



Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler

Effect of the treatment (organic acids) in drinking water during the fat phase in broiler chickens

Yépez-Macias, Piedad Francisca¹

Vásquez-Cortez, Luis Humberto^{5,6,7*}

Alvarado-Vásquez, Kerly Estefanía^{5,6,7}

Vera-Chang, Jaime Fabián²

Vaca-Orbea, Angel Eduardo¹

Intriago-Flor, Frank Guillermo³

Naga-Raju, Maddela⁴

Rivadeneira-Barcia, Christian Simón⁵

Radice, Matteo⁸

¹Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

²Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

³Facultad de Ciencias Zootécnica, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador.

⁵Facultad Ciencias de la Vida y Tecnológicas, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

⁶Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional del Cuyo, Mendoza, Argentina.

⁷Facultad de Posgrado, Maestría en Agroindustria, Universidad Técnica de Manabí, Chone, Ecuador.

⁸Departamento de Ciencias de la Vida y Biotecnología, Universidad de Ferrara, Ferrara, Italia

Recibido: 28 May. 2023 | Aceptado: 24 Jul. 2023 | Publicado: 27 Jul. 2023

Autor de correspondencia*: lvasquez7265@utm.edu.ec

Cómo citar este artículo: Yépez-Macias, P. F., Vásquez-Cortez, L. H., Alvarado-Vásquez, K. E., Vera-Chang, J. F., Vaca-Orbea, A. E., Intriago-Flor, F. G., Naga-Raju, M., Rivadeneira-Barcia, C. S. & Radice, M. (2023). Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 3(2), e571. <https://doi.org/10.51252/revza.v3i2.571>

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del tratamiento con ácidos orgánicos en el agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler. Se realizó en la última etapa de producción de pollos broiler (semana 5, 6 y 7) con la aplicación de los siguientes tratamientos: T0 Control; T1 Solución a pH 3,5; T2 Solución a pH 3,8 y T3 Solución a pH 4,0, se empleó un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones, se evaluó el consumo de agua, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, índice de mortalidad y análisis económico de los tratamientos. La inclusión de ácidos orgánicos obtuvo una buena aceptación por parte de las aves ya que mejoró ($P \leq 0,05$) el consumo de agua de bebida. De manera general la solución con menor pH (3,5) del T1 presentó una mejor aceptación. La acidificación del agua de bebida con el tratamiento T1 (Solución a pH 3,5) mejoró ($P \leq 0,05$) la ganancia de peso y conversión alimenticia, no obstante, el incremento del pH mostró mejoría en los parámetros. El tratamiento T1 mostró la mejor relación beneficio costo (1,26) y rentabilidad (26,31%) en comparación a las otras dosificaciones con ácidos orgánicos y el tratamiento control.

Palabras clave: análisis económico; beneficio; consumo de alimentos; ganancia de peso; conversión alimenticia

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the effect of treatment with organic acids in drinking water during the fattening phase in broilers. It was carried out in the last stage of broiler production (week 5, 6 and 7) with the application of the following treatments: T0 Control; T1 solution at pH 3.5; T2 Solution at pH 3.8 and T3 Solution at pH 4.0 at Completely Random Design were used with four replications, water consumption, weight gain, feed consumption, feed conversion, mortality rate and economic analysis of treatments. The inclusion of organic acids obtained a good acceptance by the birds since it improved ($P \leq 0.05$) the consumption of drinking water. In general, the solution with pH lower (3.5) of T1 showed better acceptance. The acidification of drinking water with the T1 treatment (Solution at pH 3.5) improved ($P \leq 0.05$) weight gain and feed conversion, however, the increase in pH showed an improvement in the parameters. The T1 treatment showed the best cost-benefit ratio (1.26) and cost-effectiveness (26.31%) compared to the other doses with organic acids and the control treatment.

Keywords: benefit; economic analysis; food consumption; weight gain; food conversion



1. INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria tiene gran importancia, como parte elemental de la economía y de las actividades humanas en el campo, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (CEPAL et al., 2021). La avicultura es parte de la cadena productiva del maíz, soya, y balanceados, que es una de las de mayor importancia dentro del sector agropecuario ecuatoriano (Pomboza-Tamaquiza et al., 2018). Esta cadena productiva lejos de ser excluyente es un motor de superación de la pobreza para decenas de miles de pequeños productores agrícolas y avícolas que son actores integrados (Yepez et al., 2022).

El agua se considera uno de los nutrientes más importantes para los animales, representa del 58 al 65% del peso corporal de las aves adultas y el 85% de los pollitos (Castro Bedriñana et al., 2018). Un factor importante para el éxito de la avicultura está en la desinfección del agua, ya que el primer nutriente esencial en las aves es el agua cuyo consumo supera de 2 a 3 veces del consumo de materia seca, por lo cual su calidad, tanto microbiológica como fisicoquímica, juega un papel importante en su desempeño (Ángel-Isaza et al., 2019).

