrementa el peso y longitud de sus partes, especialmente el caso del intestino delgado (Brenes *et al.*, 1993).

Se observa (Cuadro 7) que la variable crecimiento alométrico (CA) presentó diferencias significativas entre los tratamientos en el íleon e intestino delgado completo (IDC) a los 21 días. En el íleon, los tratamientos AB+0,25%HO, AB+0,50%HO y AB+0,75%HO lograron los mayores valores de CA –entre 0,57, 0,52 y 0,58, respectivamente–, y difieren del tratamiento AB100% que presentó el menor valor –0,50– y similar a los tratamientos AB+0,50%HO. El tratamiento AB+0,75%HO presentó el valor más elevado. El IDC, mostró un comportamiento estadístico idéntico al íleon, donde el mayor valor le correspondió al tratamiento AB+0,25%HO y el menor al tratamiento AB100%.

Para los órganos proventrículo, molleja, duodeno y yeyuno no se encontraron diferencias en ninguno de los tratamientos para la variable crecimiento alométrico –CA– a los 21 días. Todos los órganos presentaron crecimiento lento –CA<1– en relación al peso corporal, exceptuando el proventrículo en los tratamientos AB100%, AB+0,25%HO y AB+0,75%HO que mostraron crecimiento relativamente mayor con relación al peso corporal –CA>1–; no obstante, en el tratamiento AB+0,50%HO el crecimiento fue isométrico (CA=1) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coeficientes de crecimiento alométrico de órganos en la fase de cría a los 21 días en pollos de engorde utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Órgano	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
Proventrículo	1,01 ^a	1,13 ^a	1,00 ^a	1,01 ^a	0,6009	14,82

Molleja	0,48 ^a	0,49 ^a	0,55 ^a	0,54 ^a	0,0714	8,27
Duodeno	0,50 ^a	0,61 ^a	0,57 ^a	0,59 ^a	0,0800	10,22
Yeyuno	0,49 ^a	0,57 ^a	0,51 ^a	0,52 ^a	0,0556	7,15
Íleon	0,50 ^b	0,57 ^a	0,52 ^{ab}	0,58 ^a	0,0050	4,97
IDC²	0,49 ^b	0,58 ^a	0,53 ^{ab}	0,56 ^a	0,0020	4,77

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza; ²IDC=Intestino delgado completo.

El proventrículo, la molleja, el duodeno no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable CA.

Para la etapa de engorde –42 días– el crecimiento alométrico (CA) de la molleja, en los tratamientos

AB+0,50%HO, AB+0,75%HO y AB100%, fueron similares estadísticamente –0,45 y 0,43– por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad, distintos al CA del tratamiento AB+0,25%HO (0,36) con el menor CA (Cuadro 8).

Cuadro 8. Coeficientes de crecimiento alométrico de órganos durante la fase de engorde a los 42 días en pollos utilizando harina de hojas de orégano (HO) como promotor de crecimiento, en proporciones de mezcla con el alimento balanceado (AB).

Órgano	Tratamientos				ANAVA ¹	
	AB100%	AB+0,25%HO	AB+0,50%HO	AB+0,75%HO	Probabilidad	CV (%)
Proventrículo	0,63 ^a	0,68 ^a	0,65 ^a	0,57 ^a	0,6068	17,23
Molleja	0,38 ^{bc}	0,36 ^c	0,45 ^a	0,43 ^{ab}	0,0017	6,88
Duodeno	0,42 ^a	0,51 ^a	0,50 ^a	0,52 ^a	0,1769	12,99
Yeyuno	0,44 ^{ab}	0,50 ^a	0,42 ^b	0,44 ^{ab}	0,0252	7,15
Íleon	0,45 ^b	0,56 ^a	0,56 ^a	0,61 ^a	0,0006	7,21
IDC²	0,44 ^b	0,52 ^a	0,49 ^{ab}	0,52 ^a	0,0040	6,04

Valores promedios seguidos por letras distintas en la fila son estadísticamente diferentes por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad; ¹ANAVA= Análisis de varianza; ²IDC=Intestino delgado completo.

