

EFFECTO DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA INTEGRIDAD INTESTINAL, RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LOS POLLOS DE ENGORDE

EFFECT OF ORGANIC ACIDS ON INTESTINAL INTEGRITY, PRODUCTIVE AND ECONOMIC PERFORMANCE OF BROILERS

Mary Blas Linan¹  Ángelo Vallenas-Sánchez¹  Julia Ramírez Sánchez² 

Zara León Gallardo²  César Honorio Javes¹ 

¹Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

² Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Correspondencia:

Mag. César Honorio Javes
chonorioj1@upao.edu.pe

Como citar este artículo: Blas, M., Vallena, Á., Ramírez, J., León, Z., & Honorio, C. (2024). EFECTO DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA INTEGRIDAD INTESTINAL, RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LOS POLLOS DE ENGORDE. *Revista De Investigación Hatun Yachay Wasi*, 4(1), 118–130. <https://doi.org/10.57107/hyw.v4i1.91>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los ácidos orgánicos en la alimentación de pollos de engorde sobre la integridad intestinal, rendimiento productivo y económico. Se utilizaron 112 pollos machos de la línea Cobb Vantres 500, de un día de edad, con un promedio del peso inicial 44,73 g; evaluados por 42 días en tres fases: Inicio (1 a 10 días), crecimiento (11-22 días) y engorde (23-42 días). Los pollos fueron distribuidos según diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos: dieta base sin ácidos orgánico (SAO); dieta base +1.0 kg/t de ácidos orgánicos Fhorce® (AOF); dieta base + 2.0 kg/t de ácidos orgánicos Salkil® (AOS) y dieta base + 2.0 kg/t de ácidos orgánicos Prefect® (AOP), con cuatro repeticiones por tratamiento siendo la unidad experimental de siete pollos. Las dietas formuladas cubrieron requerimientos nutricionales en cada etapa, con similar valor nutricional y energético. Se utilizó ANOVA y prueba de Tukey, para comparar promedios. Hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) en ganancia de peso, conversión alimenticia con la adición de ácidos orgánicos en la dieta, y rentabilidad de 24,2 % para el tratamiento con ácido orgánico Prefect® (AOP); además, en los tratamientos con Fhorce®, Salkil® y Prefect®, sobre la integridad intestinal, entre las medidas de altura de vellosidades, profundidad de cripta y relación vellosidad/cripta en la porción del duodeno y yeyuno a los 22 y 42 días de edad. El uso de ácidos orgánicos en dietas de pollos de engorde mejora su integridad intestinal, rentabilidad económica y productividad.

Palabras clave: pollos de engorde, integridad intestinal, ácidos orgánicos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of organic acids on intestinal integrity, productive and economic performance of broiler chickens. One hundred and eleven male chickens of the Cobb Vantres 500, one day old, with an average initial weight of 44.73 g, were used; they were evaluated for 42 days in three phases: Starter (1 to 10 days), growth (11-22 days) and fattening (23-42 days). The chickens were distributed according to a completely randomized block design (RBD) with four treatments: basic diet without organic acids (SAO);



basic diet +1.0 kg/t of Fforce[®] organic acids (AOF); basic diet + 2.0 kg/t of Salkil[®] organic acids (AOS) and basic diet + 2.0 kg/t of Prefect[®] organic acids (AOP), with four replications per treatment being the experimental unit of seven chickens. The formulated diets covered nutritional requirements at each stage, with similar nutritional and energetic value. ANOVA and Tukey's test were used to compare averages. There was a significant difference ($p < 0.05$) in weight gain, feed conversion with the addition of organic acids in the diet, and a profitability of 24.2 % for the treatment with Prefect[®] organic acid (AOP); in addition, in the treatments with Fforce[®], Salkil[®] and Prefect[®], on intestinal integrity, between the measurements of villus height, crypt depth and villus/crypt ratio in the duodenum and jejunum portions at 22 and 42 days of age. The use of organic acids in broiler diets improves their intestinal integrity, economic profitability and productivity.

Keywords: broiler chickens, intestinal integrity, organic acids.