Por otro lado, los ácidos orgánicos causan corrosión, además neutralizan el tracto-digestivo de las aves, perdiendo la capacidad para eliminar enteras bacterias, por esta razón una buena proporción de estos ácidos orgánicos se deben reducir, para así disminuir la corrosión y principalmente mantener la actividad del tracto-digestivo con los valores de pH intestinal (Díaz-López et al., 2017). La presencia de Salmonella en la carne de pollo es una de las causas más importantes de toxiinfección alimentaria en humanos (López et al., 2018).

Debido a estos problemas por medio de esta investigación, se pretende determinar con cuál de los tratamientos de estudio, disminuirá la mortalidad de las aves debido a diversas enfermedades que se presentan al momento de ingerir el agua, según las dosis establecidas, los ácidos orgánicos eliminan las bacterias presentes en el agua de bebida, además regula el pH gastrointestinal, lo cual ayuda al ave para que tenga un mayor aprovechamiento del alimento, cuyo objetivo fue evaluar el efecto del tratamiento con ácidos orgánicos en el agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler (Andrade et al., 2017).

Hoy en día, los productores de pollos de engorde han alcanzado un alto nivel de eficiencia, ante el hecho de que la conversión de alimento a carne en los pollos es la más eficiente en comparación de los demás animales que se crían para engorde (Cantaro et al., 2012). Adelantos genéticos han resultado en el desarrollo de razas de pollos que crecen con mucha más rapidez y eficiencia que las de antes y que han reducido marcadamente el tiempo requerido para alcanzar el mercado (Avila, 2013).

El agua es un ingrediente esencial para la vida. Cualquier reducción en la ingesta de agua o cualquier incremento de la pérdida de la misma tendrán un efecto muy importante sobre el rendimiento de las aves, la ingesta de agua aumenta con la edad y es mayor en machos que en hembras. Esto debe tenerse en cuenta al instalar el sistema de abastecimiento de agua (Gómez Zaldívar et al., 2020).

El conocimiento de la composición química del agua de bebida es de vital importancia en avicultura ya que la presencia de determinados macro minerales y/o oligoelementos en concentraciones elevadas, pueden causar serios problemas de salud, así como, una merma importante de las producciones (Quiles & Hervia, 2003).

Normalmente, las principales causas de un alto contenido bacteriano en los manantiales y pozos que abastecen a las explotaciones avícolas suelen ser las contaminaciones provocadas por la utilización de aguas residuales deficientemente tratadas, de pozos mal construidos, viejos, mantenidos inadecuadamente o con falta de limpieza, o bien por la utilización de pozos localizados demasiado cerca de aguas residuales. La mejor solución en estos casos es la eliminación de la fuente de contaminación (Estrada & Márquez, 2005).

En la presente investigación se planteó como objetivo general: Evaluar el efecto del tratamiento con ácidos orgánicos en el agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler, y tres objetivos específicos: i) establecer la aceptabilidad de ácidos orgánicos, con la aplicación de diferentes soluciones de pH en el agua; ii) determinar la dosificación de ácidos orgánicos que permita obtener los mejores índices productivos ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en pollos broiler; iii) realizar un análisis económico: costo/beneficio de los tratamientos en estudio. Con el uso de ácidos orgánicos se pretende mejorar los parámetros productivos de las aves, con la aplicación del mismo en el agua durante el periodo de engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia La Unión, Cantón Valencia. Las características climáticas de la zona de estudio, en cuanto a las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la presente investigación se detallan en el Tabla 1:

Tabla 1.

Características climatológicas

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24,70
Humedad relativa, %	87,00
Precipitación, anual. mm	2613,00
Heliofanía, horas/ luz /año	886,10
Evaporación, promedio anual (%)	78,30

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Meteorológica del INHAMI ubicada en la Estación Experimental Pichilingue, 2022 (Vera Chang et al., 2022).

2.2. Diseño de la investigación

Para el presente estudio se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos con soluciones de 3,5; 3,8; y 4,0 de pH, cuatro repeticiones, (siete aves por unidad experimental), más un testigo o control sin producto, para determinar las diferencias entre medias de tratamiento se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Mandeville, 2020). El modelo estadístico, bajo el cual se analizaron las variables de respuesta se indica en la Ecuación 1 y el esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t - 1	3
Error experimental	t (r- 1)	12
Total	tr - 1	15

2.3. Descripción de los tratamientos

Para la determinación de los tratamientos de estudio se determinó 3 aplicación y un control siendo solución a pH 3,5; solución pH 3,8 y solución pH 4,0 como se muestra en la tabla 3, en cuanto al esquema de distribución de los tratamientos de estudio se ven reflejados en el Anexo 6.