Para el yeyuno, (Cuadro 8) el tratamiento AB+0,25%HO (0,50) difiere del tratamiento AB+0,50%HO; mientras que no hubo diferencias con los tratamientos AB100% y AB+0,75%HO –0,44 y 0,44, respectivamente–. Para el íleon los mayores CA se obtuvieron en los tratamientos AB+0,25%HO, AB+0,50%HO y AB+0,75%HO –0,56, 0,56 y 0,61, respectivamente–, sin diferencia entre ellos; mientras que el AB100% logró el menor resultado de CA (0,45).

Finalmente, el crecimiento alométrico el IDC logró mejor valor de CA en los tratamientos AB+0,25%HO y AB+0,75%HO –0,52 y 0,52, respectivamente–, mientras que los tratamientos AB100% y AB+0,50%HO no difieren entre sí, con los menores valores del CA para la variable intestino delgado. Todos los órganos presentaron lento crecimiento –CA<1– con relación al peso corporal a los 42 días de edad (Cuadro 8).

Jaramillo (2012), encontró que las constantes de crecimiento alométrico del yeyuno presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) al día ocho, que mostraron menor crecimiento con respecto al peso vivo en el tratamiento control con 1,52 comparado con los otros tratamientos que contenían promotores de crecimiento en la dieta con 1,80; además, observó que la dinámica de crecimiento alométrico del yeyuno presenta pendiente negativa, que indica mayor crecimiento de este órgano con respecto al peso vivo, con valores mayores a uno desde el día ocho hasta el día 22 de edad de los pollos. Para el

duodeno y molleja el crecimiento fue lento –CA<1–, lo que concuerda con el presente estudio.

Berti (2003), afirma que el intestino llega a su máximo desarrollo entre los tres a siete días de edad, para posteriormente declinar rápidamente. Es por ello, seguramente, que no se encontró crecimientos alométricos mayores a uno de este órgano a los 21 y 42 días de estudio. De igual manera, Lilja (1983), explica que el intestino delgado es un órgano de oferta, y que, durante el periodo de crecimiento, disminuye su peso para dar prioridad a órganos de demanda, como los músculos.

Cuervo *et al.* (2002), encontraron diferencias estadísticas en el crecimiento alométrico del intestino delgado a los 14 y 21 días de edad de los pollos, entre el control con el menor crecimiento, comparado con diferentes tratamientos, a los que se suministraba un suplemento nutricional hidratado. Rahmani y Speer (2005) indican que el mayor crecimiento de las diferentes partes del intestino puede estar relacionado con la acción de los distintos aditivos sobre la morfología intestinal, sobre todo, en el crecimiento de las vellosidades intestinales.

Medina *et al.* (2015), evaluando la adición de levaduras en la dieta sobre las relaciones alométricas de los diferentes órganos del sistema digestivo de pollos de engorde machos, no encontraron diferencias significativas entre tratamientos a los 14, 21 y 42 días de edad; además, observaron que las mediciones alométricas disminuyeron en todos los tratamientos a medida que la edad de los animales aumentaba. Obedeciendo a que la tasa de

crecimiento de los órganos intestinales es menor a la tasa de crecimiento corporal de las aves.

Pulgarín (2015), utilizando distintos niveles de glicerol como fuente de energía en dietas para pollos de engorde, encontró que el coeficiente alométrico del intestino delgado completo durante las diferentes semanas evaluadas fue disminuyendo a medida que crecían las aves, sin encontrarse diferencias estadísticas. El crecimiento alométrico fue superior hasta el día 21 lo que indica mayor crecimiento de este órgano en comparación al peso del ave, mientras que al día 42 fue inferior. Lo que concuerda con este estudio, ya que el intestino no logró crecer más que el peso vivo a los 21 y 42 días.

Pulgarín (2015), encontró además que el crecimiento alométrico de la molleja fue inferior a uno durante las diferentes etapas evaluadas -7, 14, 21 y 42 días-, lo que determina menor crecimiento de este órgano en relación al peso del pollo, ratificando lo expuesto en el presente ensayo.

