

Artículo de revisión

Organic acids, an alternative in poultry nutrition: a review*Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión**Ácidos orgânicos, uma alternativa na nutrição avícola: uma revisão*Jaime Ángel-Isaza ^{1*} ✉, MVZ, MSc, [CvLAC](#); Natalia Mesa-Salgado^{1, MVZ}; William Narváez-Solarte ², Zoot, PhD, [CvLAC](#)**Fecha correspondencia:**

Recibido: 13 de noviembre de 2018.

Aceptado: 21 de junio de 2019.

Forma de citar:

Ángel-Isaza J, Mesa-Salgado N, Narváez-Solarte W. Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. Rev. CES Med. Zootec. 2019; Vol 14 (2): 45-58.

[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Éthics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.4)[cesmvz.14.2.4](#)

ISSN 1900-9607

Filiación:* Autor para correspondencia: Jaime Ángel-Isaza. Correo electrónico: jaime.angel92@gmail.com¹ Grupo de Investigación en Nutrición, Metabolismo y Seguridad

Comparte

**Abstract**

The use of organic acids in the chickens' feeding contributes to the maintenance of the integrity and stability of their intestinal biota; besides, inhibits the proliferation of pathogen microorganisms, it helps to prevent the appearance of diseases and improve their productive performance. For this reason and for be safe for consumers, organic acids have been proposed as an alternative to the replacement of antibiotics growth promoters. However, its experimental use in the chicken's diet shows diverse and contradictory results, coming from differences in factors related with: type and dose of the organic acid used, diet composition and the breeding environment in which the experiments are carried out. The aim of this review is to present an analysis of the different experimental results in the use of organic acids in relation to the intestinal physiology, productive and hematological parameters in the broiler chicken.

Keywords: *antibiotic, chicken, gastrointestinal, microbiota, production.***Resumen**

El uso de ácidos orgánicos en la alimentación de las aves, contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la biota intestinal; además, dificulta la proliferación de microorganismos patógenos, ayuda a prevenir la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo. Por este motivo y por ser seguros para los consumidores, los ácidos orgánicos se han planteado como una alternativa al reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento. Sin embargo, existen factores como: el tipo y la dosis del ácido orgánico, la composición de la dieta y las condiciones ambientales de cría en las que se realizan los ensayos que hacen que los resultados experimentales respecto a estos aditivos sean diversos y contradictorios. El objetivo de esta revisión es presentar un análisis de los diferentes resultados experimentales al incluir ácidos orgánicos en la dieta del pollo de engorde, con respecto a la fisiología intestinal, los parámetros productivos y hematológicos.

Palabras clave: *antibiótico, gastrointestinal, microbiota, pollo, producción.*

Alimentaria, Maestría
En Ciencias Veterinarias,
Universidad de Caldas, carrera
35 #62-160, Manizales,
Colombia.

²Universidad de Caldas,
Departamento de
Salud Animal, Grupo de
Investigación en Nutrición,
Metabolismo y Seguridad
Alimentaria. Manizales,
Colombia.

Resumo

O uso dos ácidos orgânicos na alimentação das aves, contribui para manter a integridade e estabilidade da biota intestinal; além disso, dificulta a proliferação de microorganismos patogênicos, ajuda a prevenir o surgimento de doenças e melhorar o rendimento produtivo. Razão pela qual, além de serem seguros para o consumidor, os ácidos orgânicos tem-se proposto como alternativa na substituição dos antibióticos promotores de crescimento. No entanto, existem fatores como: o tipo e a dose do ácido orgânico, a composição da ração e as condições ambientais de cria nas quais se desenvolvem as pesquisas, que tornam os resultados experimentais diversos e as vezes contraditórios. O objetivo desta revisão é apresentar uma análise dos diferentes resultados experimentais quando incluídos os ácidos orgânicos na ração do frango de corte, no que diz respeito à fisiologia intestinal, aos parâmetros produtivos e hematológicos.

Palavras chave: antibiótico, gastrointestinal, microbiota, frango, produção.

Introducción

En el tracto gastrointestinal de las aves habita una comunidad diversa de bacterias, hongos y protozoos interactuando constantemente con el huésped; la adquisición y desarrollo de esta microbiota intestinal en pollos de engorde se origina desde la eclosión, con los microbios que se encuentran en la superficie de la cáscara del huevo, además de la contaminación por vectores externos como el medioambiente, el alimento y el personal que manipula las aves³⁰. La microbiota alcanza su estabilidad alrededor de la segunda semana de vida del pollo, edad en la que se constituye en su mayoría por bacterias anaerobias facultativas como *Lactobacillus sp*, *Enterococcus sp*. y *Escherichia coli* que representan entre el 60 y 90% de la microbiota intestinal; además de otras especies de características anaerobias estrictas que se encuentran comúnmente en el íleon y el duodeno como: eubacterias, clostridios, propionibacterias y fusobacterias^{5, 31}.