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos promotores del crecimiento (APC) se han utilizado ampliamente en la industria avícola como un medio eficaz, para mejorar el rendimiento de las aves. No obstante, el uso indiscriminado de dichos fármacos ha generado resistencia bacteriana a los antibióticos, tanto en animales como en humanos (Forgetta et al., 2012; Furtula et al., 2010; Ngamwongsatit et al., 2016; Zwe et al., 2018); además, la presencia de genes de resistencia en las aguas residuales de los centros de producción está relacionada con su transmisión al medio ambiente (Carvalho y Santos, 2016; Hubbard et al., 2020; Manzetti y Ghisi, 2014; Marti et al., 2014; Mazhar et al., 2020).

Por tal motivo, en algunos países se está prohibiendo el uso de antibióticos como promotores de crecimiento (ESVAC, 2017); lo que conllevó a su uso de tipo no antibiótico, tales como prebióticos, probióticos, extractos de plantas y acidificantes, los cuales pueden reducir el número de bacterias patógenas, mejorar la capacidad de absorción del intestino e incrementar el rendimiento productivo de las aves (Sugiharto, 2016).

Los principales ácidos orgánicos utilizados en la alimentación de pollos de carne son ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido fórmico, ácido láctico y ácido acético (Angel et al., 2019). Estos ácidos orgánicos

tienen diversas funciones en la alimentación de pollos de carne, como: **Inhibición del crecimiento de patógenos:** estudios han demostrado que los ácidos fórmico, láctico y cítrico son efectivos, para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* en la carne de pollo (Guamán & Macancela, 2020; López et al., 2018; Ruiz et al., 2018).

Acidificación y control del pH: el ácido ascórbico (vitamina C) puede acidificar el ambiente intestinal de las aves y restaurar el equilibrio de la microbiota, lo que ayuda a prevenir enfermedades (Ángel et al., 2019). **Mejora del rendimiento productivo:** el uso de ácidos orgánicos en la alimentación de pollos de carne contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la microbiota intestinal, lo que se traduce en una mejor conversión alimenticia y mayor ganancia de peso (Sánchez et al., 2019). Los ácidos orgánicos pueden ser administrados a través del alimento o en el agua, solos o en combinación (Polycarpo et al., 2017) y han mostrado efectos beneficiosos, para reducir o eliminar la cantidad de bacterias patógenas (Adhikari et al., 2020; Menconi et al., 2013; Polycarpo et al., 2017), la ganancia de peso (Polycarpo et al., 2017; Sabour et al., 2019) y aumentar el tamaño de las vellosidades intestinales (Sabour et al., 2019). Además, los ácidos orgánicos están aprobados y son considerados sustancias

seguras, ya que no abandonan el tracto digestivo y por ello no dejan residuos en los productos de origen animal (El Baaboua et al., 2018).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de ácidos orgánicos en la alimentación de pollos de engorde sobre la integridad intestinal, rendimiento productivo y económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio tuvo un diseño experimental, diseño en bloque completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo compuesta por siete pollos de un día de edad.

Aves

Se utilizaron 112 pollos de la línea Cobb vantes 500 de un día de nacidos provenientes de la incubación comercial, los cuales fueron ubicados en las jaulas según los tratamientos: dieta base sin ácidos orgánico (SAO), dieta base + 1.0 kg/t ácidos orgánicos Fforce® (AOF), dieta base + 2.0 kg/t ácidos orgánicos Salkil® (AOS) y dieta base + 2.0 kg/t ácidos orgánicos Prefect® (AOP). En la Tabla 1 se muestra la composición de los ácidos orgánicos comerciales.

TABLA 1

Composición de ácidos orgánicos comerciales

Ácidos orgánicos	Fforce®	Salkil®	Prefect®
Ácido ascórbico	+		
Ácido láctico	+		
Ácido acético	+		+
Extractos cítricos de limón, y naranja	+		
Ácidos carboxílicos		+	+
Ácido fórmico			+

Manejo de las aves

Se instalaron 16 corrales de 1.0 x 1.0m; divididos con malla en una superficie de 16.0 m² del área del galpón; sobre el piso de cada corral se colocó pajilla de arroz, un comedero redondo y un bebedero de volteo para pollitos de un día de edad, los cuales se mantuvieron hasta los 10 días de edad; luego se cambiaron los comederos a tipo tolva y bebederos de niples hasta los 42 días de edad. Las aves recibieron las dietas según los tratamientos, las mismas que fueron formuladas para atender requerimientos de nutrientes de las aves en cada

fase productiva (1 a 10 días, 11 a 22 días, y de 23 a 42 días); siguiendo las recomendaciones de la Guía de manejo de Cobb, 2021 (Tabla 2). El alimento fue suministrado *ad libitum*.

