

Efecto del extracto de ajo más cebolla en el rendimiento productivo y morfometría intestinal en pollos de carne

Effect of garlic plus onion extract on productive performance and intestinal morphometry in broiler chickens

Hilario Pujada A.¹, Nilsa Rojas B.², José Legua C.³, Félix Airahuacho B.¹, Carlomagno Velásquez V.^{1*}

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación del extracto de ajo y cebolla en el rendimiento productivo y morfometría intestinal de pollos de carne. Un total de 150 pollos machos de la línea Cobb 500 se distribuyeron al azar en tres tratamientos: dieta basal control (T0), dieta basal más 0.05% de Zinc bacitracina -APC- al 10% (T1) y dieta basal más 1.5% de mezcla en igual proporción de extracto de ajo y cebolla (T2). A los 42 días de edad se sacrificaron cinco pollos por tratamiento para determinar el rendimiento de la canal, acumulación de grasa abdominal y se tomaron muestras de duodeno, yeyuno e íleon para el examen morfométrico. Tanto T1 como T2 lograron un mejor peso corporal, ganancia de peso diario, conversión alimenticia, rendimiento de la canal y un menor depósito de grasa abdominal ($p < 0.05$) en comparación con T0. El consumo de alimento fue similar en todos los tratamientos ($p > 0.05$). T2 y T1 presentaron una mejor morfometría intestinal en comparación al T0. En el duodeno tuvieron una mayor ($p < 0.05$) altura de las vellosidades, mientras que el ancho fue mayor en el yeyuno e íleon ($p < 0.05$), una menor profundidad de

¹ Departamento Académico de Zootecnia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

² Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

³ Departamento Académico de Ingeniería Química, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

* Autor correspondiente: Carlomagno Velásquez Vergara; cvelasquez@unjfsc.edu.pe

Recibido: 13 de mayo de 2024

Aceptado para publicación: 25 de enero de 2025

Publicado: 30 de abril de 2025

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

las criptas se registró en el duodeno e íleon ($p < 0.05$) y una mayor relación A/P en el duodeno ($p < 0.05$). Se concluye que la suplementación con extracto de ajo y cebolla produce resultados comparables a los obtenidos con el tratamiento APC y se presenta como una alternativa viable para su reemplazo.

Palabras clave: ganancia de peso, rendimiento de canal, grasa abdominal, vellosidades intestinales

ABSTRACT

The effect of garlic and onion extract supplementation on the productive performance and intestinal morphometry of broiler chickens was evaluated. A total of 150 male chickens of the Cobb 500 line were randomly distributed in three treatments: Basal control diet (T0), Basal diet plus 0.05% Zinc bacitracin -AGP- at 10% (T1) and basal diet plus 1.5% mixture in equal proportion of garlic and onion extract (T2). At 42 days of age, five chickens were slaughtered per treatment to determine carcass yield, abdominal fat accumulation and to collect samples of the duodenum, jejunum and ileum for morphometric examination. Both T1 and T2 achieved better body weight, daily weight gain, feed conversion, carcass yield and a lower abdominal fat deposit ($p < 0.05$) compared to T0. Feed intake was similar in all treatments ($p > 0.05$). T2 and T1 presented better intestinal morphometry compared to T0. In the duodenum they had a higher ($p < 0.05$) villus height, while the width was greater in the jejunum and ileum ($p < 0.05$), a lower crypt depth was recorded in the duodenum and ileum ($p < 0.05$) and a higher A/P ratio in the duodenum ($p < 0.05$). It is concluded that supplementation with garlic and onion extract produces comparable results to those obtained with the AGP treatment and is presented as a viable alternative for its replacement.

Keywords: weight gain, carcass yield, abdominal fat, intestinal villi

INTRODUCCIÓN

El empleo de los antibióticos como promotores de crecimiento (APC) ha contribuido en las últimas décadas en la mejora de la eficiencia alimenticia y en reducir la mortalidad en pollos de carne (Chandra *et al.*, 2022). No obstante, a pesar de ser una estrategia efectiva para el control de enfermedades, el surgimiento de la resistencia antimicrobiana y la presencia de residuos de estos agentes antimicrobianos en los productos cárnicos han generado una tendencia hacia la reducción o prohibición de su uso (Urban-Chmiel *et al.*, 2022). La prohibición del uso de estos antibióticos se encuentra asociada con la propagación de diversas enfermedades incluida

la enteritis necrótica (El-Hack *et al.*, 2022), lo que ha llevado a la búsqueda de alternativas para optimizar la salud intestinal y mejorar el rendimiento de los pollos de engorde (Su *et al.*, 2021).

