



Efecto de los probióticos en el tracto intestinal de pollos de engorde: Revisión sistemática

Effect of probiotics on the intestinal tract of broiler chickens: A systematic review

Efeito dos probióticos no trato intestinal de frangos de corte: Revisão sistemática

ARTÍCULO DE REVISIÓN



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.323>

Marlon Josue Torres Cedeño
marlon.torres@espam.edu.ec

Manuel Ellian Zambrano Cevallos
manuel.zambranoce@espam.edu.ec

César Aníbal Robalino Briones
robalinocesar@gmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Manuel Félix López,
Campus Politécnico El Limón. El Morro, Ecuador

Artículo recibido 10 de julio 2024 / Arbitrado 14 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

El uso de probióticos en las aves ha aumentado debido a la mayor demanda de alimentos inocuos sin efecto residual para obtener producciones sanas y sustentables. De ahí que se pretende conocer, ¿cuáles son los probióticos utilizados con mayor frecuencia en el engorde de pollo, y su efecto en el tracto intestinal? Se emplearon fuentes artículos científicos seleccionados de bases de datos como Scielo, Web of Science, Google Académico, Redalyc y Dialnet. La ecuación de búsqueda probióticos+intestino+nutrición+producción+microbiota intestinal junto a los principales operadores de búsqueda AND, OR y NOT. Los probióticos más utilizados en la industria avícola son: *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium* spp., *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces cerevisiae*. Por lo que, los probióticos se emplean como una opción ideal al cambio de los antibióticos como subterapéuticos, en forma de promotores de crecimiento.

Palabras clave: Antibióticos promotores del crecimiento; Aves de engorde; Probióticos subterapéuticos; Tracto intestinal

ABSTRACT

The use of probiotics in poultry has increased due to the increased demand for safe feed with no residual effect to obtain healthy and sustainable productions. Hence, the aim is to find out which probiotics are most frequently used in chicken fattening and their effect on the intestinal tract. Sources used were scientific articles selected from databases such as Scielo, Web of Science, Google Scholar, Redalyc and Dialnet. The search equation probiotics+intestine+nutrition+production+intestinal microbiota together with the main search operators AND, OR and NOT. The most commonly used probiotics in the poultry industry are: *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium* spp., *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae*. Therefore, probiotics are used as an ideal alternative to antibiotics as subtherapeutics, in the form of growth promoters.

Key words: Growth-promoting antibiotics; Broilers; Subtherapeutic probiotics; Intestinal tract

RESUMO

O uso de probióticos em aves tem aumentado devido à maior demanda por alimentos seguros e sem efeitos residuais para obtenção de uma produção saudável e sustentável. Assim, pretende-se saber quais os probióticos mais utilizados na engorda de frangos e o seu efeito no trato intestinal. Foram utilizadas fontes: artigos científicos selecionados em bases de dados como Scielo, Web of Science, Google Scholar, Redalyc e Dialnet. A equação de busca probióticos+intestino+nutrição+produção+microbiota intestinal juntamente com os principais operadores de busca AND, OR e NOT. Os probióticos mais utilizados na indústria avícola são: *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium* spp., *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae*. Portanto, os probióticos são utilizados como opção ideal para substituir os antibióticos como subterapêuticos, na forma de promotores de crescimento.

Palavras-chave: Antibióticos promotores de crescimento; Aves de engorda; Probióticos subterapéuticos; Trato intestinal

INTRODUCCIÓN

El sector avícola en los últimos años ha cursado con un potencial desarrollo, satisfaciendo las necesidades de productos proteicos de origen animal, por ello, este campo debe mantener una evolución continua, con animales de óptimas condiciones de salud y de buena respuesta inmunitaria ante posibles infecciones por microorganismos patógenos. Mientras que, el desarrollo de la actividad avícola se pueden originar enfermedades entéricas con efectos negativos, como la diarrea causada por la Colibacilosis (1), inflamación intestinal provocada por la Enteritis Necrótica (2), deficiente absorción intestinal producida por la Salmonella (3), ocasionando así disminución en la producción, incremento en los porcentajes de mortalidad y un producto final con residuos de medicamentos veterinarios perjudiciales para la salud pública.