Tabla 3.*Descripción de los tratamientos*

Tratamiento	Descripción	Aplicación
T0	Sin producto	Sin producto
T1	Ácidos orgánicos desde los 28 días hasta su etapa final	Solución a pH 3,5
T2	Ácidos orgánicos desde los 28 días hasta su etapa final	Solución a pH 3,8
T3	Ácidos orgánicos desde los 28 días hasta su etapa final	Solución a pH 4,0

2.4. Instrumentos de investigación

Como instrumentos de investigación se analizaron el efecto de las variables:

Consumo de agua: Para esta variable se procedió a restar el agua ofrecida menos el agua sobrante; cada semana para establecer el consumo acumulado de cada tratamiento y para ello se utilizó la siguiente Ecuación 1:

$$CG(ml) = AgS - RAg$$

Dónde:

$CG (ml)$ = Consumo de agua.

AgS = Agua suministrada (ml)

RAg = Residuo de agua (ml)

Ganancia de peso (g): La ganancia de peso se registró en gramos y se la calculó semanalmente, para el efecto se utilizó la siguiente Ecuación 2:

$$GP(g) = PF - PI$$

Dónde:

GP = Ganancia de peso

PF = Peso final

PI = Peso inicial

Consumo de alimento: Para esta variable se procedió a restar el alimento ofrecido menos el alimento sobrante; cada semana para establecer el consumo acumulado de cada tratamiento y para ello se utilizó la siguiente Ecuación 3:

$$CAL(g) = AS - RA$$

Dónde

$CAL (g)$ = Consumo de alimento.

AS = Alimento suministrado (g)

RA = Residuo de alimento (g)

Conservación alimenticia: Se calculó la conversión alimenticia al final del ensayo mediante el peso del animal en peso vivo y la cantidad de alimento consumido. Para ello se utilizó la siguiente Ecuación 4.

$$CA = \frac{AC}{GP}$$

Dónde:

CA= Conversión alimenticia (g)

AC= Alimento consumido (g)

GP= Ganancia de peso (g)

Índice de mortalidad (%): Se calculó el porcentaje de animales que murieron en cada muestreo empleando la Ecuación 5:

$$IMO (\%) = \frac{AT - AM}{AT} \times 100$$

Dónde:

IMO (%): Índice de mortalidad

AT: Animales Totales

AM: Animales muertos

Análisis Económico: El análisis económico se determinó mediante la relación beneficio/costo los ingresos se tomaron de la venta de los pollos considerando el peso final. Se incluyó los siguientes parámetros.

Ingreso Bruto: Se determinó considerando el ingreso obtenido por la venta de pollos de cada tratamiento por el precio del mercado aplicando la siguiente Ecuación 6 (Véliz & Culcay, 2022):

$$IB = Y * PY$$

Dónde:

IB= Ingreso bruto

Y= Producto

PY= Precio del producto

Costo total y unitario de los tratamientos: Se determinó sumando los costos fijos y los costos variables, se aplicó la siguiente Ecuación 7 (Véliz & Culcay, 2022):

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

CT= Costo Total

CV= Costo Variable

CF= Costo Fijo

Se determinó el costo por Kg empleado la Ecuación 8:

$$CU = \frac{CT}{RN}$$

Dónde:

CU= Costo unitario por Kg

CT= Costo total

RN= Rendimiento neto

Beneficio neto de los tratamientos: Se obtuvo restando el ingreso bruto de los costos totales del tratamiento con la siguiente Ecuación 9:

$$BN = IB - CT$$

Dónde:

BN= Beneficio neto

IB= Ingreso Bruto (Volumen de producción x precio del producto)

CT= Costo total

Relación beneficio/costo y rentabilidad (\$): Esta variable se obtuvo dividiendo neto de cada tratamiento por su costo total, aplicando la siguiente ecuación 10:

$$R(b/c) = \frac{BN}{CT}$$

Dónde:

R (b/c)= Relación beneficio - costo

BN= Beneficio neto

CT= Costo total

La rentabilidad total se obtuvo de dividir el ingreso bruto para el costo total expresada en porcentaje, aplicando la ecuación 11 (Véliz & Culcay, 2022):

$$RT (\%) = ((BN-CT) / CT) X100$$

Dónde:

RT (%)= Rentabilidad total

BN= Beneficio neto

CT= Costo total

2.5. Procedimiento experimental

Preparación de galpón y toma de datos

Las aves tuvieron 28 días de edad al momento de empezar con el proyecto. Después de realizar todas las instalaciones pertinentes como comederos y bebederos, se aplicaron los ácidos orgánicos en el agua. La cantidad de aves fueron de 7 por repetición y 28 por tratamiento. El primer tratamiento fue el testigo o control, en el segundo tratamiento se aplicó una solución a 3,5 pH desde los primeros 28 días, sucesivamente hasta su etapa final en el tercer tratamiento se aplicó una solución a 3,8 pH, y se culminó con el cuarto tratamiento, aplicando una solución a 4,0 pH.

La solución de agua de bebida fue preparada de la siguiente manera:

T0: Balde con capacidad de 20.000 ml. Se le agregó 10.000 ml de agua (pozo) con 6,13 pH, el cual nos alcanzaba para 4 repeticiones con una cantidad de 2.500 ml/bebedero.

T1: Balde con capacidad de 20.000 ml. Se le agregó 10.000 ml de agua y 7,5 ml de ácidos orgánicos, para lograr obtener una solución de 3,5 pH, el cual se los dividía en

2.500 ml para las 4 repeticiones.