La población microbiana del tracto gastrointestinal se encuentra estrechamente relacionada con la salud y la nutrición de los animales, debido al papel que desempeñan en procesos como la digestión y absorción de nutrientes, el metabolismo de residuos dietéticos, la producción de vitaminas y la salud del mismo tubo digestivo¹⁸. Por estos motivos, la industria avícola puso especial empeño en el control de la microbiota intestinal de los animales para obtener los mejores beneficios productivos, recurriendo para este fin al uso de antibióticos en dosis subterapéuticas, que actúan como promotores de crecimiento¹⁴. Sin embargo, con esta práctica se ha producido una creciente preocupación por los efectos adversos que se pueden generar sobre la salud humana, considerando la posibilidad de inducir resistencia antibiótica, lo que ha conllevado a que regiones como la Comunidad Económica Europea restrinjan la inclusión de algunas de estas sustancias en la ración de los animales⁷.

El objetivo de esta revisión es presentar un análisis de los principales resultados experimentales, sobre el uso de los ácidos orgánicos en relación con la fisiología intestinal, los parámetros productivos y hematológicos en el pollo de engorde, toda vez que reemplazar a los antibióticos promotores de crecimiento (AGP), con otros aditivos dietéticos que no generen riesgo en la población humana, se ha convertido en un propósito común de la nutrición animal. Y los ácidos orgánicos, han demostrado poseer capacidad bactericida y acidificante en el medio intestinal, principalmente, sobre las bacterias potencialmente patógenas, promoviendo consigo una mejor funcionalidad del intestino y un mejor crecimiento de los animales^{13, 19}.

Ácidos orgánicos

Químicamente la principal característica de los ácidos orgánicos (AO) es la presencia del grupo funcional carboxílico unido a un hidrógeno o a una cadena lineal de átomos de carbono (Tabla 1), con diferencias entre ellos en la saturación de dicha cadena⁸.

Tabla 1. Ácidos orgánicos de uso común*

Ácido	Nombre Químico	Formula	Tipo de Ácido	pKa
Fórmico	Ácido Fórmico	HCOOH	Cadena Corta	3,75
Acético	Ácido Acético	CH ₃ COOH	Cadena Corta	4,76
Propiónico	Ácido 2-Propanoico	CH ₃ CH ₂ COOH	Cadena Corta	4,88
Butírico	Ácido Butírico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	Cadena Corta	4,82
Láctico	Ácido 2-Hidroxipropanoico	CH ₃ CH(OH)COOH	Cadena Corta	3,83
Fumárico	Acido 2-butenodioico	COOHCH:CHCOOH	Ácido dicarboxílico	3,02
Málico	Ácido hidroxibutanodioico	COOHCH ₂ CH(OH)COOH	Ácidos dicarboxílicos	3,40
Tartárico	Ácido 2,3-dihidroxi-butanodioico	COOHCH(OH)CH(OH)COOH	Ácido dicarboxílico	2,93
Cítrico	Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico	COOHCH ₂ C(OH)(COOH)CH ₂ COOH	monocarboxílicos saturados de cadena lineal	3,13
Sórbico	Acido 2,4-hexadienoico	CH ₃ CH:CHCH:CHCOOH	monocarboxílicos saturados de cadena lineal	4,76

*Adaptado de: Cherrington *et al.* (1991)⁸ y Dibner & Buttin, (2002)¹¹.

Los ácidos orgánicos han sido comúnmente empleados por la industria cárnica, entre ellos los ácidos: fórmico, acético, propiónico, butírico, láctico, málico, tartárico, fumárico y cítrico^{19, 11}, gracias a su bajo costo y al reconocimiento como aditivo para reducir el riesgo microbiano por la Administración de Alimentos y Medicamentos-FDA^{11, 22}. Ya en las últimas dos décadas, estos ácidos se han empleado como aditivos en la alimentación de animales de producción, con miras en la disminución del uso anti-bióticos promotores de crecimiento^{19, 29}.

Mecanismo de acción bactericida

En el medio exterior estos ácidos se encuentran en su forma no disociada (Figura 1), lo cual favorece su difusión a la bacteria; el pH del citoplasma permite que el ácido se disocie y libere su ion hidrógeno (H⁺) formando el anión ácido (RCOO⁻), acidificando el citoplasma bacteriano y con esto generando problemas metabólicos, cambios conformacionales en las proteínas estructurales, en las enzimas, en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos^{10, 29}. En consecuencia, la bacteria emplea mecanismos de defensa como bombas de eflujo que consumen su ATP llevándola a la muerte.

Gracias a la capacidad de eliminar bacterias, acompañada de la seguridad que presupone su uso para la industria alimentaria, los AO en las últimas décadas han sido empleados como un aditivo en la alimentación de animales de producción como aves y cerdos con miras en la disminución del uso de antibióticos promotores de crecimiento^{19, 29}. No obstante, aunque la capacidad bactericida de los AO ha sido ampliamente reportada y su uso como aditivo en la dieta de pollo de engorde en reemplazo al uso de antibióticos promotores de crecimiento es prometedor, en algunas

variables, existen discrepancias en los resultados experimentales por lo que se hace necesario profundizar en los diversos factores que pueden afectar su eficacia sobre la mejoría de los parámetros productivos en el pollo de engorde.

