

Artículo científico

Efecto del ácido acético sobre la microbiota intestinal (*Escherichia coli* y *Lactobacillus* spp.) y parámetros zootécnicos en pollos de engorde

Bonilla-De la O, C.V.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

Hernández-De Benítez, R.G.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

Navas-Guardado, V.G.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

Alvarado-Panameño, J.F.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

Oviedo-Zelaya, R.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

RESUMEN

En los pollos de engorde es importante que los nutrientes se procesen de forma eficaz. El objetivo de esta investigación fue evaluar la dosis de ácido acético con pH 5 y pH 6 para ver el comportamiento en microbiota intestinal y así mejorar el rendimiento de los parámetros zootécnicos. El estudio se realizó en la Finca Aguachilla, en el municipio de San Marcos, departamento de San Salvador, entre los meses de enero y agosto del 2021. Se utilizaron 99 pollos de engorde de la línea Hubbard® de un día de nacidos, el ácido acético se adicionó, en el agua de bebida, en dos periodos: el primero del día 15 al 24, el segundo periodo del día 32 al 42. El modelo estadístico utilizado fue completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones constituidas por once unidades experimentales cada una; para la metodología de laboratorio, se utilizó muestra de contenido intestinal, se realizaron dos muestreos, las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, dando como resultado un control de las unidades formadoras de colonias de *E. coli* y un aumento en las unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus* spp. en los tratamientos con ácido acético. La conclusión principal fue que la adición de ácido acético en el agua de beber de pollos de engorde, mejoró el entorno de la microbiota intestinal y favoreció el crecimiento de bacterias ácido lácticas, lo cual se reflejó en los parámetros zootécnicos, obteniendo mejor ganancia de peso a la sexta semana pH 6 con promedio de 2,921.67 g ($P>0.05$) y la conversión alimenticia con pH 5 dio un valor de 1.65 ($P>0.05$).

ABSTRACT

In broilers it is important that nutrients are processed efficiently; The objective of this research was to evaluate the dose of acetic acid with pH 5 and pH 6 to see the behavior in the intestinal microbiota and improve the performance of zootechnical parameters. It was carried out on the Aguachilla farm, Municipality of San Marcos, Department of San Salvador, between the months of January and August 2021. 99 day-old line broilers Hubbard® were used, the acid Acetic acid was added to the drinking water in two periods; the first from day 15 to 24, the second period from day 32 to 42. The statistical model used was completely random, with three treatments and three repetitions, consisting of eleven experimental units each. For the laboratory methodology, a sample of intestinal content was used, carrying out two samplings, the samples were processed and analyzed in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, resulting in a control of the colony-forming units of *E. coli* and an increase in the colony-forming units of *Lactobacillus* spp. in the treatments with acetic acid. The main conclusion was: the addition of acetic acid in the drinking water of broilers improved the environment of the intestinal microbiota; favoring the growth of lactic acid bacteria, which was reflected in the zootechnical parameters, obtaining better weight gain at the sixth week pH 6 with an average of 2,921.67 g ($P>0.05$) and feed conversion with pH 5 gave a value of 1.65 ($P>0.05$).

Keywords: Acetic Acid, Lactic Acid Bacteria, *Escherichia Coli*, Broilers.

Palabras clave: ácido acético, bacterias ácido lácticas, *Escherichia Coli*, pollos de engorde.

DOI:10.5281/zenodo.10233926

**ACCESO ABIERTO**

Título en inglés:

Effect of acetic acid on the intestinal microbiota (*Escherichia coli* and *Lactobacillus* spp.) and zootenic parameters in broiler chickens

Correspondencia:

francisco.panameno@ues.edu.sv

Presentado:

23 de marzo de 2023

Aceptado:

30 de abril de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas, esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, sanidad, manejo y nutrición (Chávez, *et al.* 2016).