Existe un considerable interés en el uso de aditivos fitogénicos en la dieta alimenticia del pollo de carne por su capacidad para promover un entorno intestinal saludable y mejorar el rendimiento productivo. Estos aditivos, compuestos de extractos de plantas y sus principios activos, se han asociado con un aumento en el rendimiento del crecimiento y con una mayor digestibilidad de los nutrientes (Al-Ramamneh, 2018), así como un incremento en la altura de las vellosidades

intestinales y profundidad de las criptas de Lieberkühn, lo que mejoraría la capacidad de absorción intestinal (Nguyen *et al.*, 2021).

El ajo (*Allium sativum*) es uno de los aditivos fitogénicos más usados en el ámbito medicinal, gracias a su rica composición de compuestos bioactivos, entre los que destaca los aceites esenciales y la alicina como elementos principales (Ozma *et al.*, 2023). Estos compuestos fitoquímicos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos perjudiciales en el tracto digestivo de los pollos (Joe *et al.*, 2009), lo que conduce a una mejor utilización de nutrientes a nivel intestinal, reflejándose en mejoras en la salud intestinal (Sugiharto, 2016) y el rendimiento productivo del ave (Meza-Ríos *et al.*, 2024). El ajo fortalecería las defensas del hospedador al aumentar la población de bacterias productoras de ácido láctico y reducir la población de bacterias patógenas (Seidavi *et al.*, 2023).

La cebolla (*Allium cepa* L.), miembro de la familia Alliaceae, es conocida por su abundancia en compuestos sulfuros orgánicos (Jikah y Edo, 2023). Además, contiene flavonoides, ácidos fenólicos y esteroides como el colesterol, el b-sitosterol, las saponinas y el estigma esterol (Goodarzi *et al.*, 2013). Su elevado contenido en compuestos orgánicos de azufre influiría en la reducción de los lípidos sanguíneos, las proteínas hepáticas y la glucosa en pollos de engorde (Zhao *et al.*, 2021).

Diversos estudios han demostrado que la suplementación con ajo y cebolla mejoran la absorción de nutrientes y, por ende, el rendimiento productivo (Kairalla *et al.*, 2022; Malematja *et al.*, 2023); sin embargo, su adopción sigue siendo cuestionada debido a los resultados contradictorios y no consistentes con relación a dietas que contienen APC. En este contexto, la presente investigación se enfocó en evaluar el efecto del extracto de ajo más cebolla en el rendimiento productivo y morfometría intestinal de pollos de carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio

La investigación se desarrolló en la granja experimental avícola de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicada en la provincia de Huaura, región Lima, Perú, a una altitud de 67 msnm. Las condiciones ambientales registradas durante el estudio fueron una temperatura media de 19 °C y una humedad relativa media de 87% (SENAMHI, 2024).

Condiciones del Galpón

El galpón utilizado fue de piso de tierra, cercado con una malla perimetral. Durante la etapa inicial, que abarcó desde el día 0 hasta los 21 días, se estableció una temperatura ambiental de acuerdo con las normas establecidas por Cobb-Vantress (2008). En la primera semana de crianza se construyó un corral circular con un radio de 1.5 m utilizando material de fibra de madera para mantener un microclima adecuado. En la etapa comprendida entre el día 22 hasta el día 42 se utilizaron corrales construidos con malla de nylon y listones de madera. En cada corral experimental, de 1 m² de superficie, equipado con un bebedero de goteo y un comedero lineal, se alojaron 10 aves.

Aves y Tratamientos

El estudio se realizó con 150 pollitos BB machos de la línea Cobb 500, distribuidos al azar en tres tratamientos: T0: Dieta basal (DB) sin la adición de APC ni coccidiostato (tratamiento control); T1: DB más 0.05% Zinc bacitracina y 0.025% clopidol (tratamiento APC); T2: DB más mezcla de 1.5% (proporción 1:1) de extracto de ajo y cebolla en el agua (tratamiento ajo más cebolla).