En este sentido, Iñiguez et al., (1), afirman que en la avicultura se necesitan aves con excelentes niveles de crecimiento y para lograrlo debemos tener una buena salud intestinal, la población de microflora benéfica a nivel de tracto gastrointestinal, unida a las enzimas y demás productos gástricos hará que los pollos desarrollen todo su potencial genético en favor de producir carne y huevos de excelente calidad para suplir la demanda de estos nutrientes. De ahí, que cabe destacar que el sistema gastrointestinal de los pollos de engorde se encarga de absorber los alimentos que se ha

consumido por medio de un sistema complejo de redes capilares que lo transportan a la circulación portal (4,5). Y por ello, 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 se origina desde la eclosión, con los microbios que se encuentran en la superficie de la cáscara del huevo (6).

Por su parte, Jha et al. (7) refiere que, si la digestión y absorción de los alimentos se ven involucradas de forma negativa, se puede generar una inestabilidad o formación desmedida de los microorganismos que afectará la producción del ave debido al aumento de las bacterias y toxinas intestinales, junto con el riesgo de sufrir infecciones intestinales, inflamaciones u otros problemas, lo que dificulta la digestión y absorción de nutrientes, provocando una disminución de la productividad e incluso la muerte. En consecuencia, se opta por la adición de pequeñas dosis de antibióticos a la alimentación de los animales, por lo cual, esta práctica se estableció como una tendencia desde los años 50 debido al crecimiento de la industria avícola y la consiguiente intensificación de la producción, dejando como resultado la aparición de nuevas enfermedades y el frecuente estrés de las aves (8).

En este contexto, la Unión Europea ha adoptado una postura proactiva al prohibir el uso

de antibióticos como promotores del crecimiento en el sector avícola desde el año 2006, con el fin de mitigar posibles efectos adversos (9). De manera similar, la Food and Drug Administration (FDA) ha implementado restricciones en los Estados Unidos desde 2017, limitando la aplicación de estos agentes en aves destinadas al consumo humano. Asimismo, en el ámbito sudamericano, específicamente en Brasil, la Secretaría de la Defensa Agropecuaria (SDA) adoptó medidas similares a principios de 2018. Estas acciones gubernamentales han impulsado la investigación de suplementos e ingredientes naturales, destacando los probióticos como una alternativa preferencial en el manejo nutricional de pollos de engorde (10).

Estas alternativas incluyen acidificantes (ácidos orgánicos), prebióticos, probióticos, enzimas, productos a base de hierbas, potenciadores de la microflora y estimulantes inmunológicos. La mayoría de estas tienen efectos directos o indirectos sobre la microflora. Asimismo, los ácidos orgánicos tienen fuertes efectos bacteriostáticos y se han utilizado como agentes de control de *Salmonella* en los alimentos y el agua para aves de corral. Se ha informado que la acidificación con diversos ácidos orgánicos débiles en las dietas, como el ácido fórmico, fumárico, propiónico, láctico y sórbico, disminuye la colonización de patógenos y la producción de metabolitos tóxicos, mejora la digestibilidad de las proteínas y la absorción de Ca, P, Mg y Zn y actúa

como sustrato en el metabolismo intermediario (11).

Ahora bien, en este sentido, en la última década, los probióticos han surgido como un enfoque terapéutico interesante para las enfermedades inflamatorias del intestino. Ya que estos promueven efectos beneficiosos para la salud cuando se ingieren en cantidades adecuadas, su mecanismo de acción exacto aún no se estudiado a profundidad, pero son capaces de mejorar el equilibrio microbiano intestinal, mantener la integridad de la barrera epitelial intestinal y modular las respuestas inmunes locales y sistémicas. Además, pueden actuar por contacto directo con el sistema inmune y las células epiteliales o mediante la secreción de metabolitos activos como el butirato, ácido graso de cadena corta que ejerce numerosas acciones antiinflamatorias y citoprotectoras. El uso de dichos metabolitos se ha propuesto para superar el riesgo de infección asociado con la ingestión de grandes cargas bacterianas (12).

Es por ello que, Jha et al. (7), el uso de probióticos en las aves de corral ha aumentado constantemente a lo largo de los años debido a la mayor demanda de alimentos de origen animal sin antibióticos y sus beneficios bien investigados, sumado a esto, el mercado de probióticos alcanzó los 80 millones de dólares en 2018, y la creciente tendencia de agregar probióticos a los alimentos para aves de corral está expandiendo

el mercado mundial de probióticos hasta alcanzar los 125 millones de dólares en 2025 con una tasa compuesta anual del 7,7 %. Basándonos en la información previamente expuesta, se destaca la existencia de diversas investigaciones en pollos de engorde que han evidenciado el efecto sinérgico de los probióticos tanto en los parámetros productivos como en la histomorfometría intestinal. Por consiguiente, ¿cuáles son los probióticos utilizados con mayor frecuencia en el engorde de pollo, y su efecto en el tracto intestinal?