En los sistemas de producción tradicionales con alta densidad por unidad de superficie y deficiencias higiénicas sanitarias, podrían enfrentarse a distintos desafíos de orden gastrointestinal, lo que puede generar problemas en la unidad productiva, y aumentar la inversión en la prevención de enfermedades diarreicas. Para evitar este problema, a nivel mundial a lo largo de los años, se han utilizado los antibióticos como promotores de crecimiento (APC), los cuales mejoran la tasa de crecimiento, la salud y el bienestar de los animales (Chávez, 2014).

Existen alternativas orgánicas al uso de antibióticos para la prevención de estas enfermedades, entre las cuales se encuentran los probióticos y sustancias acidificantes. Estas alternativas surgen ante las necesidades de reducir el uso indiscriminado de antibióticos en la dieta animal (Anon, 1999); (Van Kol 1998).

El uso de ácidos orgánicos, en el agua de beber de las aves, puede destruir o reducir cualquier patógeno vegetativo en el agua misma, e incluso continuar trabajando a nivel del tracto digestivo de los animales, evitando así la excreción y recontaminación de enterobacterias (López 2020).

Los enfoques más comunes para mejorar la microbiota intestinal incluyen: ácidos orgánicos (ácido acético), cuya función es acidificar intestinos, creando condiciones adecuadas para el desarrollo de una microbiota benéfica y mejorar el medio intestinal del hospedador, similar a los antibióticos promotores de crecimiento (Barnes *et al.* 1972).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación estuvo orientado a evaluar dosis de ácido acético con pH 5 y pH 6 para ver el comportamiento en la microbiota intestinal y mejorar el rendimiento de los parámetros zootécnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, duración y unidades experimentales

El estudio se desarrolló en un periodo de 8 meses (enero-agosto 2021). Se utilizaron 99 pollos de engorde, de la línea Hubbard®, de un día de nacidos, los cuales fueron distribuidos en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, 33 pollos por tratamiento, 11 por repetición, todos fueron alimentados con concentrado comercial, de acuerdo a la edad cronológica de los mismos, utilizando concentrado de inicio (23 % PC), desde el día 1 hasta el día 21, y luego concentrado finalizador (19 % PC), considerando tres

días de transición para el cambio de las formulaciones entre concentrado de inicio y concentrado finalizador. Se adicionó 3 ml de ácido acético por litro de agua para llegar a un pH 6 y 6 ml de ácido acético en un litro de agua para un pH 5, se utilizó un vinagre (concentración de 5 %), los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre.

Metodología de campo

La investigación se realizó en Finca Aguachilla, ubicada en el municipio de San Marcos, departamento de San Salvador a 755,0 m s. n. m., con coordenadas geográficas (Latitud: 13.6667, Longitud: -89.1833, 13° 40' 0" Norte, 89° 10' 60" Oeste). El promedio de temperatura diario es de 25.9 °C, siendo su temperatura máxima en la época seca de 29.9 °C y su temperatura mínima de 24.9 °C. A su llegada, los pollos fueron pesados con una balanza digital, tomando el peso individual de una muestra representativa, para determinar el adecuado peso a su edad (no menores a los 40 g) y calcular el porcentaje de uniformidad (no menor al 80 %). El consumo diario de alimento se obtuvo, al siguiente día, luego de pesar lo ofrecido de la ración diaria (g) menos el rechazo (g). Se llevó un registro del consumo de agua de bebida, utilizando como referencias las tablas de consumo, ya que fue de vital importancia para el experimento, pues la adición del ácido acético en diferentes dosis es importante para llegar a pH 5 y pH 6. Se evaluaron 3 grupos (T0= testigo, T1=pH 5 ácido acético 6 ml x 1 litro de agua T2= pH 6 ácido acético 3 ml x 1 litro de agua), con 3 repeticiones y 11 unidades experimentales por cada grupo, ubicados en una galera con tres divisiones de madera y cada una de estas se dividió en tres: (1 m de ancho, 1 m de largo y 0.5 m de alto), donde se alojaron 11 pollos. Se alimentaron con concentrado de inicio los primeros 21 días, y el concentrado final desde el día 22 al 42. Así mismo se adicionó ácido acético en el agua de beber en dos periodos; el primero, inició a los 15 días y finalizó a los 24, el segundo, inició a los 32 días y finalizó a los 42, se adicionaron 3 ml de ácido acético por litro de agua para llegar a un pH 6, y 6 ml de ácido acético en un litro de agua para llegar a un pH 5 para este proceso se usó un vinagre comercial, los valores pueden cambiar según la dureza del agua y de la naturaleza del vinagre.