TABLA 2*Composición porcentual y nutricional de las dietas para pollos de engorde (1 a 42 días de edad)*

Fase Ingredientes (%) ¹	Inicio			Crecimiento				Acabado				
	Tratamientos			Tratamientos				Tratamientos				
	SAO	AOF	AOS	AOP	SAO	AOF	AOS	AOP	SAO	AOF	AOS	AOP
Maíz	56.00	56.00	56.00	56.00	58.30	58.25	58.15	58.15	59.60	59.58	59.51	59.51
Torta de soya, 46 %	29.85	29.78	29.75	29.75	26.07	26.07	26.07	26.07	20.83	20.80	20.80	20.80
Harina Integral de soya	7.55	7.60	7.55	7.55	8.00	8.00	8.00	8.00	12.05	12.00	12.00	12.00
Aceite vegetal	2.30	2.30	2.28	2.28	3.50	3.50	3.50	3.50	3.60	3.60	3.60	3.60
Carbonato de calcio, 36 %	1.27	1.25	1.25	1.25	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.15	1.15
Sal	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Bicarbonato de sodio	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Metionina	0.39	0.39	0.39	0.39	0.35	0.35	0.35	0.35	0.29	0.29	0.28	0.28
Lisina-HCl	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.18	0.18	0.18	0.18
L-Treonina	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12
Premezcla Vit y Minerales	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fosfato dicálcico, 18,5 %	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Fitasa	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Secuest. Micotoxinas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ácidos Orgánicos Fhorce	0.00	0.10		0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
Ácidos orgánicos Salkil	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
Ácidos orgánicos Prefect	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20
Cloruro de Colina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

	SAO	AOF	AOS	AOP	SAO	AOF	AOS	AOP	SAO	AOF	AOS	AOP
Valor nutricional²												
Energía												
metabolizable aves,	3,075.00				3,175.00				3,250.00			
Kcal/kg												
Proteína cruda (%)	21.25				19.74				18.20			
Grasa cruda (%)	6.39				7.76				8.80			
Fibra cruda (%)	3.01				2.89				2.89			
Calcio (%)	0.98				0.95				0.92			
Fósforo disponible	0.45				0.45				0.43			
(%)												

¹composición de ingredientes según tablas Rostagno (2011).

²composición nutricional según tablas Cobb Vantres (2015).

Tratamientos: **SAO:** Dieta base sin ácidos orgánicos; **AOF:** Dieta base + 1.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Fhorce®; **AOS:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Salkil®; **AOP:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Prefect®.

Procedimiento para evaluar la Integridad Intestinal

Las variables de integridad intestinal fueron evaluadas a los 22 días y 42 días, se evaluó un ave de cada tratamiento y repetición, el cual consistió en la medición de la altura de vellosidades y profundidad de cripta del yeyuno. Para la evaluación de la estructura intestinal, se escogió un pollo completamente al azar de cada tratamiento y su repetición (12 ejemplares en total). Las aves que fueron sacrificadas fueron dejadas en ayuno, luego pasaron a ser insensibilizadas y a continuación, se le hizo un corte en la yugular, para desangrarlas y finalmente sacrificadas.

Para obtener la muestra, se procedió con la apertura del área abdominal, para exponer las vísceras, haciendo énfasis en las regiones intestinales de interés (yeyuno e íleon). En el día 22 de nacidos, se colectaron segmentos de 2 cm x 2 cm de la porción craneal del yeyuno; y de la porción craneal del íleon de los animales (25 % y 50 % de la longitud total del intestino respectivamente). Los segmentos colectados fueron enjuagados con suero fisiológico (NaCl 0,9 %) antes de ser colectados, para la fijación en frascos con formol al 10 %, para luego ser rotulados según el tratamiento, fecha y