T2: Balde con capacidad de 20.000 ml. Se le agregó 10.000 ml de agua y 5 ml de ácidos orgánicos, para lograr obtener una solución de 3,8 pH, el cual se los dividía en 2.500 ml, para las cuatro repeticiones.

T3: Balde con capacidad de 20.000 ml. Se le agregó 10.000 ml de agua y 2,5 ml de ácidos orgánicos, para lograr obtener una solución de 4,0 pH el cual se los dividía en 2.500 ml para las cuatro repeticiones.

Tratamiento de los datos

De acuerdo a los datos recolectados estos fueron sometidos al diseño experimental antes mencionado, teniendo como respuesta experimental la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, mortalidad, consumo de agua y análisis económico de las unidades experimentales en estudio y establecer el mejor tratamiento, según lo descrito por Vera Chang et al. (2022) con la utilización del paquete estadístico SAS.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de agua (ml)

El consumo de agua (ml) por ave en relación a las semanas y total en el periodo de engorde se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

Consumo de agua (ml) por ave por semana y total

Tratamientos	Semanas			Total
	5	6	7	
T0 Control	247,50 ^a	362,50 ^a	422,50 ^{ab}	344,17 ^c
T1 Solución a pH 3,5	422,50 ^a	452,50 ^a	540,00 ^a	471,67 ^a
T2 Solución a pH 3,8	315,00 ^a	415,00 ^a	367,50 ^b	365,83 ^{bc}
T3 Solución a pH 4,0	332,50 ^a	412,50 ^a	507,50 ^{ab}	417,50 ^b
C.V (%)	29,34	13,76	17,53	9,77
EEM	24,16	14,12	20,13	11,86
P≤ 0,05	0,1379	0,2182	0,0391	<0,001

Leyenda: CV=Coficiente de Variación; EEM=Error Estándar de la Media; P≤=Probabilidad; ^{abc} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

En la prueba de Tukey al 5% de error demostró que a las 5 y 6 semanas de engorde el consumo de agua por ave no tiene diferencias estadísticas (P≤0,05) entre los tratamientos. A la semana 7, el tratamiento T1 presentó el mayor (P≤0,05) consumo de agua con 540 ml de agua por ave, mientras el tratamiento T2 367,50 ml inferior incluso al tratamiento control T0 con 422,50 ml, observar el anexo 1 del análisis de varianza.

En el consumo total T1 presentó el mayor (P≤0,05) valor con 471, 67 ml de consumo de agua por ave, el menor consumo fue reportado por el control sin inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida con 344,17 ml, que indica que la inclusión de este tipo de productos incrementa el consumo de agua en el periodo de engorde de pollos broiler.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Rodríguez S., Johns & Fuentes López (2008) que indican valores de 505,05 a 517,50 ml con el uso de productos anti-estrés (BETAMINT). El incremento del consumo de agua es coadyuvante en el control térmico de las aves, evitando efectos negativos por altas temperaturas.

3.2. Ganancia de peso (g)

El peso promedio de las aves en las diferentes semanas de engorde se muestra en el Tabla 5. Como puede observarse el peso inicial no presentó diferencias significativas ya que antes del estudio las aves fueron mantenidas en igualdad de condiciones.

Tabla 5.

Peso promedio (g) de las aves en el periodo de engorde de pollos broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Tratamientos	Semanas			
	PI	5	6	7
T0 Control	1582,64 ^a	2096,64 ^b	2572,64 ^c	2949,64 ^c
T1 Solución a pH 3,5	1533,57 ^a	2165,82 ^a	2783,57 ^a	3337,57 ^a
T2 Solución a pH 3,8	1570,22 ^a	2135,22 ^{ab}	2708,47 ^b	3283,22 ^a
T3 Solución a pH 4,0	1543,15 ^a	2119,48 ^{ab}	2670,48 ^b	3167,15 ^b
C.V (%)	1,77	1,29	0,93	0,85
EEM	6,9	6,87	6,29	6,78
P≤0,05	0,0892	0,0252	<0,001	<0,001

Legenda: CV=Coeficiente de variación, EEM=Error Estándar de la Media, P≤=Probabilidad; ^{abc} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0,05).

En las semanas 5, 6 y 7 el mayor (P≤0,05) peso se obtuvo con el tratamiento T1 con 2165,82; 2783,57 y 3337,57 g respectivamente, mientras el tratamiento control sin inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida mostro el promedio más bajo (p≤0,05) con 2096,64; 2572,64 y 2949,64 g en cada periodo. Estos resultados son superiores a los encontrados por Escudero Sánchez & Carrión Carrión (2012), quienes reportan un peso de 2755,2 g con la inclusión de ACID- MIX tres días por semana hasta los 21 días; 2735,2 g con TEGACID-AVL tres días por semana hasta los 21 días; y 2601 g con el tratamiento testigo sin la adición de acidificantes. De igual manera Melgar Perez et al. (2018), encontraron pesos inferiores al presente trabajo 2462 g; 2421 g y 2423 g respectivamente, esta diferencia notable entre los autores puede deberse a que estas investigaciones fueron realizadas en clima templado, mirar el anexo 2 del análisis de varianza.