METODOLOGÍA

Para profundizar en los aspectos pertinentes relacionados sobre ¿cuáles son los probióticos utilizados con mayor frecuencia en el engorde de pollo, y su efecto en el tracto intestinal?, se adoptó un enfoque metodológico el cual se caracterizó por su carácter descriptivo.

La metodología empleada con enfoque inductivo que se nutrió principalmente de fuentes provenientes de plataformas académicas reconocidas como Scielo, Web of Science, Google Académico, Redalyc y Dialnet. La búsqueda y posterior redacción de información se realizará en el periodo que comprende de octubre 2019 a mayo del 2024, utilizando los operadores Booleanos “AND” para buscar información que incluya los términos utilizados y “OR” para que la búsqueda de los términos sea por separado, así como “NOT” para que la búsqueda discriminara algún término

utilizado que no sea de importancia para la revisión.

Las palabras clave que se utilizarán para la recopilación de información ya sean en idioma español e inglés. Probióticos/probiotics, intestino/intestine, engorde de pollos/chicken fattening y microbiota intestinal/gut microbiota.

Los criterios para la selección de información utilizada en esta revisión fueron artículos científicos actualizados fueron “beneficios que generan los probióticos”, “dietas con incorporación de probióticos”, “probióticos utilizados con mayor frecuencia en el engorde de pollo”, “ventajas y desventajas de los probióticos”, “efecto de los probióticos en los cambios en la composición de la microbiota intestinal” y “el uso de probióticos para mejorar la resistencia frente a distintos patógenos o factores que alteren el crecimiento de los salmónidos”. Se excluyeron los trabajos que se enfocaran en el uso de probióticos en otras especies de interés en la avicultura, tales como gallinas ponedoras, patos, codornices y aves ornamentales. Sólo se consideraron documentos en un periodo que abarcan desde el año 2019-2024, que fuesen artículos investigación, de revisión tradicional, revisiones sistemáticas publicadas en revistas arbitradas e indexadas en español e inglés.

Se descargaron los artículos recuperados de las diferentes fuentes. Se guardaron en una carpeta digital almacenada en la nube y compartida por los investigadores. Se nombró cada artículo con

el título del estudio; de esta forma era posible minimizar la presencia de duplicados. Los artículos fueron examinados por los investigadores de forma independiente para depurar la muestra, (aplicando los criterios de inclusión), seleccionar los artículos e identificar las categorías para el análisis cualitativo. Para evitar sesgo en el análisis se siguió el siguiente protocolo interno de cribado y análisis:

Cada investigador abrió los archivos y procedió a la lectura de los títulos y el resumen o abstract para verificar que provinieran de revistas arbitradas e indexadas y que su temática fuera sobre probióticos utilizados con mayor frecuencia en el engorde de pollo. Se incluyeron artículos independientemente del enfoque y el diseño del estudio para poder buscar las tendencias de la investigación sobre el tema. Se excluyeron artículos escritos en otro idioma diferente al inglés y español.

Se conservaron solo los archivos elegibles en la carpeta de almacenamiento. Finalmente, se hizo una lectura completa de cada artículo para ir conformando las categorías. Una vez finalizada la lectura de todos, de forma independiente, se cotejaron las categorías presentadas por los autores y se sinceraron las mismas. El porcentaje de coincidencia en las categorías fue de 98%. Las diferencias se dirimieron con la participación de un investigador externo. El plan de análisis incluyó un abordaje cuantitativo para el registro de información bibliométrica de interés. Se usaron las herramientas „Tabla dinámica“ y „segmentación de datos“ para analizar los datos

cuantitativos relativos al material. Por otra parte, el análisis cualitativo de contenido del artículo para establecer las categorías en función de los patrones observados.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Durante la búsqueda según los criterios de se encontraron 110 documentos, libros (2), tesis de pregrado (20), doctorados (20) y maestrías (15), así como artículos científicos (56). Además de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión artículos científicos solo 22 fueron sobre la temática a investigar. De ellos 12 en idioma inglés (54.55 %), 10 en español (45.45%), de estos 17 fueron artículos de investigación (77.27%) y solo 5 revisión sistemática (22.73%). De acuerdo con las bases citadas el 40.91% se encuentran en Web science, 27.27% en Scopus y 31.82 % en Scielo, lo que denota la actualidad de la temática e importancia desde el punto de vista científico y aporte a la producción de alimentos.