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional de las dietas alimenticias según la etapa de crecimiento en pollos de carne BB machos de la línea Cobb 500

	Etapa de crecimiento (días)		
	0-11	12 - 28	29 - 42
Ingredientes (%)			
Maíz amarillo	58.5	62.99	69.82
Torta de soya	21.3	18.71	15.89
Soya integral	10.9	11.6	9.89
Harina de pescado	5.7	3.54	-
Grasa hidrogenada	-	-	0.76
Fosfato dicálcico	1.5	1.48	1.86
Carbonato cálcico	1	0.95	0.99
Sal	0.2	0.26	0.34
DL metionina	0.3	0.23	0.17
HCl lisina	0.2	0.07	0.1
Cloruro de colina	0.1	0.04	0.04
Premix ¹	0.1	0.1	0.1
Contenido nutricional			
EM, Mcal/kg	3.03	3.1	3.15
Proteína cruda, %	22.8	21.1	17.4
Grasa cruda, %	5.1	5.2	5.5
Fibra cruda, %	3.5	3.4	3.4
Lisina, %	1.31	1.21	0.95
Metionina +cistina, %	0.79	0.94	0.76
Calcio, %	1	0.9	0.85
Fósforo disponible, %	0.5	0.45	0.42
Sodio, %	0.16	0.16	0.15

¹ Cada kilogramo contiene: Vitamina A 10 000 000 UI, Vitamina D3 3 000 000 UI, Vitamina E 15 000 UI, Vitamina K3 2.5 g, Riboflavina 4 g, Cianocobalamina 12 mg, Ácido pantoténico 6 g, Ácido fólico 500 mg, Niacina 20 g, Manganeso 60 g, Zinc 45 g, Hierro 40 g, Cobre 5 g, Iodo 1 g, Selenio 100 mg

El APC (zinc bacitracina al 0.5%) y el coccidiostato (clopidol al 0.5%) se incluyeron en la dieta T1 desde el primer día de recepción. En el caso de los pollitos del T2 la mezcla de extracto de cebolla y ajo se suministró en el agua desde el primer día.

Los pollos fueron vacunados al día de nacimiento contra las enfermedades de Mareck, Newcastle y Bursitis infecciosa aviar. A los 12 días de edad se aplicó la se-

gunda dosis de Newcastle y la primera dosis de las vacunas contra Bronquitis infecciosa y Gumboro.

Dietas Alimenticias

Se prepararon tres tipos de dieta para cada etapa de crecimiento según las normas de alimentación establecidas en la Tabla Brasileira para Aves (Rostagno *et al.*, 2017). Los ingredientes y el contenido nutricional de la dieta basal se detallan en el Cuadro 1.

Preparación del Extracto

El ajo blanco Napurí y la cebolla roja se adquirieron del mercado modelo de la ciudad de Huacho. Para la preparación del extracto de ajo y cebolla se realizó un procedimiento de extracción simple sin utilizar disolventes. Se trituraron 400 g de cebolla y 400 g de ajo en una licuadora. La mezcla resultante fue filtrada con una gasa. El extracto obtenido se diluyó al 5% en agua potable, el cual se suministró a las aves en la primera toma del día. Una vez que las aves consumieron la solución con el extracto se les proporcionó solo agua potable. El procedimiento de extracción se repitió cada siete días durante las primeras cuatro semanas.

Rendimiento Productivo

Se registró el peso corporal y el consumo de alimento cada siete días. Para tal fin, se utilizó una balanza marca Ohaus T31P (capacidad 10 kg; precisión 1 g). La conversión alimenticia se estimó dividiendo el consumo de alimento y la ganancia de peso. A los 42 días de edad, se sacrificó un ave de cada unidad experimental mediante dislocamiento cervical y sangrado de la arteria carótida. El rendimiento de la canal se calculó como porcentaje del peso corporal, tomando en cuenta el peso del ave seleccionada al azar antes del sacrificio, que incluía la cabeza, patas, molleja, hígado y corazón. La grasa abdominal, determinada como un porcentaje del peso corporal, consideró la grasa depositada en la cavidad abdominal y de los órganos adyacentes. Para el pesaje se utilizó una balanza VE-1000 (capacidad: 1000 g; precisión: 0.01 g).