Sacrificio y obtención de intestinos

Antes de realizar la necropsia, los pollos fueron examinados considerando el sexo y condiciones generales, luego se inspeccionaron los orificios naturales, buscando exudados, signos de diarreas, cambio de color o lesiones en las mucosas. El sacrificio se realizó mediante corte de yugular y sangrado, seguidamente se realizó la necropsia, en un primer periodo, a los 10 días de edad, dos machos dos hembras; y un muestreo final al día 42, con 3 pollos por tratamiento, con un total de 9 pollos.

Metodología de laboratorio

Se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; se basó en la identificación y cuantificación de las bacterias en estudio, apoyándose en la técnica descrita por Benavides, 2007. Análisis para *Lactobacillus* muestreo uno el día 10 y muestreo dos, el día 42 de vida de los pollos, se pesó un gramo de contenido intestinal y se le agregaron 9 ml de agua peptonada al 0.1 %, para obtener la primera dilución 10, este proceso se realizó en cada una de las muestras, realizándose diluciones seriadas de 10 en 1, 10 en 2, 10 en 3, 10 en 4, 10 en 5 y 10 en 6. De la dilución 10 en 2, se tomó 1 ml para inocular en placa petrifilm de bacterias ácido lácticas. Se prepararon en duplicado, se incubaron de 24 a 48 horas en incubadora a 37 °C y se procedió al conteo de bacterias.

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva, análisis de variancia (ANOVA) y representación gráfica de la información, mediante el programa estadístico SPSS versión 25, Infostat 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel®, utilizando el diseño completamente al azar (DCA), con una probabilidad estadística del 5 %. Se registraron las variables dependientes: ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, uniformidad, índice conversión alimenticia, y conteo bacteriano.

Análisis socioeconómico

La relación beneficio-costos se analizó para todos los tratamientos en estudio, por lo tanto, se procedió a hacer análisis económico mediante la relación beneficio-costos.

El costo-beneficio, también es conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo diario de alimento por semana (g)

El consumo de alimento fue similar para los tratamientos de este estudio, y mostraron una diferencia a partir de la tercera semana; el tratamiento dos (pH 6), es el que mostró mayor consumo de alimento, con un valor promedio final de 1.635 g, a los 42 días de vida de los pollos (Figura 1). Las dosis de ácido acético con pH 5, pH 6, y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$); sin embargo, al analizar las medias de los tratamientos, la dosis de ácido acético con pH 6, presentó diferencias en el consumo acumulado de alimento con un valor de 1.635 g (Figura 2). Estos resultados

probablemente se debieron a la acción que el ácido acético ejerce en el tracto digestivo, ya que estimula el consumo de agua, mejora el metabolismo de los nutrientes, y crea un ambiente favorable para bacterias benéficas, dando como resultado un mejor consumo de alimento. En concordancia con Jarrin (2021) y Vaca (2017) que evaluaron la inclusión de ácido acético en el agua de bebida dando como resultado que no existió, significancia estadística entre los tratamientos, pero sí una diferencia en los promedios de esta variable, siendo el pH 3.8 tratamiento 2 el que obtuvo mejor consumo de alimento.

Figura 1. Consumo acumulado día 42 ($P> 0.05$).