De acuerdo con los artículos seleccionados Tabla 1, se presentan una amplia gama de compuestos utilizados como probióticos como los microorganismos, fibras, ácidos orgánicos y aceites esenciales los cuales pueden ser una alternativa viable a los antibióticos promotores del crecimiento con efectos benéficos sobre los indicadores productivos, aunque es preciso realizar estudios sobre las dosis a emplear y su relación con los cambios que ocurren a nivel tracto intestinal.

Tabla 1. Principales contribuciones de los artículos seleccionados.

Autores	Titulo	Tipo de artículo	Principales contribuciones
Iñiguez et al. (1)	Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: una revisión	Artículo revisión	La utilización de probióticos y ácidos orgánicos como aditivos en la alimentación de aves y tienen como principal función brindar un balance microbiano en el tracto digestivo, primordialmente bacterias benéficas, mejorando la calidad y disponibilidad de los nutrientes.
Kogut (2)	The effect of microbiome modulation on the intestinal health of poultry	Artículo revisión	Los metabolitos mediados por la microbiota se consideran moderadores cruciales de la comunicación entre el huésped y la microbiota y coordinadores de la respuesta inmune del huésped. Por lo tanto, las terapias basadas en metabolitos secretados por la microbiota "pueden actuar directamente sobre las vías inmunes del huésped que han sido dañadas" por la disbiosis o pueden modificar las vías inmunes antiinflamatorias que permiten la formación de un microbioma patógeno
Ángel et al. (3)	Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión.	Artículo revisión	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
Kridtayopas et al. (4)	Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens	Investigación	La suplementación con prebióticos y simbióticos mejora la flora intestinal, la función de la barrera epitelial, aumenta la colonización de Bacillus sp., Lactobacillus sp. y Clostridium sp. en el intestino, así como disminuye las bacterias patógenas probadas (E. coli y Salmonella spp.). Por lo tanto, estos aditivos alimentarios promueven la recuperación de las funciones intestinales y la salud intestinal causadas por el estrés, mejorando así el crecimiento
Toumi et al. (5)	Role of probiotics and their metabolites in inflammatory bowel diseases (IBDs). Gastroenterology	Investigación	Los probióticos, prebióticos y simbióticos parecen ser un enfoque prometedor que apunta tanto a la respuesta inmune desregulada como a la disbiosis intestinal. Es necesario realizar más estudios en ensayos controlados aleatorios (ECA) bien diseñados y realizados que se centren en la determinación de la dosis y la cepa adecuadas de probióticos para las diferentes categorías

Autores	Titulo	Tipo de artículo	Principales contribuciones
Kammon et al. (6)	Effect of Some Organic Acids on Body Weight, Immunity and Cecal Bacterial Count of Chicken during Heat Stress	Investigación	La suplementación de ácidos orgánicos en el agua potable mejora el peso corporal de los pollos de engorde, mejora la respuesta inmune y disminuye el efecto del estrés por calor. Es muy recomendable que los productores avícolas tengan mucho cuidado para evitar los impactos negativos del estrés por calor en sus poblaciones de aves de corral, especialmente durante las estaciones cálidas, agregando aditivos para el agua y el alimento contra el estrés por calor, como los ácidos orgánicos.
Jha et al. (7)	Probiotics (Direct-Fed Microbials) in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, growth and laying performance, and gut health: A systematic review	Artículo revisión	El uso de probióticos en la producción avícola puede abordar las preocupaciones de salud pública sobre el desarrollo de la resistencia a los antimicrobianos hasta cierto punto, ya que esto podría reemplazar el uso de algunos antibióticos subterapéuticos.
Dittoe et al. (8)	Impact of the gastrointestinal microbiome and fermentation metabolites on broiler performance	Investigación	Los esfuerzos de investigación para conectar el microbioma del tracto gastrointestinal con el rendimiento de los pollos de engorde han avanzado considerablemente en los últimos años. Hay varias razones para esto. A medida que se han conocido estos factores adicionales, los esfuerzos para relacionar la composición microbiana del tracto gastrointestinal con las métricas de rendimiento de los pollos de engorde han recibido más atención recientemente.
Veja et al. (9)	Microbiota intestinal en avicultura: el órgano olvidado	Artículo revisión	Los estudios realizados hasta ahora se han enfocado principalmente en identificar el perfil de las poblaciones bacterianas presentes, esto podría haberse visto influido por la enorme diversificación de cada sección del TGI. Por otra parte, las variaciones y desviaciones con respecto a los métodos utilizados para la extracción de ADN, la selección de las regiones hipervariables del gen 16S y la caracterización en general dificultan la comparación de las investigaciones realizadas lo que conduce a resultados no comparables
Jurado-Gómez et al. (10)	Adición de un probiótico de Lactobacillus plantarum microencapsulado en el alimento para pollos	Investigación	La técnica de secado por aspersión es eficiente en la microencapsulación de la bacteria láctica. El suministro de L. plantarum microencapsulado en el alimento para pollos mejora parámetros inmunológicos y confiere mayor abundancia de bacterias benéficas presentes en la microbiota intestinal. L. plantarum microencapsulado induce y mantiene altos títulos de anticuerpos post vacúnales en la vida productiva de las aves.