Morfometría Intestinal

De cada pollo se tomó una muestra de 3 cm de duodeno, yeyuno e íleon y se depositó en un frasco con formol al 10%. Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima. Las muestras de tejido fueron procesadas, se realizaron los cortes histoló-

gicos y la respectiva tinción con hematoxilina-eosina, de acuerdo con lo señalado por Banks (1996). Las medidas de altura, ancho de las vellosidades y la profundidad de las criptas de Lieberkühn se realizaron siguiendo lo descrito por Baurhoo *et al.* (2007).

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Cada replicación estuvo compuesta por 10 aves (Demétrio *et al.*, 2013). Los datos fueron evaluados con el análisis de varianza y pruebas *post hoc* de Tukey, ya que cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de variancias. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando los softwares R y JAMOVI.

RESULTADOS

Rendimiento productivo

Las aves de T2 y T1 exhibieron un peso vivo final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia similares y presentaron mejor respuesta al T0 ($p < 0.05$). El consumo de alimento fue similar en los tres tratamientos. Al momento del sacrificio, las aves de los tres tratamientos registraron un rendimiento de canal similar. Con respecto a la grasa abdominal, T2 y T1 presentaron un menor depósito en comparación a T0 ($p < 0.05$), tal como se detalla en el Cuadro 2.

Morfometría intestinal

En el duodeno, T2 y T1 mostraron una mayor ($p < 0.05$) altura de las vellosidades intestinales, menor profundidad de las criptas y mayor relación A/P en comparación a T0. En el yeyuno, la altura de las vellosidades, la profundidad de la cripta y la relación A/P fueron similares en todos los tratamientos ($p > 0.05$), mientras que el ancho de las vellosidades fue menor ($p < 0.05$) en T2 y T1 en comparación a T0. En el íleon, la altura de las vellosidades y la relación A/P fueron si-

Cuadro 2. Efecto de la suplementación con extracto de ajo más cebolla y antibióticos promotores de crecimiento (APC) sobre el rendimiento productivo de pollos de carne BB machos de la línea Cobb 500 (promedio \pm d.e.)

Parámetros	T ₀ : control	T ₁ : APC	T ₂ : Ajo y cebolla	<i>p</i> valor
Rendimiento productivo				
Peso inicial, g	47.8 \pm 1.17	47.2 \pm 1.72	48.8 \pm 0.75	
Peso final, g	2,711 \pm 46 ^b	2,823 \pm 35 ^a	2,862 \pm 55 ^a	0.011
Ganancia diaria, g	64.6 \pm 1.10 ^b	67.2 \pm 0.84 ^a	68.1 \pm 1.31 ^a	0.001
Consumo de alimento, g	4,855 \pm 58	4,839 \pm 108	4,935 \pm 49	0.152
Conversión alimenticia	1.79 \pm 0.04 ^a	1.71 \pm 0.05 ^b	1.72 \pm 0.04 ^b	0.011
Rendimiento cárnico				
Peso al beneficio, g	2,913 \pm 77	3,001 \pm 248	2,668 \pm 201	
Peso de canal, g (%)	2,499 (85.7)	2,589 (86.2)	2,325 (87.1)	0.206
Peso de grasa abdominal, g (%)	50.6 (1.7) ^a	41.0 (1.4) ^{ab}	35.0 (1.3) ^b	0.039

Cuadro 3. Efecto de la suplementación con extracto de ajo más cebolla y antibióticos promotores de crecimiento (APC) sobre la morfometría (μ M) del intestino delgado de pollos de carne BB machos de la línea Cobb 500