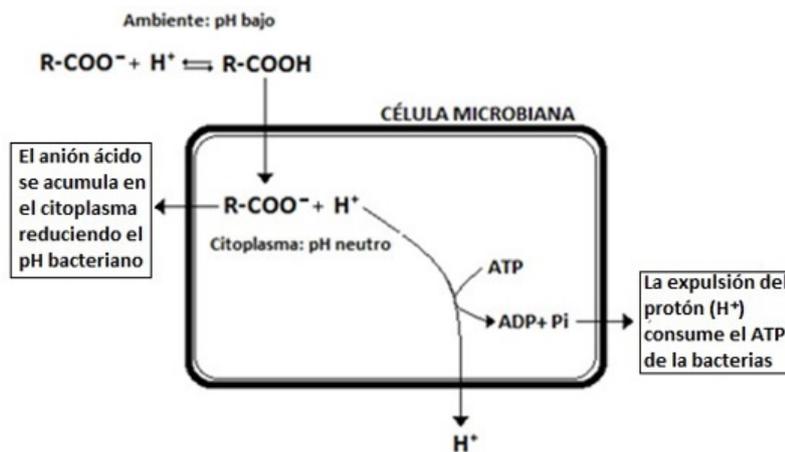


Figura 1. Mecanismo de acción bactericida de los ácidos orgánicos. Adaptado de: Davidson & Taylor, (2007)¹⁰.

Ácidos orgánicos en la avicultura

Conversión y consumo de alimento

Adil *et al.* (2010)² observaron mejor conversión alimenticia en aves suplementadas con 3% de ácidos: láctico, butírico y fumárico ($1,84 \pm 0,03$, $1,85 \pm 0,05$ y $1,83 \pm 0,02$, respectivamente), que aquellas que no recibieron ningún ácido en la dieta ($2,02 \pm 0,03$). Esta mejoría en la eficiencia alimenticia, sostienen los autores, que está ligada al hecho de que la ganancia de peso fue superior en los animales que consumieron el alimento con los ácidos. Panda *et al.* (2009) gastrointestinal tract health and carcass characteristics in young broiler chickens. Control starter (0-3 wk²⁵ al comparar el efecto de la inclusión de ácido butírico al 0,4% en la dieta versus dos grupos control, uno negativo y otro con Furazolidona, manifiestan que aunque no se observan diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento entre los grupos experimentales, los animales suplementados con ácido butírico presentan mejor conversión alimenticia ($1,75 \pm 0,01$ g) que aquellos que reciben Furazolidona ($1,80 \pm 0,01$ g) y que aquellos que consumen alimento libre de estos aditivos ($1,86 \pm 0,01$ g); por lo que concluyen que es posible reemplazar el uso de antibióticos promotores de crecimiento por ácidos orgánicos en el pollo de engorde.

En lo que se refiere al consumo de alimento con el uso de ácidos orgánicos en pollo de engorde, Pirgozliev *et al.* (2008)²⁸, al evaluar el ácido sórbico y fumárico en concentraciones crecientes desde 0,5% hasta el 1% en la dieta versus un grupo control negativo, durante un periodo de treinta días, destacan que las aves del grupo control presentan mayor consumo de alimento ($P < 0,05$) que las que reciben los ácidos orgánicos. En el mismo sentido, Talebi *et al.* (2010)³³ al alimentar pollos de engorde de 21 a 42 día de edad con 1% de ácido benzoico en la ración, observaron menor consumo de alimento en los animales que recibieron el ácido en la dieta. Los autores, al igual que Adil *et al.* (2010)², atribuyen a la alteración de la palatabilidad del alimento ocasionada por la alta concentración de los ácidos orgánicos como la responsable de la disminución en el consumo.

Por consiguiente, la adición de ácidos orgánicos en la dieta genera mejor conversión alimenticia, y mayor ganancia de peso. Sin embargo, es recomendable tener en cuenta las concentraciones que se utilizan del AO, con el fin de evitar alteraciones en la palatabilidad, y consumos bajos de alimento. Por otra parte, la forma de inclusión del ácido es otro factor importante; ya que, al utilizar el ácido butírico individual, se evidencian resultados favorables tanto en la ganancia de peso como en la conversión alimenticia, caso contrario al incluirlo en mezcla (Adil *et al.* 2010; Panda *et al.* 2009; Vieira *et al.* 2008).

Ganancia de peso

Adil *et al.* (2010)², observaron que el peso final en pollos de engorde mejora después de suplementar el alimento con ácido fumárico o ácido láctico al 3%. Hassan *et al.* (2011)¹⁵, reportan similares resultados al comparar el efecto de una mezcla comercial de cuatro ácidos orgánicos: fumárico, formato de calcio, propionato de calcio, y sorbato de potasio acompañados de aceite vegetal hidrogenado, contra un grupo control negativo y otro con Enramicina, evidenciando mejor peso a los 21 y 35 días de edad en los animales suplementados con AO; por lo que concluyen los autores que los ácidos orgánicos pueden reemplazar a los antibióticos promotores de crecimiento en aves que presenten buenas condiciones sanitarias.