Autores	Titulo	Tipo de artículo	Principales contribuciones
Byakika et al. (11)	A review of criteria and methods for evaluating the probiotic potential of microorganisms	Artículo revisión	Se han desarrollado enfoques sofisticados relacionados con la investigación de probióticos, como la tecnología ómica, que se perfeccionarán con el tiempo. Son estos nuevos avances tecnológicos los que abordarán las limitaciones de los ensayos tradicionales.
Hernández et al. (12)	Evaluación in vitro del potencial probiótico de <i>Lactobacillus acidophilus</i> SS80 y <i>Streptococcus thermophilus</i> SS77	Investigación	Las cepas de <i>Lactobacillus acidophilus</i> SS80 y <i>Streptococcus thermophilus</i> SS77 mostraron, in vitro, propiedades probióticas que sustentan su utilización como aditivo zootécnico
Yadav y Jha (13)	Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry	Investigación	Para lograr una microbiota óptima que permita un mejor crecimiento y una mejor salud de las aves de corral y desarrollar un programa de alimentación rentable, es necesario manipular la microbiota intestinal mediante estrategias como el uso de suplementos aditivos para piensos, ya sea de forma individual o en combinación con las dietas. Anteriormente, los antibióticos promotores del crecimiento eran los más utilizados para manipular la microbiota intestinal.
Jurado-Gómez y Zambrano-Mora (14)	Efecto de <i>Lactobacillus casei</i> microencapsulado sobre la salud intestinal y parámetros bioquímicos y productivos en pollo de engorde	Investigación	La microencapsulación de <i>L. casei</i> incrementa la ganancia de peso y mejora la respuesta inmunológica; sin embargo, se encontraron lesiones con el suministro de la bacteria, lo que indicó que se debe ajustar la dosis, la frecuencia y la vía de suministro, para evitar este tipo de alteraciones.
Wang et al. (15)	Effects of microencapsulated <i>Lactobacillus plantarum</i> and fructooligosaccharide on growth performance, blood immune parameters, and intestinal morphology in weaned piglets	Investigación	La suplementación dietética de <i>Lactobacillus plantarum</i> microencapsulados y fructooligosacáridos aumentó el rendimiento del crecimiento y las concentraciones de inmunoglobulina en sangre, y mejoró la morfología intestinal y la microbiota, lo que sugiere que este simbiótico puede servir como una alternativa a los antibióticos en el alimento en las dietas de los cerdos de crianza.
Muhammad et al. (16)	Integration of polysaccharide thermo protectant formulations for microencapsulation of <i>Lactobacillus plantarum</i> , appraisal of survivability and physico-biochemical properties during storage of spray dried powders	Investigación	La mejora de la tolerancia frente a las tensiones digestivas y la viabilidad celular a temperatura ambiente son las propiedades más importantes para la incorporación exitosa de los probióticos encapsulados en una amplia gama de alimentos funcionales procesados térmicamente