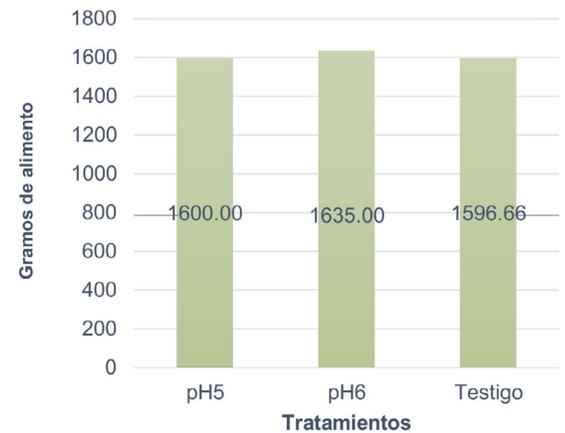
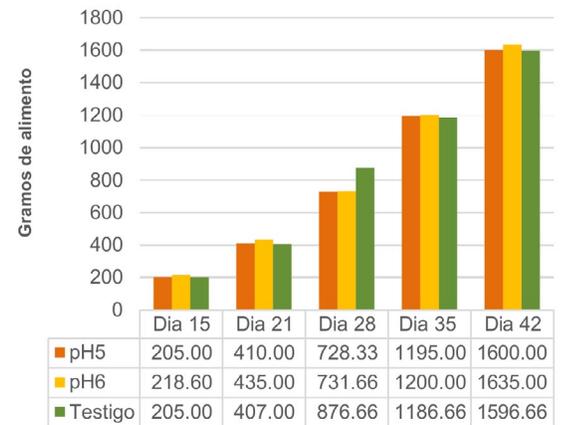


Figura 2. Consumo acumulado de alimento por semana.



Ganancia de peso vivo (g)

La ganancia de peso vivo (GDP) a partir de la tercera semana mostró diferencias: el tratamiento dos (pH 6) obtuvo mayores niveles de ganancia, con un peso promedio final de 2,921.67g al día 42 de vida de los pollos (Figura 3), mientras las dosis de ácidoacético con pH 5 y testigo no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) (Figura 4). Contrastando con los resultados obtenidos por

Lituma (2017) en el que el mejor promedio de ganancia de peso vivo fue el tratamiento T2 con un pH 5.5; mientras que con Vaca (2017), no obtuvieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P>0.05$), sin embargo, al evaluar numéricamente el T2 fue quien obtuvo el mejor resultado con un pH 3.5.

Figura 3.
Ganancia de peso vivo por semana.

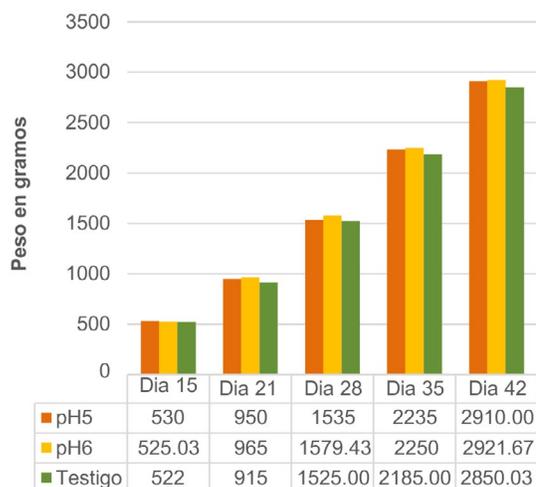
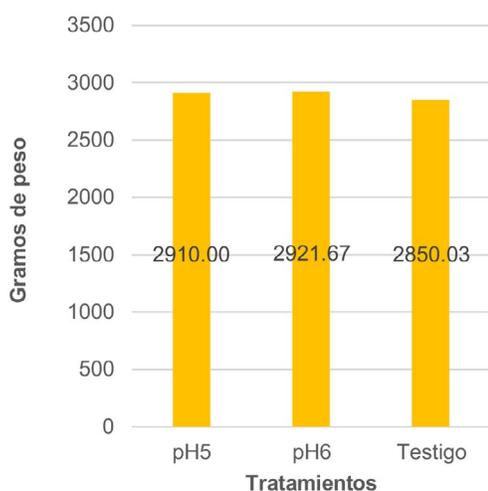


Figura 4.
Ganancia de peso vivo día 42 ($P>0.05$).