Wang *et al.* (2010)³⁶ manifiestan que al suplementar la ración de pollo de engorde con ácido fenilacético hasta el día 21 de edad la ganancia de peso de los animales disminuye. Mientras que, Hernández *et al.* (2006)¹⁶ informan que al utilizar ácido fórmico a niveles de 5 y 10 mg/kg durante los 42 días de vida de las aves, estas no evidencian mejoría en el rendimiento productivo; a conclusión similar llegaron Kim *et al.* (2014)¹⁸ al evaluar el mismo ácido en dosis de 0,4%, en pollos durante la fase de 1 a 21 días de edad, por lo que sostienen que la dosis del ácido es uno de los factores importantes a tener en cuenta al momento de evaluar los resultados experimentales.

Según Panda., (2009)²⁵ la inclusión de ácidos orgánicos en la dieta de las aves a dosis insuficientes no muestra resultados favorables sobre los parámetros productivos, como lo evidenciaron al usar ácido butírico al 0,2%, mientras que al aumentar la dosis a 0,4%, los pollos presentaron mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. Por otro lado, Islam *et al.* (2010)¹⁷ sostienen que el exceso en la dosis, también, puede afectar negativamente el rendimiento productivo de los animales, al igual que factores como la forma de inclusión del ácido en el alimento y las condiciones ambientales y sanitarias en que son realizados los bioensayos ^{19, 16, 27}.

Aunque los AO demuestran ser una posibilidad para el reemplazo del uso a los antibióticos promotores de crecimiento, es importante tener en cuenta el tipo de ácido y la dosis que se desea implementar; ya que, según lo reportado anteriormente, los ácidos fumárico, formato de calcio, propionato de calcio, sorbato de potasio, y butírico generaron aumento en la ganancia de peso de las aves; contrario a lo que se evidencio al utilizar ácido fenilacético y fórmico. No obstante, la dosis sigue siendo un factor importante al momento de evaluar los resultados, pero esto debe ir acompañado con el tipo de ácido, puesto que, al utilizar las mismas dosis de 0,4% con el ácido butírico y el fórmico, los resultados no fueron iguales.

Mucosa intestinal

La mucosa intestinal es la encargada de absorber los nutrientes que se suministran en el alimento de los animales, tiene una morfología en forma de dedos denominada vellosidades con el fin de aumentar la superficie de contacto con el alimento. Estas estructuras presentan un crecimiento rápido a partir del segundo día después de la eclosión del huevo como respuesta al cambio en la obtención de nutrientes, y continúan creciendo de manera constante durante el ciclo productivo³⁴. Debido a la relación fisiológica de estas estructuras con la productividad es de gran importancia mantener la integridad de la mucosa por medio del uso de aditivos alimentarios²⁷.

Adil *et al.*(2010)² sostienen que los ácidos orgánicos en la dieta ayudan a mantener la integridad de las vellosidades intestinales, y por ende mejoran los parámetros productivos del ave; al observar aumento en la longitud de las vellosidades en duodeno y yeyuno al día 42 de vida de las aves, después de haber suplementado la ración con ácido butírico al 3% y fumárico al 2 y 3%. Resultado similar fue encontrado por Paul *et al.*(2007)²⁶, al utilizar ácidos orgánicos en forma de sales, como formiato de amonio y propionato de calcio a dosis de 3 g/kg de alimento, durante los 42 días de vida del pollo de engorde.

Otros cambios en la mucosa intestinal, además del aumento de la altura de las vellosidades intestinales, tiene como efecto el uso de los ácidos orgánicos en la dieta, entre ellos están el aumento de ancho de las vellosidades en la totalidad del intestino delgado²¹, al suplementar con una mezcla de diferentes ácidos a dosis de 0,15% a partir del día 21 de edad; aumento de 105,8 μm en la profundidad de las criptas al suplementar con 1,5 g/kg de una mezcla de ácidos grasos de cadena media, ácido butírico y *Saccharomyces cerevisiae*²⁰, o aumento de 0,36 μm , en la profundidad de estas estructuras al suplementar la ración con 4 g/kg de una mezcla de ácidos orgánicos³. Esmailipour *et al.* (2011) nutrient retention, jejunal viscosity, and size and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed a low-P wheat-based diet. The experiment was conducted as a 2 \times 3 factorial arrangement with 2 levels of xylanase (0 and 200 mg/kg¹² y Vieira *et al.* (2008)³⁵ aunque observaron mayor ganancia de peso en los animales que consumieron los ácidos, al incluir ácido cítrico a niveles de 2% y 4% en la ración del pollo de engorde y una mezcla con 40% de ácido láctico, 7% de ácido acético, 5% de ácido fosfórico y 1% de ácido butírico, respectivamente, no evidenciaron cambios en la morfología intestinal de las aves, por lo que afirman que los cambios morfológicos del intestino y la ganancia de peso de las aves generados por el uso de los ácidos orgánicos, en ocasiones, no tienen relación.