Parámetros	T ₀ : control	T ₁ : APC	T ₂ : Ajo y cebolla	<i>p</i> valor
Duodeno				
Altura	1,606 \pm 234 ^b	1,687 \pm 178 ^{ab}	1,967 \pm 39 ^a	0.018
Profundidad cripta	293 \pm 42 ^a	239 \pm 25 ^b	232 \pm 35 ^b	0.046
Ancho	132 \pm 27	134 \pm 12	148 \pm 15	0.374
A/P	5.54 ^b	7.12 ^{ab}	8.64 ^a	0.007
Yeyuno				
Altura	1,508 \pm 291	1,356 \pm 65	1,323 \pm 129	0.296
Profundidad cripta	350 \pm 99	293 \pm 72	232 \pm 72	0.135
Ancho	171 \pm 35 ^a	130 \pm 13 ^b	128 \pm 16 ^b	0.026
A/P	4.45	4.91	6.01	0.563
Íleon				
Altura	980 \pm 232	804 \pm 102	847 \pm 82	0.260
Profundidad cripta	264 \pm 26 ^a	211 \pm 36 ^b	190 \pm 18 ^b	< 0.00
Ancho	149 \pm 7 ^a	115 \pm 10 ^b	113 \pm 5 ^b	< 0.001
A/P	3.70	3.94	4.48	0.337

milares ($p>0.05$) en todos los tratamientos, mientras que el ancho de las vellosidades y la profundidad de la cripta fueron similares ($p>0.05$) en T2 y T1, pero menor ($p<0.05$) con relación a T0 (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

En el estudio se observó que tanto el tratamiento ajo más cebolla suministrada en una concentración de 5% en el agua de bebida, así como el tratamiento con APC, mostraron resultados similares en el rendimiento productivo de los pollos de carne, superando ambos al grupo control. Estos hallazgos coinciden con investigaciones realizadas por otros autores (Aji *et al.*, 2011; Shargh *et al.*, 2012; Varmaghany *et al.*, 2015; Al-Ramamneh, 2018). Sin embargo, se dispone de estudios con mejores resultados con el uso del ajo (Eid e Iraqui, 2014). La variabilidad en el rendimiento productivo del pollo puede atribuirse a múltiples factores como la variedad de la planta, temporada del cultivo, momento de la cosecha, almacenamiento y procesamiento que influirían en la composición química del ajo y la cebolla (Applegate *et al.*, 2010). Además, es importante considerar la dosis de aplicación, pues según Kothari *et al.* (2019), el suministro de 1 g/kg de alimento de ajo en polvo tuvo efectos negativos en el rendimiento productivo de pollos de engorde. El modo de suministro sea como extracto, en polvo o en aceite esencial es otro factor que puede influir en el resultado final (Kothari *et al.*, 2019).

El rendimiento productivo similar entre el ajo y la cebolla en comparación con el grupo tratado con APC se atribuye a las moléculas bioactivas presentes en su composición. El ajo contiene compuestos orgánicos sulfurosos, N-acetilcisteína, S-alil-cisteína y S-alil-mercapto cisteína, derivados de la aliina, que poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, reguladoras del redox, proenergéticas y antiapoptóticas (Kothari *et al.*, 2019). Por otro lado, la cebolla contiene una variedad de compuestos de azufre, flavonoides y ácidos fenólicos con propieda-

des antibacterianas, antioxidantes e hipolipídicas (An *et al.*, 2015). Estos compuestos, inhiben el crecimiento de bacterias patógenas y estimulan el de las benéficas, generando un desarrollo adecuado de la microbiota intestinal. Este efecto se traduce en una mejor ganancia de peso, menor consumo de alimento y una conversión alimenticia más eficiente en el pollo de carne (Mulugeta, 2018).

El grupo de aves que recibió extracto de ajo y cebolla experimentó una reducción de la grasa abdominal de 28.8% en comparación con el grupo tratado con APC que solo alcanzó 18.9%. Otros estudios lograron mejores resultados; así, Mgocheki (2016) consiguió una reducción aun mayor del 54.6% en el depósito de grasa abdominal con la administración de un extracto de hierbas medicinales que contenía ajo. Este efecto se atribuye a la acción de los polifenoles presentes en la composición del ajo y cebolla (Kothari *et al.*, 2019), los cuales tienen un efecto inhibitorio sobre la lipogénesis hepática (Fouad *et al.*, 2014; An *et al.*, 2015; Kothari *et al.*, 2019).