Autores	Titulo	Tipo de artículo	Principales contribuciones
Gurram et al. (17)	Efecto sinérgico del probiótico, el polvo de raíz de achicoria y el polvo de semilla de cilantro sobre el rendimiento del crecimiento, la actividad antioxidante y la salud intestinal de los pollos de engorde	Investigación	La suplementación con combinaciones de probióticos al 0,01 %, polvo de raíz de achicoria al 1,0 % y polvo de semilla de cilantro al 1,5 % podría utilizarse en la dieta como un posible promotor del crecimiento en pollos de engorde. Sin embargo, son necesarios estudios de seguimiento a gran escala en condiciones de campo antes de recomendar los compuestos en la dieta de los pollos de engorde.
Chen et al. (18)	Efectos de los probióticos y la microbiota intestinal sobre el metabolismo óseo en pollos: una revisión	Artículo revisión	Los probióticos y la microbiota intestinal influyen en el equilibrio dinámico de la formación y la resorción ósea a través de varias vías en diferentes especies animales. Sin embargo, se necesitan mecanismos más explícitos para investigar más a fondo la relación entre los probióticos y la microbiota intestinal en la salud ósea de los pollos de engorde.
Sánchez-Torres et al. (19)	Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión	Artículo revisión	La fibra puede usarse como prebiótico en alimentos para aves debido a los beneficios potenciales que presenta sobre su salud. Es necesario realizar estudios sobre las cantidades administradas a los alimentos para identificar su efecto en el desarrollo del sistema digestivo, en la microbiota y sobre la inmunidad en aves de diferentes edades y especies.
Coello et al. (20)	Growth promoting effect of a processed vegetable ingredient in pullets	Investigación	La inclusión dietética con el ingrediente vegetal procesado (MrFeed® Pro50 C) promueve naturalmente el crecimiento de las pollitas a partir de la tercera semana, sin cambios en la viabilidad, uniformidad, consumo de alimento y la conversión alimentaria en el período de 0 a 17 semanas.
Ching et al. (21)	Método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler	Investigación	Los mecanismos de acción que desarrollan los probióticos en general, sin tener en cuenta los múltiples factores que influyen en una respuesta positiva o no, demuestran una dinámica eficiente en el funcionamiento del intestino de forma integral incluyendo el fortalecimiento de las capacidades inmunológicas.
Milián et al. (22)	Endospores of Bacillus subtilis with probiotic potential in animals of Zootechnical interest	Investigación	Bacillus subtilis es una bacteria con efecto probiótico que se encuentra en el tracto digestivo de los animales de interés zootécnico y en otros ambientes. Las investigaciones realizadas hasta la fecha demuestran las potencialidades in vitro e in vivo de esta bacteria y sus endosporas.

Dentro de las principales tendencias en el uso de probióticos tenemos, que el uso de probióticos en la avicultura, especialmente en pollos de engorde, ha ganado atención debido a sus efectos positivos en la salud intestinal y el rendimiento productivo. A continuación, se describen las tendencias más relevantes en esta área de investigación. Entre estos tenemos, la mejora del rendimiento productivo. Donde, los estudios han demostrado que la inclusión de probióticos como *Bacillus subtilis* y *Lactobacillus spp.* en la dieta de los pollos de engorde mejora significativamente parámetros como la ganancia media diaria (GMD) y la conversión alimentaria. Con reportes de GMD de 65.61 g al emplear mezcla probiótica.

Además, la microbiota intestinal es considerada como una población de agentes muy diversa, en la que se incluyen microorganismos comensales, simbióticos y patógenos que interactúan al interior de individuos pluricelulares complejos (8). La comunidad microbiana del tracto gastrointestinal (TGI) de los pollos de engorde efectúa un papel elemental, ya que tiene una repercusión positiva en el sistema inmunológico, fisiología del TGI y productividad del animal (9). De ahí, la importancia de preservar la salud de esta porción, por lo que es importante conocer los factores que la afectan Tabla 2.

Tabla 2. Factores que afectan la salud intestinal en las aves.

Factor	Efectos
Barreras físicas	La integridad intestinal se ve comprometida cuando la pared de la mucosa es dañada, las células epiteliales afectadas, el suministro vascular interrumpido o el sistema inmune comprometidos.
Factores estresantes	El equilibrio intestinal también se puede ver alterado por factores de estrés como manejo inadecuado o defectuoso y transportación, sobrepoblación, cambios bruscos del medio ambiente
La dieta	Deficiencias nutricionales debido a: desbalance de la fórmula, mal manejo del grano, alta carga bacteriana en el alimento y toxinas, que afectan la salud intestinal.
Microflora intestinal	El equilibrio en la microflora intestinal permite una óptima integridad. Las bacterias útiles juegan un papel importante en el control de la flora y estimulan el desarrollo de la pared intestinal.
Toxinas del alimento	Las toxinas del alimento y tóxicos también afectan la integridad intestinal.
Deformidad del pico	Una deformidad del pico evita un consumo adecuado de alimento y puede causar daño al desarrollo intestinal.
Estado sanitario	Enfermedades como la cólera aviar afectan severamente la integridad intestinal. Los virus, hongos bacterias, parásitos y toxinas pueden ser la causa.