La ganancia de peso las 5, 6, 7 semanas y la ganancia de peso total se muestran en la Tabla 6, en cada uno de estos periodos el tratamiento T1 mostró el mayor (P≤0,05) promedio de ganancia de peso en engorde de los pollos broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida. El tratamiento control demostró la menor (P≤0,05) ganancia de peso, no obstante, el incremento de la dosis de ácidos orgánicos no mostró una mejoría en este parámetro.

Montoya Chicaiza (2016), determinó una ganancia de peso superior en el tratamiento testigo en el periodo de 28 a 49 días con 1546, 48 g y con la inclusión de Ácido Butanoico 1911,17 g, esta diferencia puede deberse a que este autor utilizó el acidificante desde la etapa inicial mientras en la presente investigación el producto acidificante fue incorporado en la fase de engorde y acabado 28 a 49 días.

González A. et al. (2013), determinaron un peso final de 2926 g a los 42 días de edad, con la suplementación con ácidos orgánicos, mientras con el tratamiento control 2879 g, estos autores indican que sus resultados demostraron que el efecto del uso de ácidos orgánicos como aditivos para mejorar el rendimiento productivo es similar al que se obtiene con el uso de promotores antibióticos como la Zinc Bacitracina.

Tabla 6.

Ganancia de peso (g) de las aves en el periodo de engorde de pollos broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Tratamientos	Semanas			Total
	5	6	7	
T0 Control	514,00 ^d	476,00 ^d	377,00 ^d	1367,00 ^d
T1 Solución a pH 3,5	632,25 ^a	617,75 ^a	554,00 ^b	1804,00 ^a
T2 Solución a pH 3,8	565,00 ^c	573,25 ^b	574,75 ^a	1713,00 ^b
T3 Solución a pH 4,0	576,00 ^b	551,00 ^c	497,00 ^c	1624,00 ^c
C.V (%)	0,55	0,91	1,14	0,26
EEM	0,78	1,27	1,43	1,06
P≤ 0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Leyenda: CV=Coeficiente de variación, EEM=Error Estándar de la Media, P≤=Probabilidad; ^{abc} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

Murillo et al. (2021), obtuvo valores de peso de 2784,18 g con la inclusión de 2 ml de vinagre de banano como acidulante del agua de bebida, mientras que el control fue de 2612,02 g. Este autor concluye que la inclusión de niveles de vinagre de banano en el agua de bebida en pollos parrilleros mejoró levemente los parámetros productivos.

3.3. Consumo de alimento (g)

El consumo de alimento semanal y total se muestra en la Tabla 7. Se presentaron diferencias estadísticas únicamente en la semana 5 donde los tratamientos T1 y T2 reportaron los mayores (P≤0,05) promedios con 987,80 y 983,48 g respectivamente. Indicando que el consumo de alimento no mostró una tendencia específica con relación a la inclusión de ácidos orgánicos en el engorde de pollos broiler, observar el anexo 4 del análisis de varianza.

Tabla 7.

Consumo de alimento (g) de las aves en el periodo de engorde de pollos broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

Tratamientos	Semana			Total
	5	6	7	
T0 Control	951,42 ^b	1349,03 ^a	1409,03 ^a	3709,48 ^a
T1 Solución a pH 3,5	987,80 ^a	1347,00 ^a	1407,00 ^a	3741,85 ^a
T3 Solución a pH 4,0	983,48 ^a	1353,60 ^a	1413,60 ^a	3750,70 ^a
C.V (%)	0,67	3,33	3,19	2,41
EEM	1,63	11,26	11,26	22,58
P≤ 0,05	<0,001	0,9906	0,9906	0,9252

Leyenda: CV= Coeficiente de variación, EEM= Error Estándar de la Media, P≤= Probabilidad; ^{abc} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p≤0.05).

En consumo de alimento los valores reportados por Montoya Chicaiza (2016), son inferiores a los mostrados en la presente investigación, este autor encontró un consumo de 3117,8 g en el tratamiento testigo y con la adición de ácido butanoico 3312,4 g, de igual forma en la investigación referida no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Según Murillo et al. (2021), determinó un consumo de alimento de 2853,94 g en el periodo de 22 a 42 días con la utilización de un balanceado comercial sin aditivos, mientras el consumo total fue de 3745,24 g, este autor señala que la influencia debe al tipo de alimento comercial ya que este evaluó dos marcas y un balanceado de producción en finca, el aditivo utilizado fue LOFAC que es una premezcla vitamínico-mineral diseñada para satisfacer los requerimientos, asegurando la ingesta adecuada de nutrientes y cumpliendo la exigencia de aves en producción, posibilitando la máxima eficiencia y una mayor resistencia al estrés y a las enfermedades bajo diferentes condiciones de manejo.