En cuanto a la morfometría intestinal, tanto el tratamiento con ajo y cebolla como el de APC lograron un mejor desarrollo de las vellosidades intestinales en comparación con el grupo control. En el duodeno se observó un aumento significativo en la altura de las vellosidades, lo que sugiere una mayor superficie de absorción, una mejora en la actividad de las enzimas digestivas y un incremento en el transporte de nutrientes en la mucosa intestinal (Oladele *et al.*, 2012; Rahman *et al.*, 2017). Además, se evidenció un notable ensanchamiento de las vellosidades en el yeyuno e íleon, lo cual está asociada con una ampliación de la superficie de absorción y una mejora en este proceso (Rahman *et al.*, 2017; Omar *et al.*, 2020). Esta observación es característica de secciones intestinales saludables sin presencia de contaminación microbiana, como lo demostró Algeldein *al.* (2019), quienes encontraron un incremento significativo en el ancho de las vellosidades en aves no expuestas a *Salmonella*.

Ambos tratamientos, ajo más cebolla y APC, presentaron una reducción en la profundidad de las criptas en el íleon, que es similar a lo señalado por Jamroz *et al.* (2006). Esta disminución se relaciona con una reducción en la tasa de generación de las células criptales y un aumento en la tasa de maduración de las células epiteliales, lo que favorece la absorción de nutrientes (Ding *et al.*, 2022). Además, la mejor relación A/P observada en el duodeno sugiere una mejora en la digestión y absorción (Adibmoradi *et al.*, 2006). Una relación A/P más alta se asocia a una menor renovación de la mucosa intestinal, que implica una menor necesidad de mantenimiento y una mayor tasa de crecimiento en las aves (An *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

- Los pollos alimentados con extracto de ajo más cebolla y los tratados con antibióticos promotores de crecimiento (APC) lograron un mejor peso vivo, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de canal y una reducción en el depósito de grasa abdominal en comparación al grupo control. Además, una mayor altura de las vellosidades en el duodeno, un mayor ancho de vellosidades en yeyuno e íleon, una menor profundidad de la cripta en duodeno e íleon y una mayor relación A/P a nivel del duodeno.
- El rendimiento productivo de las aves alimentadas con extracto de ajo más cebolla fue similar al grupo de aves tratados con APC.

LITERATURA CITADA

1. **Algeldein A, Elsayed, H, Mutahar A, Muath, A-G 2019.** The effect of some natural alternative to antibiotics on growth and changes in intestinal histology in broiler exposed to Salmonella challenge. *Poultry Sci* 98: 1441-1446. doi: 10.3382/ps/pey449
2. **Adibmoradi M, Navidshad B, Seifdavati M, Royan M. 2006.** Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *J Poult Sci* 43: 378-383. doi: 10.2141/jpsa.43.378
3. **Aji SBK, Ignatius AY, Ado JB, Nuhu A, Abdulkarim U, Aliyu MB, Gambo MA Ibrahim H, et al. 2011.** Effect of feeding onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) on some performance characteristics of broiler chickens, *Res J Poult Sci* 4: 22-27. doi: 10.3923/rjpscience.2011.22.27
4. **Al-Ramamneh D. 2018.** Effect of dietary combinations of garlic and onion in broiler production. *Int J Poult Sci* 17: 147-153. doi: 10.3923/ijps.2018.147.153
5. **An BK, Kim JY, Oh ST, Kang CW, Cho S, Kim SK. 2015.** Effects of onion extracts on growth performance, carcass characteristics and blood profiles of white mini broilers. *Asian-Aust J Anim Sci* 28: 247-251. doi: 10.5713/ajas.14.0492
6. **Applegate TJ, Klose V, Steiner T, Ganner A, Schatzmayr G. 2010.** Probiotics and phyto-genics for poultry: myth or reality? *J Appl Poult Res* 19: 194-210. doi: 10.3382/japr.2010-00168
7. **Banks W. 1996.** Histología veterinaria aplicada. 2º ed. Manual Moderno. 750 p.
8. **Baurhoo B, Philip L, Ruiz-Feria CA. 2007.** Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poult Sci* 86: 1070-1078. doi: 10.1093/ps/86.6.1070
9. **Chandra V, Woo K, Shim Y, Kumar S, Patel S, Gong C, Lee JK. 2022.** Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: opportunities and challenges. *Sci Total Environ* 834: 155300. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.-155300
10. **Cobb-Vantress. 2008.** Guía de manejo del pollo de engorde. [Internet]. Disponible en: <https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/cobb-500-guia-manejo.pdf>