CONCLUSIONES

La concentración de 0,25%, de la harina de hojas de orégano en combinación con el alimento balanceado, favoreció los valores obtenidos para los pesos relativos a los 21 y 42 días del duodeno, yeyuno, íleon así como también para el intestino delgado completo.

Todos los órganos presentaron crecimiento lento –CA<1– con relación al peso corporal en la fase de inicio y engorde, exceptuando el proventrículo, que mostró crecimiento mayor –CA>1– en relación al peso corporal en los pollos de 42 días de edad.

LITERATURA CITADA

Álvarez J.2012. Manejo para disminuir la mortalidad en pollos de engorde. Rev. Cub. Cie. Agri. 2(1):125-132.

Alagawany M, El-Hack MEA, Farag MR, Shaheen HM, Abdel-Latif MA, Noreldin AE, Patra AK. 2018. The usefulness of oregano and its derivatives in poultry nutrition. Word Poult. Sci. J., 74(3): 463–474.

Ayala L, Martínez L, Acosta A, Dieppa O, Hernández L.2006. Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 40(4):455-458.

Berti J. 2003. Efeito de diferentes carboidratos na razão preinicial de frangos de corte no desempenho e na alometria dos órgãos. Universidad de San Pablo, Facultad de Ciencia Animal y Pastos [Tese de Mestrado em Agronomia], 76 p.

Betancourt LL. 2012. Evaluación de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde. Tesis Doctoral. Bogotá: Univ. Nacional de Colombia. 157 p.

Brenes A, Smith M, Guenter W, Marquardt R. 1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive organ size of broiler chickens fed wheat and barley based diets. Poult. Sci. 72:1731-1739.

Brenes A, Marquardt R, Guenter W, Viveros A. 2002. Effect of enzyme addition on the performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their factions. Poult. Sci. 81(5):670-678.

Brenes A, Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. Anim. Feed Sci Tech., 158(1): 1-14.

Chang S, Xian R, Myong H, Jing W, Hai J, Shu G, Bontempo V, Guang H. 2017. Effect of dietary oregano powder supplementation on the growth performance, antioxidant status and meat quality of broiler chicks. Ital. J. Anim. Sci. 16(2):246-252.

Chávez L, López A, Parra J. 2016. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. Arch. Zootec. 65(249):51-58.

CLIMATE-DATA.ORG. 2020. DATOS CLIMÁTICOS MUNDIALES (en línea). Consultado 10 ene. 2021 Disponible en:<https://es.climate-data.org/>

Cuervo M, Gómez C, Romero H. 2002. Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorde recién nacidos. Rev. Colomb. Cienc. Pec. 15(3):319-329.

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; González, I.; Tablada, E.; Díaz, M.; Robledo, C.; Balzarini, M. 2018. InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.

Divriese L, Daube G, Hommez J, Haesebrouck F. 1993. *In vitro* susceptibility of *Clostridium perfringens* isolated from farm animals to growth enhancing antibiotics. J. Appl. Microbiol. 75(1): 55-57.

Evans T. 2016. Tendencias Avícolas Mundiales 2016: América representa el 44 por ciento de la producción mundial de pollo. Colombia. Disponible en línea en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2866/tendencias-avacolas-mundiales-2016>(Acceso 25.03.2017).

Gayon J. 2000. History of the concept of allometry. American Zoologist. 40(4): 748-758.