Los cambios en la morfología intestinal acompañados de los resultados favorables en los parámetros productivos de las aves, que evidenciaron algunos autores, se atribuyen sin duda a la adición de ácidos orgánicos en la dieta. Sin embargo, es importante profundizar en los resultados, en los que estos dos factores no se presentan juntos. Según Dibner & Buttin, (2002)¹¹, un aporte nutricional adecuado, reducción de factores de estrés y buen manejo, son características fundamentales para la expresión del potencial genético del ave, independiente de la suplementación con ácidos orgánicos u otro aditivo usado como promotor de crecimiento. Razón por la cual, los resultados son más evidentes en aves con mayores desafíos sanitarios.

Hematología

El valor del hematocrito representa el porcentaje de eritrocitos en la sangre, siendo el valor normal en el pollo de engorde de 32% al día 21 y 34% para el día 42 de vida⁶. En las investigaciones realizadas por Al-Saad *et al.* (2014)⁴, Abdel-Fattah *et al.* (2008)¹ y

Marín-Flamand *et al.* (2014)²³ no se evidencia efecto de la adición de ácidos orgánicos en la dieta sobre el hematocrito, el recuento de proteínas, y la hemoglobina de las aves. Por otro lado Al-Saad *et al.* (2014)⁴, Kim *et al.* (2014)¹⁸ y Wang *et al.* (2010)³⁶ manifiestan que el asociado linfoide del tracto gastrointestinal es influenciado positivamente por la modulación que ejercen los ácidos orgánicos sobre la microbiota en el tracto digestivo, al observar aumento en el recuento de las células de la línea blanca después de suplementar la dieta de las aves ya sea con una mezcla de ácido sórbico, ácido propiónico, ácido benzoico y ácido fosfórico o con ácido fenilacético a niveles de 0,1%, 0,2% y 0,4%.

Calcio y fósforo sanguíneo

Hernández *et al.* (2006)¹⁶ y Adil *et al.* (2010)², afirman que los ácidos orgánicos butírico, fumárico y láctico promueven una mejor retención intestinal y mayores concentraciones plasmáticas de Ca y P. En este mismo sentido, Nourmohammadi *et al.* (2016)²⁴ manifiestan que también aumenta el contenido de cenizas y calcio óseos al suplementar la ración de los pollos con 30g/kg de ácido cítrico; resultado también observado por Świątkiewicz & Arczewska-Wlosek, (2012)³² al suplementar, dietas deficientes en calcio y fósforo, con ácidos orgánicos. De acuerdo con estos investigadores, el incremento en la concentración de Ca y P tanto plasmático como óseo, está relacionado con la disminución del pH en el tracto intestinal anterior, con el aumento de la altura de las vellosidades intestinales y con la mayor disponibilidad de calcio debido a la menor cantidad de quelatos formados.

Factores que afectan el uso de ácidos orgánicos

En general, es mayor la cantidad de bioensayos en los que se observa efecto positivo que negativo al suplementar la ración del pollo de engorde con ácidos orgánicos sobre el rendimiento productivo y la resistencia ósea. No obstante, los investigadores al discutir los resultados se centran en los posibles factores que los pudieron afectar y concluyen que para tener un efecto positivo del uso de los ácidos orgánicos como promotores de crecimiento en el pollo de engorde, es importante tener en cuenta el tipo de ácido utilizado para la suplementación^{2, 12, 16, 25}, la dosis del ácido en la dieta^{17, 18, 33}, la forma de inclusión del ácido, ya sea esta individual o en mezcla^{9, 15, 35} y los ingredientes de la ración^{11, 19} (Tabla 2, ver anexo).

Como se observa en la tabla 2, Los autores reportan mejores resultados al suplementar las aves con ácido butírico, fumárico y láctico^{2, 25}, que, al incluir ácidos como el cítrico, tartárico y benzoico¹², además es indispensable tener en cuenta la dosis de inclusión, ya que al utilizar el ácido fenilacético al 0,1%, se obtuvieron mejores resultados productivos en las aves que al utilizar niveles de 0,4%¹⁸. Por otra parte, la forma de inclusión del ácido es otro factor relevante; al utilizar el ácido butírico individual, se evidencian resultados favorables tanto en la ganancia de peso como en la conversión alimenticia, caso contrario al incluirlo en mezcla^{2, 25, 35}. Por último, es de importancia considerar los ingredientes de la dieta, por la capacidad buffer que pueden tener las proteínas y algunos minerales. Sin embargo, cabe resaltar que las dietas experimentales utilizadas en los bioensayos citados en esta revisión, son realizadas a base de maíz y torta de soya (Tabla 2, ver anexo). Lo cual limita la posibilidad de evidenciar el efecto buffer que podrían ejercer las materias proteicas sobre los AO.