Uniformidad semanal (%)

La uniformidad fue similar para los tratamientos en estudio (Figura 5), los tratamientos con dosis de ácido acético con pH 5, pH 6 y testigo, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) (Figura 6), en concordancia con García (2005), que detalla que no existe diferencia significativa entre ambos grupos. No hay evidencia que el tratamiento afecte el comportamiento de dicho parámetro.

Figura 5.
Uniformidad por semana

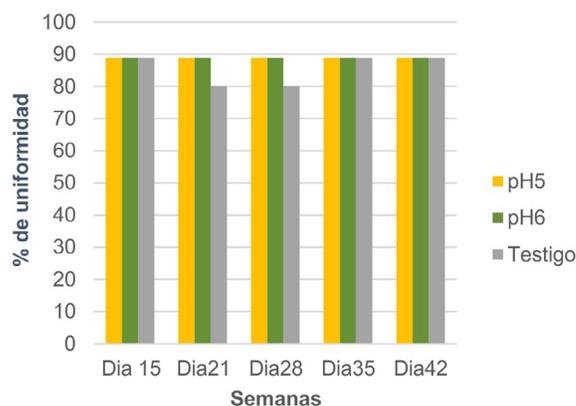
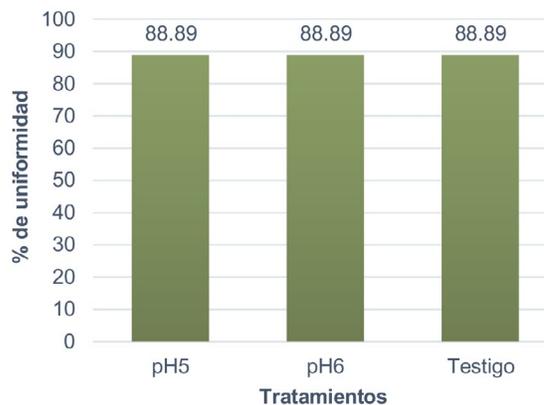


Figura 6.
Uniformidad por tratamiento



Índice de conversión alimenticia (ICA)

Los resultados de esta variable fueron similares para los tratamientos en estudio, siendo el tratamiento uno (pH 5) que mostró mayor conversión alimenticia de 1.65 (Figura 7) mientras las dosis de ácido acético con pH 5, pH 6 y testigo, no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$). Obando (2018), indica que el uso de ácidos orgánicos posee una influencia positiva, ya que tienen una actividad antimicrobiana, puesto que si existe una disminución de microorganismos patógenos hay una disponibilidad de energía y nutrientes dietéticos lo cual favorece en su crecimiento y su conversión alimenticia. Sin embargo, al analizar las medias de dosis de ácido acético con (pH 5) presentó diferencias en conversión alimenticia con un valor de 1.65 (Figura 8). En contraste con Carvajal (2020) quien en su investigación evaluó dos diferentes dosis de un acidificante en pollos Broiler, encontrándose que el Tratamiento 2 con pH 6.5 mejoró notablemente en la conversión alimenticia.