repetición; la muestra debe permanecer por tres días en la solución de formol, se procederá con la confección de las láminas histológicas de acuerdo con los protocolos del método empleado (tinción con hematoxilina y eosina). Se realizará, en primer lugar, el corte de cada una de las muestras, para la ubicación en los casetes para el lavado de la muestra, el deshidratado (enjuague con concentraciones crecientes de alcohol y xilol), aclarado, enjuague en parafina e infiltración en parafina fundida para elaborar los cortes en el micrótopo. Para la adhesión de los cortes histológicos a las láminas porta objeto, se empleó albúmina. Se realizó la tinción de la muestra con hematoxilina y eosina, primero con la hematoxilina en agua, para resaltar las sustancias ácidas o las que las contengan (como el núcleo que contiene ácido desoxirribonucleico); y, después de un proceso corto de deshidratado, se aplicó el colorante Eosina amarillento en alcohol, que tiñe las estructuras básicas como el citoplasma y demás orgánulos celulares. Finalmente, las muestras se enjugaron con alcohol xilol y se colocaron las láminas cubre- objeto, cada lámina quedó constituida por 5-6 cortes, en los cuales se realizaron las mediciones.

En el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Privada Antenor Orrego, se observaron y midieron individualmente cada corte de las muestras con un microscopio con cámara incorporada acoplado a una computadora. Las imágenes de los cortes fueron captadas con objetivo de 10X y para acercar la imagen, será captada por un objetivo de 40X. Por cada lámina, correspondiente a cada segmento, se realizaron 15 medidas, de las cuales se obtuvo el promedio. Para la medición de altura de vellosidades, se tomaron un intervalo de medida, en micras (μm), desde el ápice de la vellosidad hasta la base o la abertura de la cripta de colindante. En el caso de la profundidad de criptas de Lieberkühn, el intervalo de medida consistió entre la parte superior del lumen hasta el fondo, donde se encuentran las células de Paneth.

Análisis estadístico

Se utilizó el software InfoStat de versión libre. Los resultados de las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, altura

de vellosidad intestinal, profundidad de cripta y relación vellosidad/cripta fueron evaluados mediante el análisis de varianza (ANOVA) y los promedios fueron comparados con la prueba de Tukey con nivel de significancia estadístico ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Integridad Intestinal

Corte histológico a los 22 días de edad

Los resultados del corte histológico a los 22 días de edad, se reportan en la Tabla 3, donde se observa que, para ambos segmentos intestinales evaluados, los promedios de altura de vellosidades intestinales y profundidad de cripta de los animales que recibieron ácidos orgánicos en las dietas fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que aquellos pollos que no recibieron ácido orgánicos; en lo que respecta a la relación altura de vellosidad y profundidad de cripta, el tratamiento sin ácidos orgánicos (SAO) mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) con los tratamientos con ácidos orgánicos.

TABLA 3

Valores promedios de altura de vellosidades, profundidad de cripta y relación vellosidad/cripta en pollos de engorde a los 22 días de edad.

Segmentos del intestino	Tratamientos			
	SAO	AOF	AOS	AOP
<i>Yeyuno 25 %</i>				
Altura de vellosidades	696,72 ^c	908,99 ^b	881,72 ^b	974,48 ^a
Profundidad de cripta	142,63 ^b	274,22 ^a	274,03 ^a	280,68 ^c
Relación vellosidad/cripta	4,89 ^a	3,31 ^b	3,24 ^b	3,47 ^b
<i>Yeyuno 50 %</i>				
Altura de vellosidades	603,05 ^b	750,36 ^a	713,96 ^a	769,22 ^a
Profundidad de cripta	124,71 ^c	174,92 ^a	163,65 ^a	178,77 ^b
Relación vellosidad/cripta	4,84 ^a	4,29 ^b	4,36 ^b	4,30 ^b

Nota: Para cada variable, promedios con letras diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

SAO: Dieta base sin ácidos orgánicos; **AOF:** Dieta base + 1.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Fforce®; **AOS:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Salkil®; **AOP:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Prefect®.

Corte histológico a los 42 días de edad

Los resultados del corte histológicos a los 42 días de edad mostraron una diferencia significativa ($p < 0,05$), entre los tratamientos sin ácidos orgánicos (SAO) y los tratamientos con ácidos orgánicos (APF, AOS y AOP). En la Tabla 4, se observa que los promedios de las variables histológicas de los tratamientos con ácidos orgánicos son mayores. En cuanto a los resultados de la relación entre altura de vellosidades y profundidad de cripta, se

obtuvo que, tanto en el segmento de duodeno como en el yeyuno, es mayor en los pollos que no recibieron ácidos orgánicos en las dietas, fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que aquellos que recibieron ácidos orgánicos; en la relación a los promedios de altura de vellosidad y profundidad de cripta, los tratamientos en ambos segmentos con ácidos orgánicos (APF, AOS y AOP) mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) de relación que el tratamiento con adición de ácidos orgánicos.