- González G, Salado S, García M. 1999. Uso de aditivos como mejoradores de la calidad de las dietas para monogástricos: enzimas y acidificantes. Encuentro sobre Nutrición y Producción de Animales Monogástricos: Memorias. Maracay, Venezuela, pp. 6-11.
- Hammond J. 1960. Farm animals. Edward Arnold Publ. Ltd., London, England, pp. 29-32.
- Hernández F, Madrid J, García V, Orenjo J, Megías M. 2004. Influencia de tres extractos de plantas en el rendimiento de los pollos de engorde, digestibilidad y tamaño del órgano digestivo. Poul. Sci. 83(2):169-174.
- Jaramillo A. 2011. Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. Ibagué: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias [Maestría en Ciencias Agrarias Línea de Investigación Producción Animal Tropical], 225 p.
- Jaramillo A. 2012. Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. Rev. Colombiana de Ciencia Animal. 5(1):52-66.
- Lara P, Itzá M, Aguilar E, Sanginés J. 2010. Harinas de hojas de plantas aromáticas como fitoterapéuticos en pollos de engorda. Pesq. Agropec. Bras. 45(3):294-298.
- Lilja C. 1983. A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. Growth 47(4):317-339.
- Martínez Y, Martínez O, Olmos E, Siza S, Betancur C. 2012. Efecto nutracéutico del *Anacardium occidentale* en dietas de pollitas ponedoras de reemplazo. Rev. MVZ Córdoba. 17(3):3125-3132.
- Martínez D, Vilchez C. 2016. Oregano essential oil improves nutrient absorption capacity in healthy broilers. Poul. Sci 95(Suppl. 1): 217.
- Medina N, González C, Matute G, Barahona R. 2015. Morfología intestinal en pollos de engorde con o sin suministro de biomasa de levaduras de la producción de etanol combustible. Zoot. Trop. 32(2):107-116.
- Morrison T, Boyd R. 1990. Química Orgánica. Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Estados Unidos, pp.102-109.
- Nir I. 1993. La estructura de la comunidad bacteriana en los intestinos de los pollos recién nacidos. Poul. Sci. 73: 781-791.
- Nitsan, Z. 1991. Peso relativo del TGI en pollos de engorde. Poul. Sci. 6(1):15-22.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017. Lista OMS de antimicrobianos de importancia crítica para la medicina humana (Lista OMS de AIC) Disponible en línea en: <https://www.who.int/foodsafety/publications/cia2017es.pdf> (Acceso 11.05.2020).
- Ortisi F. 2008. Breve revisión sobre promotores de crecimiento. Costa Rica. Disponible en línea en: <http://docplayer.es/342832-Breve-revision-sobre-promotores-de-crecimiento.html> (Acceso 15.04.2017).
- Pujada A. H, Vega-Vilca J, Velásquez V. C, Palacios-Rodríguez B. 2019. Niveles de orégano (*Origanum vulgare*) en la dieta y su influencia en el rendimiento productivo del pollo de engorde. Rev Inv Vet Perú 2019; 30(3):1077-1082.
- Pulgarín D. 2015. Evaluación de parámetros productivos utilizando tres niveles crecientes de glicerol en dietas para pollos de engorde. Cundinamarca: Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias [Disertación Grado Ingeniero en Zootecnia], 63 p.
- Rahmani H. y Speer W. 2005. Natural additives influence the performance and humoral immunity of broilers. J. Poul. Sci. 4(9):713-717.
- Regina. F, Fernandes A, Méndez A, Milbrabt E, Martins B. 2011. Morfometría de la mucosa del duodeno en pollos de engorde suplementados con mejoradores del desempeño. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura, Brasil.
- Reyes N, Piad R, González H, Ríos M. 2014. Rendimiento de la canal y morfometría del tracto gastrointestinal de broilers suplementados con pared celular de levadura. Rev. La Calera. 14(22):33-37.

- Sanz, P, Revidatti F, Fernández R, Sindik M, Laffont G. 2016. Desarrollo del aparato digestivo en pollos Campero INTA alimentados con poroto mucuna (*Stizolobium deeringianum*). Rev Vet. 27(2):107-112.
- Svichus, B. 2011. La molleja: influencia de la estructura de la dieta y efectos sobre la disponibilidad de nutrientes. Word Poultry Sci. J. 67:1-11.
- Tenías-Campos, J., Alfaro-Escalona M., Rivas-Nichorzon M, Cárdenas-Ramírez, L. y Silva-Acuña, R. 2021. Características productivas en pollos de engorde utilizando harina de orégano como promotor de crecimiento. Revista ESPAMCIENCIA12(2):107-115.