Figura 7.
Conversión alimenticia(ICA) semana

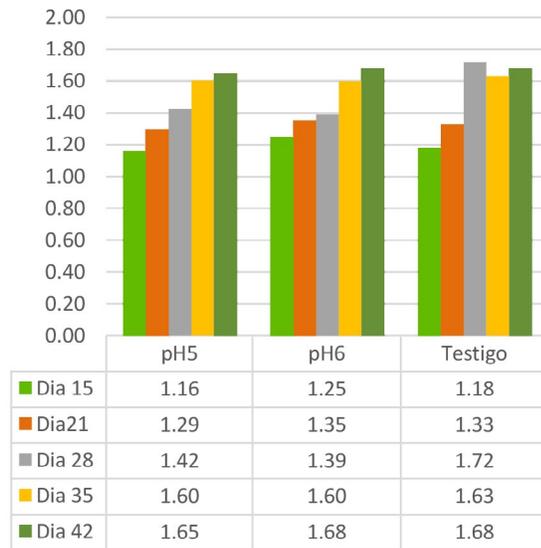
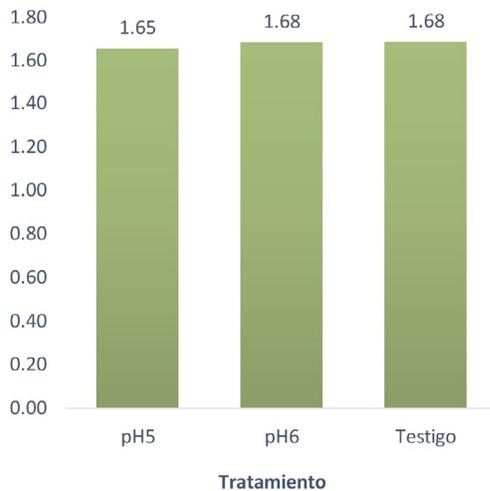


Figura 8.
Conversión alimenticia (ICA) día 42 ($P > 0.05$)

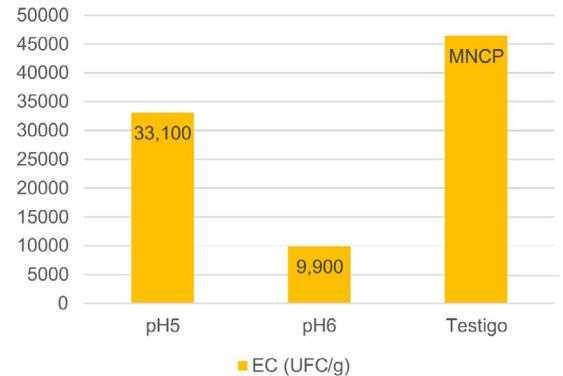


Población de *Escherichia Coli* (UFC/g)

Al inicio de la investigación, el 50 % de las muestras presentaron poblaciones de *E. Coli* en un rango de 950,000 a 2,350,000 (UFC/g), y el resto (50 %) presentó cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC), en los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5), presentó población de *E. Coli* con un valor promedio de 33,100 (UFC/g), seguido por el tratamiento con pH 6 el cual presentó 9,900 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC) (UFC/g). No se realizaron análisis estadísticos porque no todos los valores eran cuantificables UFC/g (MNPC) (Figura 9). Los resultados sugirieron que la bacteria *E. coli* es sensible a pH bajos; lo que demuestra que la adición de ácido acético, en el agua de bebida, es el principal responsable de la inhibición del

crecimiento de las bacterias, estos resultados coinciden con otros estudios de Obando 2018, en donde obtuvieron disminución de *E. coli* en tratamiento dos pH 3.5 a nivel del contenido duodenal y Miskiyah *et al.* (2016), indican que el vinagre es efectivo al momento de inhibir el crecimiento de *E. coli*.

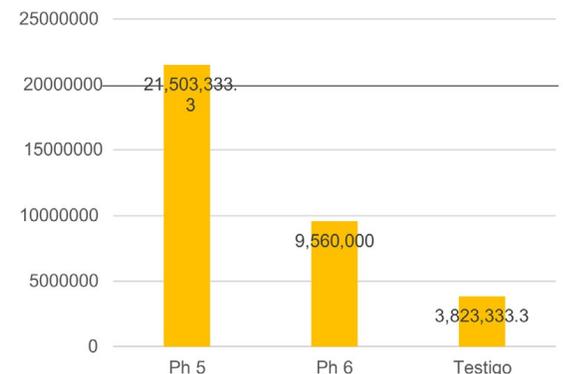
Figura 9.
Efecto de las dosis de ácido acético en la población de *Escherichia Coli* (UFC/g) día 42.