De igual forma, Vega, et al., (9) mencionan que el equilibrio y preservación de la microbiota en el tracto gastrointestinal (TGI) es esencial para el correcto funcionamiento del intestino, la digestión de los nutrientes, metabolismo del hospedero y bienestar completo del ave. El equilibrio de la microbiota intestinal incluye el crecimiento de poblaciones establecidas de microorganismos benéficos, la eliminación de especies indeseadas que producen estrés oxidativo e inflamación intestinal y funciones tróficas sobre la proliferación unida a la diferenciación del epitelio intestinal (10).

En este sentido, Jurado-Gómez et al. (10), notificaron lesiones en el tejido de las aves que fueron alimentadas con *L. plantarum*, lo que indica que se deben completar los estudios en la cantidad suministrada y el ajuste del inóculo agregado en el alimento de los pollos (Figura 1). Es posible que la posología y la densidad celular de los inóculos

de la bacteria láctica podrían estar asociadas a las lesiones en el tracto gastrointestinal de las aves. En la literatura se ha encontrado que los probióticos en condiciones inadecuadas pueden tener efectos indeseables en el huésped, como la presencia de alteraciones en la mucosa gástrica por un elevado crecimiento bacteriano.

La enteritis necrótica en pollos se relaciona con infección por *Clostridium perfringens*. Este tipo de lesión se encontró con mayor porcentaje de *L. plantarum*, al igual que muerte celular y cambios inflamatorios. Por otra parte, la enteritis necrótica se ha correlacionado con la presencia de otras enfermedades infecciosas, tal como coccidiosis y enfermedad de la bursa. Esto es importante para las aves porque representa un mayor equilibrio en la microbiota gastrointestinal como consecuencia del antagonismo con microorganismos patógenos (11)

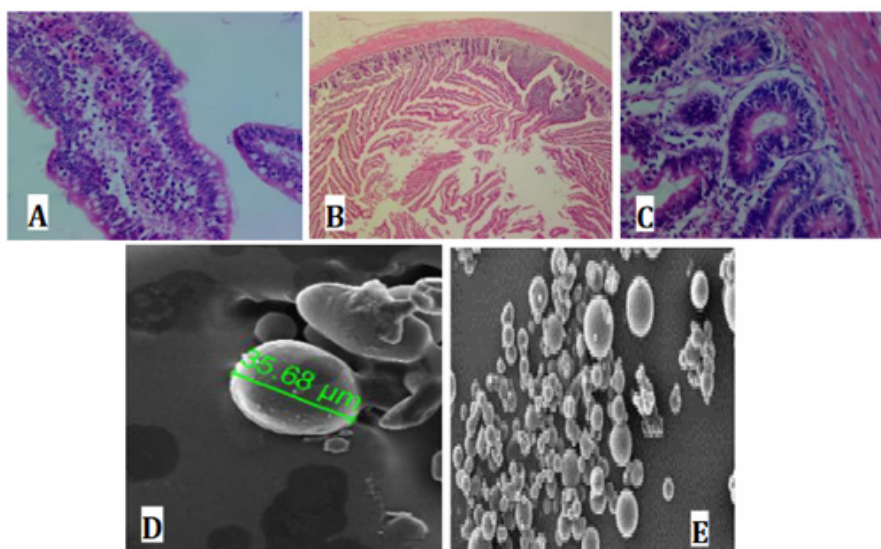


Figura 1. Histología del tratamiento con *L. plantarum* microencapsulado, según lesiones de intestino de pollos y microfotografía del encapsulado. A) Corte histológico de microvellosidades con implantación de lactobacilos. B) Atrofia severa y fusión de microvellosidades. C) Infiltración linfoplasmositaria en la lámina propia. D) Dimensiones de la microcápsula, y E) Microencapsulado. Microscopio Electrónico de Barrido, Hitachi High-Tech Europe GmbH. Jurado-Gómez et al. (10)

De ahí que, Byakika et al. (11) afirman que, la morfometría intestinal de las aves de corral se constituye de vellosidades y criptas, estos son los componentes más influyentes en la digestión y absorción del alimento, dado que el tamaño de las vellosidades establece que nutrientes dispondrá el animal. Debido a esto, la comunidad científica estima diversas alternativas para conservar y potenciar la integridad de la morfometría intestinal entre las cuales destaca la aplicación de microorganismos probióticos (12).