TABLA 4

Valores promedios de altura de vellosidades, profundidad de cripta y relación vellosidad/cripta en pollos de engorde a los 42 días de edad.

Segmentos del intestino	Tratamientos			
	SAO	AOF	AOS	AOP
<i>Yeyuno 25 %</i>				
Altura de vellosidades	508,03 ^c	733,17 ^b	706,32 ^b	856,12 ^a
Profundidad de cripta	121,41 ^b	243,30 ^a	239,13 ^{ab}	248,95 ^a
Relación vellosidad/ cripta	4,19 ^a	3,02 ^b	2,96 ^c	3,44 ^b
<i>Yeyuno 50 %</i>				
Altura de vellosidades	467,95 ^c	645,99 ^a	532,93 ^b	686,56 ^a
Profundidad de cripta	129,73 ^b	232,76 ^a	234,89 ^a	239,26 ^a
Relación vellosidad/ cripta	3,61 ^a	2,78 ^b	2,27 ^c	2,87 ^b

Nota: Para cada variable, promedios con letras diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

SAO: Dieta base sin ácidos orgánicos; **AOF:** Dieta base + 1.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Fforce®; **AOS:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Salkil®; **AOP:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Prefect®.

Comportamiento productivo

En la Tabla 5, se muestran las variables evaluadas en cada una de las etapas de crianza de los pollos de engorde, observándose diferencias significativas

($p < 0,05$) entre aquellos que recibieron alimento con ácidos orgánicos y los que no recibieron.

TABLA 5

Valores promedios de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos de engorde que recibieron ácidos orgánicos en la dieta según diferentes etapas de crianza

Etapa de crianza	Variables	Tratamientos			
		SAO	AOF	AOS	AOP
Inicio (i-10 días)	Consumo de alimentos (g)	267,74 ^b	281,55 ^{ab}	282,38 ^{ab}	287,69 ^a
	Ganancia de peso (g)	133,65 ^b	176,03 ^a	174,82 ^a	183,19 ^a
	Conversión alimenticia	2,00 ^b	1,60 ^a	1,62 ^a	1,57 ^a
Crecimiento (11-22 días)	Consumo de alimentos (g)	821,65 ^b	927,88 ^{ab}	846,77 ^{ab}	840,64 ^a
	Ganancia de peso (g)	554,66 ^b	681,09 ^a	777,96 ^a	693,10 ^a
	Conversión alimenticia	1,48 ^c	1,37 ^{bc}	1,09 ^a	1,21 ^{ab}
Acabado (23-42 días)	Consumo de alimentos (g)	3419,24 ^b	3558,23 ^{ab}	3792,96 ^a	3635,67 ^{ab}
	Ganancia de peso (g)	1535,70 ^b	1960,13 ^a	1830,05 ^a	1968,85 ^a
	Conversión alimenticia	2,23 ^b	1,82 ^a	2,09 ^b	1,85 ^a
Periodo total (1-42 días)	Consumo de alimentos (g)	4508,64 ^b	4767,76 ^{ab}	4922,11 ^a	4763,89 ^{ab}
	Ganancia de peso (g)	2224,01 ^b	2817,26 ^a	2782,83 ^a	2845,14 ^a
	Conversión alimenticia	2,03 ^b	1,70 ^a	1,77 ^a	1,68 ^a

Nota: Promedios seguidos de letras diferentes en cada fila difieren significancia entre sí ($P < 0.05$) por la prueba de Tukey.

SAO: Dieta base sin ácidos orgánicos; **AOF:** Dieta base + 1.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Fhorce®; **AOS:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Salkil®; **AOP:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Prefect®.

Análisis Económico

Los resultados obtenidos en el análisis económico se reportan en la Tabla 6. Se observa que los

tratamientos AOP Y AOF, obtuvieron el mejor beneficio neto y rentabilidad.