Población de *Lactobacillus* spp. (UFC/g)

El 50 % de las muestras, al inicio de la investigación, presentaron poblaciones de *Lactobacillus* en un rango de 2,650,000 a 10,510,000 (UFC/g) y el resto (50 %) presentó cantidades muy numerosas para su conteo (MNPC); mientras que en los muestreos finales, el tratamiento uno con (pH 5) presentó la población de *Lactobacillus* spp., con un valor promedio de 21,503,333 (UFC/g), seguido por el tratamiento con (pH 6), el cual presentó 9,560,000 (UFC/g); finalmente el tratamiento testigo mostró una población con 3,823,333 (UFC/g) (Figura 10). Estos resultados son similares a los encontrados por Jin *et al.*, 1998, con mayor cantidad de cepas de *Lactobacillus* a pH ácidos pH 4 y pH5.

Figura 10.
Efecto de ácido acético en la población de *Lactobacillus* spp. (UFC/g) día 42.



Análisis económico

El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio neto fue el T2 (con adición de ácido acético con pH6) con USD 1.40, seguido por el T1 pH 5 con USD 1.37, el T0 con USD 1.37. Para obtener estos datos se realizó la suma de los costos fijos (Tabla 1) y los costos variables (Tabla 2); y para obtener el costo beneficio, se multiplicó el total de pollos

por tratamiento, por el peso en canal, por el costo por libra de carne de pollo; y para obtener el costo beneficio se dividió el total del egreso entre los ingresos de los pollos. Esto quiere decir que por cada dólar invertido para el T0 y T1, se obtuvieron unas ganancias de USD 0.37 centavos y para el T2 pH 6 se obtuvo una ganancia de USD 0.40 (Tabla 3).

Tabla 1.
Costos fijos (USD)

Materiales	Cantidad	Precio USD	Total USD
Galera			50.00
Cubetas	3	4.00	12.00
Pollos	100	0.80	80.00
Comederos	9	5.00	45.00
Bebedores Niple	9	3.60	32.40
Focos térmicos	2	1.00	2.00
Granza	6	2.50	15.00
Manguera	3	1.10	3.30
Balanza	1	25.00	25.00
Costo total			264.70

Tabla 2.
Costos variables.

COSTOS VARIABLES						
PRODUCTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD USD	T0 USD	T1 pH 5 USD	T2 pH 6 USD
		158.20	0.704	111.40		
CONCENTRADO	Kilogramo	158.60	0.704		111.64	
		162.05	0.704			114.08
VACUNA	Frasco	2	4.00	8.00	8.00	8.00
ELECTROLITOS Y MINERALES	Sobre	1	3.00	3.00	3.00	3.00
AGUA	ml	100	3.00	3.00	3.00	3.00
		0		0.00		
ACIDO ACETICO	L	0.523	0.86		0.45	
		1.02				0.88
TOTAL DE COSTOS VARIABLES				125.4	126.09	128.96

Tabla 3.
Costo beneficio 33 pollos por tratamiento.

Tratamiento	Pollos	Kg en canal	Precio kg	Total USD	Costo benéfico USD
To	31	2.63	3.52	286.98	1.37
T1 pH5	31	2.65	3.52	289.16	1.37
T2 pH6	31	2.60	3.52	283.71	1.40

CONCLUSIONES

La adición de ácido acético al agua de bebida de los pollos de engorde, demuestra tener efectos positivos sobre los parámetros zootécnicos: ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, uniformidad de la parvada y pesos finales.

El ácido acético, demostró tener efectos favorables sobre el crecimiento de bacterias *Lactobacillus* spp.

Económicamente la adición de ácido acético con pH 6, demostró tener mejor relación beneficio-costos reflejado en un aumento del rendimiento económico para los productores y en la disminución de antibióticos en el producto de consumo final.