3.4. Conversión alimenticia (g/g)

La conversión de alimento semanal y total se muestra en la Tabla 8. El tratamiento control presentó el valor más alto ($P \leq 0,05$) de conversión alimenticia, que indica que se requiere una mayor proporción de alimento para generar la misma unidad de peso, que con los tratamientos de inclusión de ácidos orgánicos, donde el tratamiento T1 obtuvo una mayor eficiencia en la conversión de alimento a peso vivo, se debe a que este tratamiento tuvo una mayor ganancia de peso (Tabla 8), de manera general la inclusión de estos acidificantes del agua de bebida mejoran los parámetros productivos en la producción de pollos broiler, mirar el anexo 5 del análisis de varianza.

Tabla 8.

Conservación de alimento (g/g) de las aves en el periodo de engorde de pollo broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

Tratamiento	Semanas			Total
	5	6	7	
T0 Control	1,85 ^a	2,83 ^a	3,73 ^a	2,71 ^a
T1 Solución a pH 3,5	1,56 ^d	2,18 ^c	2,54 ^c	2,07 ^c
T2 Solución a pH 3,8	1,74 ^b	2,36 ^b	2,46 ^c	2,19 ^{bc}
T3 Solución a pH 4,0	1,66 ^c	2,46 ^b	2,85 ^b	2,29 ^b
CV (%)	1,02	3,17	3,70	2,37
EEM	0,004	0,019	0,026	0,130
P ≤ 0,05	0,001	0,001	0,001	0,001

Legenda: CV= Coeficiente de variación, EEM= Error Estándar de la Media, P≤= Probabilidad; ^{abc} Promedios en cada columna con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Según la investigación de Montoya Chicaiza (2016), determino índices de conversión alimenticia inferiores: 2,01; 1,78; 1,93 y 1,91 g/g en el tratamiento testigo, ácido butanoico, probiótico y activen respectivamente, este efecto se debe a que este autor demostró un menor consumo de alimento. González A. et al. (2013) indican que el uso de ácidos orgánicos mejoró el índice de conversión alimenticia, estos autores reportan valores de 1,78 con el uso de promotores de crecimiento; 1,73 con ácidos orgánicos y 1,82 con el tratamiento control, mencionan además que los ácidos orgánicos pueden reemplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves.

3.5. Índice de mortalidad (%)

El índice de mortalidad en el engorde de pollos broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida se muestra en la Tabla 9. Únicamente se presentaron valores en el tratamiento control a la semana 5 y T3 en la semana 6, no atribuibles al efecto de los tratamientos.

Tabla 9.

Conservación de alimento (g/g) de las aves en el periodo de engorde de pollo broiler con la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

Tratamiento	Semanas		
	5	6	7
T0 Control	3,57	0,00	0,00
T1 Solución a pH 3,5	0,00	0,00	0,00
T2 Solución a pH 3,8	0,00	0,00	0,00
T3 Solución a pH 4,0	0,00	3,57	0,00

Los resultados obtenidos concuerdan con el efecto demostrado por Pojota (2011), que señala que la incorporación de ácidos orgánicos son alternativas viables y adecuadas en la explotación avícola, para ayudar a obtener mejores pesos, bajos porcentajes de mortalidad y una excelente conversión alimenticia.

Álvarez Perdomo et al. (2017), mencionaron que un efecto de estos ácidos orgánicos es que reducen el pH en el tracto gastrointestinal, evitando de esta manera un ambiente propicio para la proliferación de los microorganismos patógenos, que afectan la salud y bienestar del animal, impidiendo el apareamiento de enfermedades como la Escherichia Coli, Salmonelosis, diarreas, que provocan la muerte de los animales, incidiendo así en la producción.

3.6. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se detalla en el Tabla 10.

3.7. Ingreso bruto

Se obtuvo un mayor ingreso bruto con el tratamiento T1 con un valor de USD 257,93 en comparación al tratamiento control que obtuvo USD 227,95 equivalente a 12% más ingreso bruto de diferencia.

3.8. Costo total y unitario

En el costo total el tratamiento control (T0), obtuvo un menor costo total con USD 108,60 una diferencia de 5% menos que el tratamiento T1, que obtuvo el mayor costo total, considerando los costos variables, no obstante, el costo unitario fue menor (-8%) con este tratamiento (T1) con USD 1,22 debido a que obtuvo un mejor rendimiento en la ganancia de peso (Tabla 6) en comparación al tratamiento control que obtuvo USD 1,31 por kilogramo.

3.9. Beneficio neto

El mayor beneficio neto fue reportado por el tratamiento T1 con USD 143,95 debido a su mayor rendimiento el tratamiento control (T0) obtuvo USD 119,35 una diferencia de 17 % entre estos tratamientos.

3.10. Relación beneficio/costo

La mejor relación beneficio costo fue T1 con 1,26 lo que corresponde una rentabilidad de 26,31% mientras el control (T0) únicamente obtuvo un 9,90% de rentabilidad en comparación a los demás tratamientos con la inclusión de ácidos orgánicos Montoya, (2016), demostró una relación beneficio similar con valores entre 1,22 y 1,12 con el uso de ácido butanoico y probiótico mientras en el testigo 1,03 respectivamente.