TABLA 6

Beneficio neto y rentabilidad económica en pollos de engorde con la adición de ácidos orgánicos

Variables	Tratamientos			
	SAO	AOF	AOS	AOP
<i>Egreso por animal</i>				
Costo unitario de alimento	7,42	7,96	8,15	7,93
Costo del pollo de un día de edad	1,20	1,20	1,20	1,20
Otros (S/)	1,72	1,83	1,87	1,83
Costo unitario total (S/)	10,34	10,99	11,22	10,95
<i>Ingreso por animal</i>				
Peso del pollo (Kg)	2,27	2,86	2,83	2,89
Precio de venta /Kg	5,00	5,00	5,00	5,00
Ingreso unitario total (S/)	11,34	14,31	14,14	14,45
Beneficio (S/)	1,00	3,32	2,91	3,50
Rentabilidad (%)	8,84	23,17	20,61	24,21

Nota: **SAO:** Dieta base sin ácidos orgánicos, **AOF:** Dieta base + 1.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Fforce®, **AOS:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Salkil®, **AOP:** Dieta base + 2.0 kg/tonelada ácidos orgánicos Prefect®.

DISCUSIÓN**Integridad intestinal**

El yeyuno es el sitio principal de digestión y absorción de nutrientes (Svihus, 2014); por lo que, se recolectaron muestras de yeyuno en este estudio. La adición de ácidos orgánicos en la dieta de pollos de engorde obtuvo mayor altura de las vellosidades, menor profundidad de cripta y mayor relación altura de vellosidad/profundidad de cripta (V/C) del yeyuno a los 22 y 42 días de edad en los tratamientos con ácidos orgánicos Phorce® (AOF), Salkil® (AOS) y Prefect® (AOP), respecto al tratamiento sin ácido orgánico (SAO), existiendo diferencia estadística ($p < 0,05$). Esto puede

deberse a que los ácidos orgánicos disminuyen el pH intestinal favoreciendo el aumento poblacional de la microbiota y con esto propiciando la salud intestinal, lo cual conlleva a un incremento de la altura de las vellosidades intestinales (Papatisiros et al., 2013) y profundidad de cripta, tanto en el duodeno como en el yeyuno, en comparación con los pollos que no recibieron ácidos orgánicos (tratamiento SAO) (Betancur, 2023; Rodriguez et al., 2018; Tixicuro et al., 2021).

Además, la relación altura de vellosidad y profundidad de cripta fue mayor en el tratamiento

sin ácidos (SAO) (Betancur, 2023). Estos resultados indican que la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta de los pollos, mejoró la integridad y desarrollo del tracto intestinal a los 22 días de edad. Una mayor altura de vellosidades y profundidad de cripta se asocia con una mayor capacidad de absorción de nutrientes y mejor salud intestinal (Gómez, 2023; López, 2023; Sainz et al., 2020).

A los 42 días de edad, se observó una tendencia similar, donde los pollos que recibieron dietas con ácidos orgánicos (APF, AOS y AOP) presentaron promedios significativamente mayores ($p < 0.05$) en las variables histológicas evaluadas, en comparación con el tratamiento sin ácidos orgánicos (SAO) (Betancur, 2023; Rodríguez et al., 2018; Tixicuro et al., 2021).

Parámetros productivos

La utilización de ácidos orgánicos permitió obtener mejores parámetros productivos, como mayor ganancia de peso (GP) y menor conversión alimenticia (CA) en comparación a la dieta que no usó ácidos orgánicos, existiendo diferencia estadística entre los tratamientos en todas las fases. Esto puede deberse a que los ácidos orgánicos disminuyen el pH intestinal favoreciendo a la microbiota y pueden producir un incremento de la altura de las vellosidades intestinales (Polycarpo et al., 2017), lo cual se traduce en un mayor aprovechamiento de los nutrientes. Así mismo, estudios demostraron que la adición ácidos orgánicos en la dieta de pollos de engorde mejoró la GP y CA (Emami et al., 2017), indicando que estos resultados pueden deberse a la disminución del pH intestinal y al aumento de la actividad de la enzima proteolítica y la mayor digestibilidad de los nutrientes, junto con la acción bacteriostática y bactericida de las bacterias patógenas (Papatisiros et al., 2013). No obstante, existen investigaciones en las cuales no existen diferencias estadísticas en la inclusión de ácidos orgánicos (Hernandez et al., 2006). Estas diferencias podrían deberse al uso de

diferentes vías de administración, dosis y presencia o ausencia de desafío.