BIBLIOGRAFÍA

- Anon, R. 1999 complete range of acidifiers. International pig. (en línea). Topics:27. Consultado el 18 de oct. 2019. Disponible en: http://www.adiveter.com/ftp_public/A2270309.pdf
- Barnes, E.M; Mead, GC; Barnum, DA; Harry, EG. 1972. The intestinal flora of the chicken in the period 2 to 6 weeks of age, with particular reference to the anaerobic bacteria. British poultry science, (en línea). 13 (3), 311-326. Consultado el 6 de sept. 2020. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071667208415953>
- Benavides, H. 2007. Propuesta de guía de aplicación de técnicas de microbiología general. (en línea). Licenciatura en química y farmacia. Universidad de El Salvador. El Salvador. Consultado el 3 de febrero 2021. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4768/>
- Chávez, L. 2014. Evaluación de cepas probióticas (*L. acidophilus*, *L. casei* y *E. faecium*) como inmunomoduladores nutricionales en pollos de engorde. Master en Ciencias Agrarias. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 19 de agosto 2020. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54593>
- Chávez, LA; López, A; Parra; J. E. 2016. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. (en línea). Medellín. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. P 51-52. Consultado el 6 de mayo 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49544737008.pdf>
- Carvajal, J. 2020. Evaluación del efecto de dos dosificaciones de un acidificante en pollos broiler, valorando parámetros zootécnicos y carga de patógenos intestinales (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*), en San Juan de Minas.(en línea) Universidad de las Américas. Consultado 02 jul. 2020. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12023/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-17.pdf>
- García, O. 2005.Efecto de la exclusión competitiva sobre los parámetros productivos en pollo de engorde de una granja avícola tecnificada de la región central de Guatemala. octubre, 2005. (en línea) Consultado en 02 de oct. 2021.Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5387/1/Tesis%20Med.%20Vet%200mar%20Garc%C3%ADa.pdf>
- Jarrin, Y. 2021. Efecto del vinagre de manzana sobre los índices productivos y pH intestinal en pollos de engorde. En el cantón Cevallos (en línea). Tesis Lic. Cevallos Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, consultado el 22 de agosto de 2022. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34192/1/Tesis%20201%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Melissa%20Jarrin.pdf>
- JIN, LZ; Ho YW; Abdullah N; Jalaludin, S. 1998. Acid and bile tolerance of lactobacillus isolated from chicken intestine. Letter Applied Microbiology. (en línea)27(3):183-185. ISSN: 3255- 8254. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.1998.00405.x>
- Lituma, S. 2017. Evaluación de la conversión alimenticia utilizando ácidos orgánicos al agua en pollos de engorde. (en línea) Trabajo experimental. Médico Veterinario. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Consultado 22 de agosto 2022. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14670/1/UPS-CT007206.pdf>
- López, M. 2020. Uso de alternativas vía agua de bebida para el control de enterobacterias en avicultura. (en línea). *Tronw Nutrition LATAM*. Consultado 15 de noviembre 2020. Disponible en: <https://trouwnutritionlatam.com/2020/07/06/uso-de-alternativas-via-agua-de-bebida-para-el-control-de-enterobacterias-en-avicultura/>
- Miskiyah, J; Juniawait; Andriani. 2016. Ihibition of *Escherichia coli* O157:H7 contamination on Chicken meat by natural vinegar prepared from banana peel and coconut water. (en línea). Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture. 41(1):21-27. Consultado: 5 abr 2021. Disponible en: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jitaa/article/view/10092>
- Obando, K. 2018. Efecto de la acidificación del agua con una combinación sinérgica de ácido fórmico, ácido acético, cobre y formiato de amonio sobre los parámetros zootécnicos de pollos de engorde (en línea). Universidad Central del Ecuador. Consultado 02 abril 2021. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17575/1/T-UCE->

0014-MVE003- P.pdf

- Vaca, A. 2017. Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos Broiler (en línea). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Consultado 02 de abril 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2078/1/T-UTEQ-0065.pdf>
- Van Kol, M 1998. Alternative to growth promoters international topics 27. (en línea). Consultado el 27 de junio 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5159e/y5159e08.htm>