Tabla 10.

Análisis económico de los tratamientos

Rubros	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Costos fijos				
Insumos y galpón con depreciación	8,93	8,93	8,93	8,93
Pollitos BB	28,00	28,00	28,00	28,00
Total, costos fijos	36,93	36,93	36,93	36,93
Costos variables				
Alimento	71,67	72,29	72,46	72,14
Ácidos orgánicos	0,00	4,75	4,75	4,75
Total, costos variables	71,67	77,04	77,21	76,89
Costos totales	108,60	113,97	114,14	113,82
Ingresos				
Rendimiento Kg peso	82,59	93,45	91,93	88,68
Precio USD por kg	2,76	2,76	2,76	2,76
Costo USD por Kg	1,31	1,22	1,24	1,28

Ingreso bruto	227,95	257,93	253,73	244,76
Beneficio neto USD	119,35	143,95	139,58	130,93
Relación B/C	1,10	1,26	1,22	1,15
Rentabilidad total (%)	9,90	26,31	22,29	15,03

Nota: T0 Control; T1 Solución a pH 3.5; T2 Solución a pH 3.8; T3 Solución a pH 4.0

CONCLUSIONES

La inclusión de ácidos orgánicos obtuvo una buena aceptación por parte de las aves ya que mejoró ($P \leq 0,05$) el consumo de agua de bebida. El tratamiento presentó mejor aceptación en cuanto a la acidificación del agua de bebida (Solución a pH 3,5) mejoró la ganancia de peso y conversión alimenticia, no obstante, el incremento del pH no mostró mejoría en los parámetros se pudo concluir que el tratamiento T1 mostró la mejor relación beneficio costo (1,26) y rentabilidad (26,31%) en comparación a las otras dosificaciones con ácidos orgánicos y el tratamiento control.

Es de suma importancia el agua utilizada en las granjas de pollos broiler, generalmente tiene una alta carga de patógenos, ya que no tiene un origen potable, esto se refleja en la condición sanitaria y productiva de las aves, lo que conllevaría daños perjudiciales, no obstante la investigación pretende mitigar la carga de patógenos que está relacionada con el grado de contaminación del agua de bebida de las aves y su infección de la resistencia que tiene el aparato gastrointestinal de los animales para contrarrestar esa carga microbiana perjudicial.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición: Yépez-Macias, P. F., Vásquez-Cortez, L. H., Alvarado-Vásquez, K. E., Vera-Chang, J. F., Vaca-Orbea, A. E., Intriago-Flor, F. G., Naga-Raju, M., Rivadeneira-Barcia, C. S. & Radice, M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Perdomo, G. R., Arana Manjarres, R. S., Franco Cedeño, F. J., Zambrano Barros, N. A., Cangá Morán, E. E., Ramírez de la Ribera, J. L., & Chacón Marcheco, E. (2017). Empleo de acidificantes intestinales en la producción de pollos de ceba. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(12), 1–9.
- Andrade, Y., Toalombo, P., Andrade, Y., & Lima, O. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. *Revista Electronica de Veterinaria*, 18(2), 1–9.
- Ángel-Isaza, J., Mesa-Salgado, N., & Narváez-Solarte, 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>
- Avila, E. (2013). Fuentes De Energía Y Proteínas Para La Alimentación De Las Aves. *Ciencia Veneterinaria*, 2, 325–358. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c12.pdf>
- Cantaro, H., Sánchez, J., & Sepúlveda, P. (2012). Cría y Engorde de Pavos. *Instituto Nacional de Tecnología*