En la investigación con ácidos orgánicos como promotores de crecimiento no anti-bióticos en el pollo de engorde, se debe dilucidar el porqué de la existencia de experimentos en los que no se evidencian alteraciones en los parámetros productivos ni

en la morfología intestinal (Tabla 2, ver anexo), como en los realizados por Hernández *et al.*, (2006)¹⁶ en los que aunque se observa en las aves aumento en la longitud de las vellosidades intestinales, como efecto de la suplementación ácida, no se presenta mejoría en las variables de producción de las aves²⁰; y finalmente en los que las aves presentan cambios benéficos en la morfología intestinal y al mismo tiempo mejora en sus índices de producción^{2,9,18} cuando reciben la ración suplementada con ácidos orgánicos. Frente a esa diversidad de resultados, se puede manifestar que el pollo de engorde criado en un ambiente con bajo desafío sanitario de campo, acompañado de una nutrición balanceada acorde a la fase de producción y de una alimentación que minimice las condiciones generadoras de estrés según las condiciones climáticas del ambiente y las prácticas de manejo, tiene la posibilidad de expresar su potencial genético máximo de crecimiento, independiente de la suplementación con ácidos orgánicos u otro aditivo usado como promotor de crecimiento¹¹. Razón por la cual, los ácidos orgánicos tienden a manifestar mejores resultados cuando las condiciones de crianza de las aves son menos confortables y controladas.

Conclusión

Los ácidos orgánicos, actualmente son una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento; principalmente, los ácidos cítrico, butírico, láctico y fumárico, con dosis de por lo menos de 0,5%, 0,4%- 0,6%, 3% y 3% respectivamente, presentan mejores resultados sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia de los pollos comparados con dietas exentas de estos.

Los AO tienen la capacidad de modificar el pH del tracto gastrointestinal, disminuyendo los gérmenes patógenos como bacterias, favoreciendo la actividad enzimática y la digestión de los nutrientes, principalmente en dietas a base de maíz y torta de soya. Los animales que reciben ácidos orgánicos en la dieta expresan mejor el efecto de la adición, cuando están bajo condiciones ambientales desfavorables, con alto desafío de campo.

El efecto de los ácidos orgánicos depende de los ingredientes que componen la dieta, así que unos ácidos orgánicos pueden tener mejor efecto que otros dependiendo de estos.

Referencias

1. Abdel-Fattah S, El-Sanhoury M, El-Mednay N, Abdel-Azeem F. Thyroid Activity, Some Blood Constituents, Organs Morphology and Performance of Broiler Chicks Fed Supplemental Organic Acids. *Int. J Poultry Sci* 2008; 7(3): 215-222. <https://10.3923/ijps.2008.215.222>
2. Adil S, Banday T, Bhat GA, Mir MS, Rehman M. Effect of Dietary Supplementation of Organic Acids on Performance, Intestinal Histomorphology, and Serum Biochemistry of Broiler Chicken. *Vet Med Int* 2010; 1-7. <https://10.4061/2010/479485>
3. Agboola F, Omidwura O, Odu O, Popoola IO, Iyayi EA. 2015. Effects of organic acid and probiotic on performance and gut morphology in broiler chicken. *S Afr J Anim Sci* 2015; 45(5): 494-501.
4. Al-Saad S, Abbod M, Abo Yones A. Effects of some growth promoters on blood hematology and serum composition of broiler chickens. *International Journal of Agricultural Research* 2014, 9(5), 265-270. <https://10.3923/ijar.2014.265.270>

5. Apajalahti J, Kettunen A. Microbes of the chicken gastrointestinal tract. In *Avian Gut Function in Health and Disease*. Wallingford: CABI. 2006
6. Cardoso ALSP & Tessari ENC. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. *Arq Inst Biol* 2003; 70(4): 419–424.
7. Castanon JIR. History of the Use of Antibiotic as Growth Promoters in European Poultry Feeds. *Poult* 2007; 86(11): 2466–2471. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249>
8. Cherrington C, Hinton M, Mead GC, Chopra I. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. *Adv Microb Physiol* 1991; 32(1): 87–108. [https://doi.org/10.1016/S0065-2911\(08\)60006-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2911(08)60006-5)
9. Chotikatum S, Kramomthong I, Angkanaporn K. Effects of medium chain fatty acids, organic acids and fructo-oligosaccharide on cecal *Salmonella enteritidis* colonization and intestinal parameters of broilers. *Thai J Vet Med* 2009; 39(3): 245–258.
10. Davidson PM, & Taylor TM. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. *Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers*. Third edition Washington, D.C. 2007.
11. Dibner JJ & Buttin P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. *J Appl Poult Res* 2002; 11: 453–463. <https://doi.org/10.1093/japr/11.4.453>
12. Esmailipour O, Shivazad, M, Moravej H, Aminzadeh S, Rezaian M, van Krimpen MM. Effects of xylanase and citric acid on the performance, nutrient retention, and characteristics of gastrointestinal tract of broilers fed low-phosphorus wheat-based diets. *Poult Sci* 2011; 90(9):1975–1982. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01264>
13. Gadde U, Kim WH, Oh ST, & Lillehoj HS. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Anim Health Res Rev* 2017; (May): 1–20. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
14. Gaggia FMP. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *J Food Microbiol* 2010; 31: S15–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>
15. Hassan HMA, Mohamed MA, Youssef AW, & Hassan ER. Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. *Asian-Aust J Anim Sci* 2011; 23(10): 1348–1353. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10085>
16. Hernández F, García V, Madrid J, Orengo J, Catalá P, & Megías MD. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. *Br Poult Sci* 2006; 47(1):50–56. <https://doi.org/10.1080/00071660500475574>