CONCLUSIÓN

La adición de ácidos orgánicos mejora la salud intestinal, el desempeño productivo y económico del pollo de engorde. No se encontró diferencia estadística entre los productos comerciales utilizados en este estudio en la salud intestinal y el desempeño productivo en ausencia de desafío.

La mayor rentabilidad se obtuvo usando el ácido orgánico Perfect® con una dosis de 2.0 kg/tonelada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhikari, P., Yadav, S., Cosby, D., Cox, N., Jendza, J., & Kim, W. (2020). Research Note: Effect of organic acid mixture on growth performance and Salmonella Typhimurium colonization in broiler chickens. *Poultry Science*, 99(5), 2645-2649. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.037>
- Angel, J., Mesa, N., & Narváez, W. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. *Ces Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(2), 45-58. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.4>
- Betancur, M. (2023). Premezcla conservante con ácido fumárico para uso en la industria de panificación. *Ciencia en Desarrollo*, 14(2), 113-124. <https://doi.org/10.19053/01217488.v14.n2.2023.14648>
- Carvalho, I., Santos, L. (2016). Antibiotics in the aquatic environments: a review of the European scenario. *Environment International*, 94, 736-757. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.025>
- COBB 500. (2015). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. <http://www.cobbvantress.com/languages/>

- guidefiles/fa217990-20c9-4ab1-a54e-3bd02d974594_es.pdf.
- El Baaboua, A., El Maadoudi, M., Bouyahya, A., Belmehdi, O., Kounoun, A., Zahli, R., & Abrini, J. (2018). Evaluation of antimicrobial activity of four organic acids used in chicks feed to control *Salmonella typhimurium*: suggestion of amendment in the search standard *International Journal of Microbiology*, 2018:7352593. <https://doi.org/10.1155/2018/7352593>
- Emami, N., Daneshmand, A., Naeini, S., Graystone, E., & Broom, L. (2017). Effects of commercial organic acid blends on male broilers challenged with *E. coli* K88: Performance, microbiology, intestinal morphology, and immune response. *Poultry Science*, 96(9), 3254-3263. <https://doi.org/10.3382/ps/pex106>
- ESVAC. (2017). Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 european countries in 2015. Trends from 2010 to 2015. https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/seventh-esvac-report-sales-veterinary-antimicrobial-agents-30-european-countries-2015_en.pdf.
- Forgetta, V., Rempel, H., Malouin, F., Vaillancourt, R., Topp, E., & Dewar, K. (2012). Pathogenic and multidrug-resistant *Escherichia fergusonii* from broiler chicken. *Poultry Science*, 91(2), 512-525. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01738>
- Furtula, V., E. Farrell, Diarrassouba, F., Rempel, H., Pritchard, J., Diarra, M. (2010). Veterinary pharmaceuticals and antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolates in poultry litter from commercial farms and controlled feeding trials. *Poult Sci*, 89(1): 180-188. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00198>
- González, A., Icochea, D., Reyna, S., Guzmán, J., Cazorla, M., Lúcar, J., & San Martín, V. (2013). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24, 32-37. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i1.1653>
- Gómez, M. (2023). Evaluación química, nutricional *in vitro* e *in situ* de ensilado de papaya de desecho y pasto pangola. *Revista MVZ Córdoba*, 28(1), e2883. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2883>
- Hernandez, F., Garcia, V., Madrid, J., Orengo, J., Catalá, P., & Megias, M. (2006). Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *British Poultry Science*, 47, 50-56. <https://doi.org/10.1080/00071660500475574>
- Hubbard, L., Givens, C., Griffin, D., Iwanowicz, L., Meyer, M., & Kolpin, D. (2020). Poultry litter as potential source of pathogens and other contaminants in groundwater and surface water proximal to large-scale confined poultry feeding operations. *Science of the Total Environment*, 735, 139459. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139459>
- López, A., Burgos, T., Díaz, M., Mejía, R., & Quinteros, E. (2018). Contaminación microbiológica de la carne de pollo en 43 supermercados de el salvador. *Alerta Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 1(2), 45-53. <https://doi.org/10.5377/alerta.v1i2.7134>
- López, J. (2023). El ácido ascórbico en el tratamiento de vaginosis recurrente. *Revista Diversidad Científica*, 3(1), 281-289. <https://doi.org/10.36314/diversidad.v3i1.69>
- Manzetti, S., & Ghisi, R. (2014). The environmental release and fate of antibiotics. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1), 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.005>