11. **Demétrio CG, Menten, JF, Leandro RA, Brien C. 2013.** Experimental power considerations - justifying replication for animal care and use committees. *Poult Sci* 92: 2490-2497. doi: 10.3382/ps.2012-02731
12. **Ding Y, Hu Y, Yao X, He Y, Chen J, Wu J, Wu S, Zhang H, et al. 2022.** Dietary essential oils improve the growth performance, antioxidant properties and intestinal permeability by inhibiting bacterial proliferation, and altering the gut microbiota of yellow-feather broilers. *Poult Sci* 101: 102087. doi: 10.1016/j.psj.2022.102087
13. **El-Hack MEA, El-Saadony, MT, Elbestawy AR, El-Shall NA, Saad AM, Salem HM, El-Tahan AM, Khafaga AF, et al. 2022.** Necrotic enteritis in broiler chickens: disease characteristics and prevention using organic antibiotic alternatives – a comprehensive review. *Poult Sci* 101: 101590. doi: 10.1016/j.psj.2021.101590
14. **Eid KM, Iraqui, MM. 2014.** Garlic powder on growth performance and immune response for Newcastle and avian influenza virus diseases in broiler of chickens. *Anim Biotechnol (Poultry Fish)* 7: 13-7.
15. **Fouad AM, El-Senousey HK. 2014.** Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-Aust J Anim Sci* 27: 1057-1068. doi: 10.5713/ajas.2013.13702
16. **Goodarzi M, Landy N, Nanekarani, S. 2013.** Effect of onion (*Allium cepa* L.) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, immune responses and serum biochemical parameters in broiler chicks. *Health* 5: 1210. doi: 10.4236/health.2013.58164
17. **Jamroz DT, Wertelecki, M. Houszka, Kamel C. 2006.** Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl.)* 90: 255-268. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.-00603.x
18. **Jikah AN, Edo GI. 2023.** Mechanisms of action by sulphur compounds in *Allium sativum*. a review. *Pharmacol Res Mod Chin Med* 9: 100323. doi: 10.1016/j.prmcm.2023.100323
19. **Joe MM, Jayachitra J, Vijayapriya M. 2009.** Antimicrobial activity of some common spices against certain human pathogens. *J Med Plants Res* 3: 1134-1136.
20. **Kairalla MA, Alshelmani MI, Aburas AA. 2022.** Effect of diet supplemented with graded levels of garlic (*Allium sativum* L.) powder on growth performance, carcass characteristics, blood hematology, and biochemistry of broilers. *Open Vet J* 12: 595-560. doi: 10.5455/OVJ.2022.v12.i5.1
21. **Kothari D, Lee WD, Niu KM, Kim SK. 2019.** The genus *Allium* as poultry feed additive: a review. *Animals* 9: 1032. doi: 10.3390/ani9121032
22. **Malematja E, Manyelo, TG, Ngambi, Nemauluma MFD, Kolobe SD. 2023.** Effects of onion extracts (*Allium cepa*) inclusion in diets on growth performance, carcass characteristics, and bone morphometric of broiler chickens. *Anim Biosci* 36: 1075-1082. doi: 10.5713/ab.22.0399
23. **Meza-Rios A, Velazquez-Juarez G, Castellanos-Huerta I, Lopez-Roa RI, Anguiano-Sevilla LA, Hernández-Velasco X, El-Ashram S, et al. 2024.** The beneficial effects of components of garlic (*Allium sativum* L.) in the poultry industry. *Food Nutr Sci* 15: 27-57. doi: 10.4236/fns.2024.151002
24. **Mgocheki N. 2016.** Impact of botanical extracts on weight gain and abdominal fat content in broiler chickens. *Int J Sci Basic Appl Res* 30: 394-402.
25. **Mulugeta M. 2018.** Review on efficacy of garlic and onion on performances, blood profile and health status of broiler chickens. *Glob J Sci Front Res* 18: 37-46.
26. **Nguyen DTN, Le NH, Pham VV, Parra E, Alberto F, Le HT. 2021.** Relationship between the ratio of villous