17. Islam M, Khandaker Z, Chowdhury S, & Islam K. Effect of citric acid and acetic acid on the performance of broilers. *J Bangladesh Agril Uni*, 2010; 6(2): 315–320.
18. Kim DW, Kim JH, Kang HK, Akter N, Kim MJ, Na JC, Salim HM. Dietary supplementation of phenyllactic acid on growth performance, immune response, cecal microbial population, and meat quality attributes of broiler chickens. *J. Appl. Poult* 2014; 23: 661–670. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00974>
19. Kim JW, Kim JH, Kil, DY. Dietary organic acids for broiler chickens: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Rev Colom Cienc Pecua* 2015; 28(2): 109–123.
20. Kliseviciute V. Effects of dietary inclusion of medium chain fatty acids and butyrate on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *European symposium on poultry nutrition* 2015.
21. Kum S, Eren U, Onol A, Sandikci M. Effects of dietary organic acid supplementation on the intestinal mucosa in broilers. *Rev. Med. Vet* 2010; 161(10): 463–468.
22. Mani-López E, García HS, & López-Malo A. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Res Int* 2012; 45(2):713–721. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.043>
23. Marín-Flamand E, Vázquez-durán A, & Méndez-albores A. Effect of Organic Acid Blends in Drinking Water on Growth Performance, Blood Constituents and Immune Response of Broiler Chickens. *J Poult Sci* 2014; 51(2): 44–50. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0120179>
24. Nourmohammadi R, Khosravinia H, Afzali N, & Manafi M. Effects on productive performance, tibia calcium and phosphorous retention, and liver enzymes activity of acidified and alkalinized diets in broiler chicken. *Ann Anim Sci* 2016: 1–23. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0001>
25. Panda AK, Rao SVR, Raju MVLN, & Sunder GS. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. *Asian-Australas J Anim Sci* 2009; 22(7): 1026–1031. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80298>
26. Paul SK, Halder G, Mondal MK & Samanta G. Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken. *J Poult Sci* 2007; 44: 389–395. <https://doi.org/10.2141/jpsa.44.389>
27. Pelicano E, Souza P, Souza H, Figueiredo D, Boiago M, Carvalho S & Bordon V. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Rev Bras Cienc Avic* 2005; 7(4): 221–229. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2005000400005>
28. Pirgozliev V, Murphy TC, Owens B, George J & McCann MEE. Fumaric and sorbic acid as additives in broiler feed. *Res Vet Sci* 2008; 84(3): 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.06.010>

29. Ricke SC. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poult Sci* 2003; 82(4): 632–639. <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.632>
30. Rinttilä T. & Apajalahti J. Intestinal microbiota and metabolites — Implications for broiler chicken health and performance. *J. Appl. Poult Res* 2013; 22: 647–658. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00742>
31. Salanitro JP, Blake IG, Muirhead PA. Studies on the cecal microflora of commercial broiler chickens. *Appl Microbiol* 1974; 28(3):439–47
32. Świątkiewicz S & Arczewska-Wlosek A. Bone quality characteristics and performance in broiler chickens fed diets supplemented with organic acids. *Czech J Anim Sci* 2012; 57(4): 193–205. <https://10.3923/ajpsaj.2010.7.11>
33. Talebi E, Zarei A & Abolfathi M. Influence of three Different Organic Acids on Broiler Performance. *Asian J Poult Sci* 2010; 4(1): 7–11.
34. Uni Z, Ganot S, & Sklan D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poult Sci* 1998; 77(1): 75–82. <https://doi.org/10.1093/ps/77.1.75>
35. Vieira SL, Oyarzabal OA, Freitas DM, Berres J, Peña JEM, Torres CA, & Coneglian JLB. Performance of broilers fed diets supplemented with sanguinarine-like alkaloids and organic acids. *Journal of Appl Poult Res* 2008; 17(1): 128–133. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00054>
36. Wang JP, Lee JH, Yoo JS, Cho JH, Kim HJ, & Kim IH. Effects of phenyllactic acid on growth performance, intestinal microbiota, relative organ weight, blood characteristics, and meat quality of broiler chicks. *Poult Sci* 2010; 89(7): 1549–1555. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00235>

Tabla 2. Efecto de los ácidos orgánicos sobre parámetros intestinales y el rendimiento zootécnico en pollo de engorde.