- Marti, E., Variatza, E., & Balcazar, J. (2014). The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance. *Trends in Microbiology*, 22(1),36-41. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2013.11.001>
- Mazhar, S., Li, X., Rashid, A., Su, J., Xu, J., Brejnrod, A., Su, J., Wu, Y., Zhu, Y., Zhou, S., Feng, R., & Rensing, C. (2020). Co-Selection of Antibiotic Resistance Genes, and Mobile Genetic Elements in the presence of Heavy Metals in Poultry Farm Environments. *Science of The Total Environment*, 142702. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142702>
- Menconi, A., Shivaramaiah, S., Huff, G., Prado, O., Morales, J., Pumford, N., & Tellez, G. (2013). Effect of different concentrations of acetic, citric, and propionic acid dipping solutions on bacterial contamination of raw chicken skin. *Poultry Science*, 92, 2216-2220. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03172>
- Ngamwongsatit, B., Tanomsridachchai, W., Suthienkul, O., Urairong, S., Navasakuljinda, W., & Janvilisri, T. (2016). Multidrug resistance in *Clostridium perfringens* isolated from diarrheal neonatal piglets in Thailand. *Anaerobe*, 38, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2015.12.012>
- Papatisiros, V., Katsoulos, P., Koutoulis, K., Karatzia, M., Dedousi, A., & Christodoulopoulos, G. (2013). Alternatives to antibiotics for farm animals. *CABI Reviews*, 8, 1-15. DOI: 10.1079/PAVSNNR20138032
- Polycarpo, G., Andretta, I., Kipper, M., Cruz, V., Dadalt, J., Rodrigues, P., & Albuquerque, R. (2017). Meta-analytic study of organic acids as an alternative performance-enhancing feed additive to antibiotics for broiler chickens. *Poultry Science*, 96(10), 3645-3653. <https://doi.org/10.3382/ps/pex178>
- Rostagno, H., Texeira, L., Doncele, J., Gomes, P., Oliveira, R., Lopes, D., Ferreira, A., & Toledo, S. (2011). *Tablas Brasileiras para aves y cerdos, composición de alimentos y requerimientos nutricionales*. (3a ed.). Brasil: Universidad Federal de Viçosa, MG.
- Rodriguez, D., Ortega, R., & Piñeros, Y. (2018). Propiedades fisicoquímicas, funcionales y microbiológicas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) adicionada con ácidos orgánicos. *Información Tecnológica*, 29(4), 21-30. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000400021>.
- Ruiz, L., Martínez, S., Gomes, C., Palma, N., Riveros, M., Ocampo, K., Durand, D., Ochoa, T., Ruiz, J & Pons, M. (2018). Presencia de *Enterobacteriaceae* y *Escherichia coli* multirresistente a antimicrobianos en carne adquirida en mercados tradicionales en Lima. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(3), 425-432. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.353.3737>.
- Sabour, S., Tabeidian, S., & Sadeghi, G. (2019). Dietary organic acid and fiber sources affect performance, intestinal morphology, immune responses and gut microflora in broilers. *Animal Nutrition*, 5(2), 156-162. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.07.004>
- Sainz, A., Botana, A., Pereira, S., González, L., Veiga, M., Resch, C., Valladares, J., Arriaga, C., & Flores, G. (2020). Efecto de la fecha de corte y del uso de aditivos en la composición química y calidad fermentativa de ensilado de girasol. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 620-637. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5092>
- Sánchez, N., Vázquez, R., Rangel, Z., Hernández, C., Kawas, J., Hume, M., & Zamora, G. (2019). Inulina de agave y aceite de orégano mejoran la productividad de pollos de engorda. *Ecosistemas*

y *Recursos Agropecuarios*, 6(18). <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2197>

Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>

Svihus B. (2014). Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 306-314. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937>

Tixicuro, J., Chanfrau, J., Céspedes, I., Fiallos, M., & Núñez, J. (2021). Optimización estadística de un bioproceso de ácido láctico a partir de lactosuero. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5 (3), 3259-3274. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.530.

Zwe, Y., Tang, V., Aung, K., Gutiérrez, R., Ng, L., Yuk, H. (2018). Prevalence, sequence types, antibiotic resistance and, gyrA mutations of Salmonella isolated from retail fresh chicken meat in Singapore. *Food Control*, 90, 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.004>