- Agropecuaria*, 1–30. <https://iestppacaran.edu.pe/books/cria-y-engorde-de-pavos/>
- Castro Bedriñana, J. I., Chirinos Peinado, D. M., & Sierra Rojas, W. N. (2018). Uso de líquido ruminal en agua de bebida de pollos broiler criados en condiciones de altura. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(4), 1259–1267. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.12972>
- CEPAL, FAO, & IICA. (2021). *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. CEPAL, FAO, IICA. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47208-perspectivas-la-agricultura-desarrollo-rural-americas-mirada-america-latina>
- Díaz-López, E. A., Ángel-Isaza, J., & Ángel B., D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, 35, 175–189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>
- Escudero Sánchez, G., & Carrión Carrión, T. M. (2012). *Estudio comparativo de dos acidificantes comerciales (acid-mix – tegacid avl) en la producción de pollos parrilleros en el cantón Loja* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5467>
- Estrada, P., & Márquez, G. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(3).
- Gómez Zaldívar, R., Zaldívar Quintero, N., & Fonseca Virelles, R. (2020). Efecto del agua tratada magnéticamente en pollitos de inicio de raza semirrústico. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 51(3).
- González A., S., Icochea D., E., Reyna S., P., Guzmán G., J., Cazorla M., F., Lúcar, J., Carcelén C., F., & 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(1). <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i1.1653>
- 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>
- Mandeville, P. (2020). *Diseños experimentales y tips bioestadísticos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Melgar Perez, R., Vargas Rodriguez, J., & Huaman Lazo Santa Cruz, P. (2018). Reducción de la carga microbiana y eliminación de microorganismos patógenos en alimentos balanceados para pollos por radiación gamma. *Biotempo*, 2, 79–83. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v2i0.1540>
- Montoya Chicaiza, E. G. (2016). *Respuesta en el desempeño de pollos de angorde al actigen; a un probiótico y al ácido butanoico* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/5484>
- Murillo, B., Cano, K., Reyes, O., Gómez, J., & Loor, J. (2021). Evaluación del efecto de vinagre de banano (musa AAA) en los parámetros productivos de pollos parrilleros. *Journal of Science and Research*, 6(2), 12–23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5507326>
- Pojota, S. (2011). *Evaluación de acidificación orgánico en la crianza de pollos broiler en la provincia de Pichincha* [Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14670/1/UPS-CT007206.pdf>
- Pomboza-Tamaquiza, P., Guerrero-López, R., Guevara-Freire, D., & Rivera, V. (2018). Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: caso Tungurahua-Ecuador. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(51). <https://doi.org/10.24836/es.v28i51.511>
- Quiles, A., & Hervia, M. (2003). *Control del agua en las explotaciones avícolas*. Portal Veterinaria. <https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/2712/control-del-agua-en-las->

explotaciones-avicolas.html

- Rodriguez S., Johns, D., & Fuentes López, X. F. (2008). *Evaluación del efecto de 4 dosis de betamint sobre las fases de crecimiento y acabados en pollos broiler en el cenae-espol, cantón Guayaquil, provincia del Guayas* [Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31920?mode=full>
- Véliz, M., & Culcay, M. (2022). *Contabilidad de costos: conceptos elementales* (7th ed.). Grupo Compás.
<http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/809>
- Vera Chang, J., Vásquez Cortez, L., Erazo Solorzano, C., & Intriago Flor, F. (2022). Induction of rhizobium japonicum in the fermentative mass of two varieties of cacao (*Theobroma Cacao* L.) as a strategy for the decrease of cadmium. *International Journal of Health Sciences*, 6(3), 11354–11371.
<https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8672>
- Yepez, P., Arévalo, W., Vásquez, L., & Alvarado, K. (2022). Pavos BIG6 alimentados con balanceado UTEQ + NABO en fase engorde para mejorar las características organolépticas de la carne. *Journal of Science and Research*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7545127>

ANEXOS**Análisis de varianza de las variables estudiadas****Anexo 1.**

Cuadrados medios, coeficientes de variación del consumo de agua de pollos broiler con el uso de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Cuadrado medio					
Fuente de variación	GL	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Total
Tratamiento	3	0.0207 ^{ns}	0.0054 ^{ns}	0.0248 [*]	0.0576 ^{***}
Error Exp	12	0.0093	0.0031	0.0064	0.0022
Total	15				
CV%		29,34	13,76	17,53	9,77

Anexo 2.

Cuadrados medios, coeficiente de variación del peso (g) de pollos broiler con el uso de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Cuadrado medio					
Fuente de variación	GL	Peso Inicial	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Tratamiento	3	2096.64 ^{ns}	3375.58 [*]	30794.52 ^{***}	118179.02 ^{***}
Error Exp	12	763.75	756.27	634.47	737.51
Total	15				
CV%		1,77	1,29	0,93	0,85

Anexo 3.

Cuadrados medios, coeficientes de variación de la ganancia de peso (g) de pollos broiler con el uso de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Cuadrado medio					
Fuente de variación	GL	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Total
Tratamiento	3	9411.89 ^{***}	14035.50 ^{***}	31519.56 ^{***}	141778.66 ^{***}
Error Exp	12	9.89	25.95	32.72	18.00
Total	15				
CV%		0,55	0,91	1,14	0,26

Anexo 4.

Cuadrados medios, coeficiente de variación del consumo de alimento (g) de pollos broiler con el uso de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Cuadrado medio					
Fuente de variación	GL	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Total
Tratamiento	3	1215.04 ^{***}	72.08 ^{ns}	70.08 ^{ns}	1255.99 ^{ns}
Error Exp	12	42.53	2029,20	2329.20	8161.06
Total	15				
CV%		0,63	3,33	3,19	2,41

Anexo 5.

Cuadrados medios, coeficiente de variación de la conversión de alimento (g/g) de pollos broiler con el uso de ácidos orgánicos en el agua de bebida

Cuadrado medio					
Fuente de variación	GL	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Total
Tratamiento	3	0.0579 ***	0.3047 ***	1.3667 ***	0.3086 ***
Error Exp	12	0.0003	0.0061	0.0115	0.0030
Total	15				
CV%		0,63	3,33	3,19	2,41

Anexo 6.

Esquema de distribución de los tratamientos