Ácido	Vía de administración	Dosis %	Tiempo de administración (días)	Dieta	Efecto en intestino	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión	Referencia
Butírico	Alimento	2	7-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	p < 0,05 Altura de vellosidades en yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	
		3			p < 0,05 Altura de vellosidades en duodeno y yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	
Fumárico	Alimento	2	7-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	p < 0,05 Altura de vellosidades en yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	2
		3			p < 0,05 Altura de vellosidades en duodeno y yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	
Láctico	Alimento	2	7-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	p < 0,05 Altura de vellosidades en yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	
		3			p < 0,05 Altura de vellosidades en duodeno y yeyuno	NS	p < 0,05	p < 0,05	
Butírico	Alimento	0,2	1-35	Maíz, torta de soya	p < 0,05 Altura de vellosidades y profundidad de cripta en duodeno	NS	NS	p < 0,05	25
		0,4				NS	p<0,05	p < 0,05	
		0,6				NS	p<0,05	p < 0,05	
Cítrico	Alimento	0,5	0-49	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	NS	NS	NS	
		1			-	NS	NS	NS	
Tartárico	Alimento	0,5	0-49	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	NS	NS	NS	33
		1			-	NS	NS	NS	
Benzoico	Alimento	0,5	1-49	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	NS	NS	NS	
		1			-	NS	NS	NS	
Á. láctico,		0,8	1-7		NS	NS	NS	p<0,05	
		0,6	8-21		NS	NS	p<0,05	p<0,05	
A. acético A. Fosfórico A. Butírico	Alimento	0,4	22-35	Maíz, torta de soya	NS	NS	NS	NS	35
		0,2	36-42		NS	NS	NS	NS	
		-	1-42		NS	NS	NS	NS	

Ácido	Vía de administración	Dosis %	Tiempo de administración (días)	Dieta	Efecto en intestino	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión	Referencia
Cítrico	Alimento	0,5	21-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	NS	NS	NS	
		1				NS	NS		
		0,5				NS	NS		
Tartárico	Alimento	0,5	21-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	NS	NS	NS	33
		1				NS	NS		
		0,5				NS	NS		
Benzoico	Alimento	1	21-42	Maíz, torta de soya, harina de pescado	-	p<0,05 menor consumo.	p<0,05 menor ganancia de peso.	S	
		0,1				NS	p<0,05		
		0,2				NS	p<0,05		
Fenilacético	Alimento	0,1	1-42	Maíz, torta de soya, gluten de maíz.	p<0,05 mayor recuento de lactobacilos, y menor recuento de coliformes.	NS	p<0,05	p<0,05	18
		0,2				NS	p<0,05		
		0,4				NS	p<0,05		
Ácido Láctico, Ácido Cítrico, Ácido Ascórbico, Ácido propiónico, ácidos grasos de cadena media	Agua	0,1	1-42	Maíz, torta de soya, soya integral.	p<0,05 menor pH en yeyuno e ileon.	NS	p<0,05	p<0,05	9
		0,1				NS	p<0,05		
		0,1				NS	p<0,05		
Mezcla comercial (galliacid®)	Alimento	0,06	14-35	Maíz, torta de soya, gluten de maíz.	p<0,05 menor recuento de E.Coli y Salmonella	p<0,05	p<0,05	p<0,05	15
		0,1				p<0,05	p<0,05		
		0,5				NS	NS		
Fórmico	Alimento	1	7-42	Maíz, trigo, torta de soya, harina de carne.	p<0,05 mayor longitud de vellosidades y profundidad de cripta en yeyuno. p<0,05 mayor profundidad de criptas en yeyuno.	NS	NS	NS	16
		0,5				NS	NS		
		1				NS	NS		

Ácido	Vía de administración	Dosis %	Tiempo de administración (días)	Dieta	Efecto en intestino	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión	Referencia
Fenilacético	Alimento	0,2	1-35	Maíz, torta de soya, gluten de maíz.	NS	p<0,05 menor consumo de alimento.	NS	NS	36
		0,4			p<0,05 menor recuento de <i>E.Coli</i> .	p<0,05 menor consumo de alimento.	NS	NS	
Cítrico	Agua	0,5	1-35	Maíz, torta de soya	-	NS	p<0,05	NS	
Acético	Agua	0,5		Maíz, torta de soya	-	NS	p<0,05 menor ganancia de peso	p<0,05 peor conversión	17
Cítrico y Acético.	Agua	1		Maíz, torta de soya	-	NS	NS	NS	
Formiato de amonio	Alimento	0,3	1-42	Maíz, torta de soya, salvado de arroz.	p<0,05 mayor longitud de vellosidades en duodeno, yeyuno e íleon.	p<0,05 menor consumo de alimento.	NS	p<0,05	26
Propionato de calcio.		0,3	1-42	Maíz, torta de soya, salvado de arroz.	p<0,05 mayor longitud de vellosidades en duodeno, yeyuno e íleon.	p<0,05 menor consumo de alimento.	NS	p<0,05	
Ácidos grasos de cadena media, ácido butírico, aceites esenciales y Saccharomyces cerevisiae	Alimento	0,15	1-35	-	p<0,05 mayor longitud de vellosidades y profundidad de cripta en duodeno e íleon.	-	NS	NS	20
		0,2			NS	-	NS	NS	
		2			NS	NS	NS	-	
Ácido Cítrico	Alimento	4	1-24	Trigo, torta de soya, almidón de maíz,	NS	p<0,05 menor consumo de alimento	p<0,05 menor ganancia de peso	-	12

*NS No Significancia.

** Se utilizaron los valores de todo el periodo experimental en los ensayos revisados.

*** Los valores de p representan la comparación entre el A0 y el control de cada uno de los ensayos revisados.

****Valores de p<0,05 sin aclaraciones en la tabla implican significancia a favor del uso del A0 vs el control.