- height: crypt depth and gut bacteria counts as well production parameters in broiler chickens. *J Agric Dev* 20: 1-10. doi: 10.52997/jad.1.03.2021
27. **Oladele OA, Emikpe BO, Bakare H. 2012.** Effects of dietary garlic (*Allium sativum* Linn.) supplementation on body weight and gut morphometry of commercial broilers. *Int J Morphol* 30: 238-240. doi: 10.4067/S0717-95022012-000100042
 28. **Omar AE, Al-Khalaifah HS, Mohamed WAM, Gharib HSA, Osman A, Al-Gabri NA, Amer SA. 2020.** Effects of phenolic-rich onion (*Allium cepa* L.) extract on the growth performance, behavior, intestinal histology, amino acid digestibility, antioxidant activity, and the immune status of broiler chickens. *Front Vet Sci* 7: 582612. doi: 10.3389/fvets.2020.582612
 29. **Ozma MA, Abbasi A, Rezaee A, Hosseini, H, Hosseinzadeh N, Sabahi S, Kafil HS, Noori SMA, et al. 2023.** A critical review on the nutritional and medicinal profiles of garlic's (*Allium sativum* L.) bioactive compounds. *Food Rev Int* 39: 6324-6361. doi: 10.1080/87559129.2022.2100417
 30. **Rahman SU, Khan S, Sadique U, Khan RU. 2017.** *In vivo* effects of *Allium cepa* L. on the selected gut microflora and intestinal histomorphology in broiler. *Acta Histochem* 119: 446-450. doi: 10.1016/j.acthis.2017.04.004
 31. **Rostagno HC, Teixeira LF, Albino, LF, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, et al. 2017.** Tablas brasileñas para aves y cerdos. 4° ed. Brasil: Univ. Federal de Vicosa. 488 p.
 32. **Seidavi A, Hosseintabar-Ghasemabad B, Di Rosa AR. 2023.** The effects of feed additives on the immune system of poultry. In: Arsenos G, Giannenas I (eds). *Sustainable use of feed additives in livestock*. Springer, p 497-526. doi: 10.1007/978-3-031-42855-5_17
 33. **[SENAMHI]. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 2024.** Datos / Descarga de datos Meteorológicos. [Internet]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>
 34. **Shargh MS, Dastar B, Zerehdaran S, Khomeiri, M, Moradi, A. 2012.** Effects of using plant extracts and a probiotic on performance, intestinal morphology, and microflora population in broilers. *J Appl Poult Res* 21: 201-208. doi: 10.3382/japr.2010-00145
 35. **Su G, Wang L, Zhou X, Wu X, Chen D, Yu B, Huang Z, et al. 2021.** Effects of essential oil on growth performance, digestibility, immunity, and intestinal health in broilers. *Poult Sci* 100: 101242. doi: 10.1016/j.psj.2021.101242
 36. **Sugiharto S. 2016.** Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *J Saudi Soc Agric Sci* 15: 99-111. doi: 10.1016/j.jssas.2014.06.001
 37. **Urban-Chmiel R, Marek A, Stepień-Pysniak D, Wieczorek K, Dec M, Nowaczek A, Osek J. 2022.** Antibiotic resistance in bacteria - a review. *Antibiotics* 11: 1079. doi: 10.3390/antibiotics11081079
 38. **Varmaghany S, Karimi MA, Rahimi S, Lotfollahian H, Hassanzadeh M. 2015.** The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poult Sci* 94: 1812-1820. doi: 10.3382/ps/pev148
 39. **Wilson CL, Solar JM, Ghaouth AEL, Wisniewski MC. 1987.** Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis* 81: 204-210. doi: 10.1094/PDIS.1997.81.2.204
 40. **Zhao XX, Lin FJ, Li, H, Li HB, Wu DT, Geng F, Ma W, et al. 2021.** Recent advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Front Nutr Sec Food Chem* 8: 669805. doi: 10.3389/fnut.2021.669805