Mencionan Yadav y Jha, (13) mencionan que los probióticos son variados en la industria avícola y entre las más importantes se encuentran el *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium spp.*, *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces cerevisiae* que se utilizan en la alimentación de aves y aportan beneficios.

En este contexto, estas cepas deben considerar ciertas propiedades para su empleo en pollos de engorde; las bacterias deben pertenecer al microbiota cotidiano de las aves, de igual forma pueden poseer la habilidad de fijarse al epitelio intestinal y lograr tolerar condiciones ambientales extremas, como la elevada acidez estomacal, la resistencia a las sales biliares y a la lisozima, así como disputar con éxito con otros microorganismos.

Mientras que Jurado-Gómez y Zambrano-Mora (14), al evaluar el efecto de *Lactobacillus casei* microencapsulado sobre la salud intestinal de pollos de engorde, encontraron para la microscopía electrónica mostró tamaños de 3,47 a 17,81 μ m, para el microencapsulado Figura 2, valor cercano al observado por Wang, et al., (15), con 7 a 15 μ m, en *L. delbruekii sub. bulgaricus*; por otra parte, Muhammad, et al., (16) observó tamaños de 6,33 μ m. Lo anterior demuestra que el tamaño se encuentra cercano a lo reportado por la literatura.

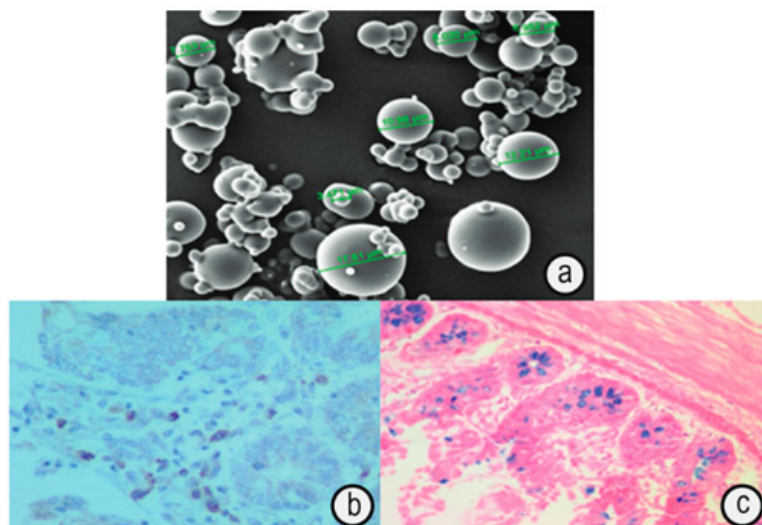


Figura 2. Microfotografía de barrido de *L. casei* microencapsulado por la técnica de Spray Drying y tinción Alcian blue para caliciformes. a) tamaño del microencapsulado; b) lamina de inmunohistoquímica y c) tinción de Alcian blue para caliciformes. Jurado-Gómez y Zambrano-Mora (14)

Por lo cual Gurram et al. (17), menciona que los probióticos aportan armonía dentro la flora intestinal de las aves, mediante exclusión competitiva y antagonismo, reducen el pH intestinal a través de la fermentación ácida, limitan el daño causado por bacterias patógenas, mejoran la integridad de las células epiteliales. Es importante mencionar, lo indicado por Chen et al. (18) sobre los aportes que se incluyen directa o indirectamente como nutrientes importantes a los pollos de engorde, incluidos ácidos grasos de cadena corta (AGCC), aminoácidos y vitaminas.

Además de esto, Sánchez-Torres et al. (19) afirma que estos incentivan la respuesta inmune, mejorando la digestibilidad de los nutrientes, el metabolismo energético y la ganancia de peso, además de reducir los costos de alimentación. Cabe destacar que, utilizando probióticos se ha observado un mayor desarrollo dentro de la morfología intestinal (medida de las vellosidades y relación entre la longitud de las vellosidades y la profundidad de la cripta) y a su vez la capa epitelial intestinal sirve como barrera para proteger al huésped de los patógenos lumbinales intestinales (20).

Cabe destacar, que una de las maneras en que los probióticos intervienen favorablemente sobre la salud de las aves es su modificación de ciertas formas sobre el sistema inmune; En la cual, estos ayudan al control de microorganismos perjudiciales por medio de la transformación de indicadores inmunológicos como la producción

de inmunoglobulinas de tipo A (para defensa de las mucosas), concentración de macrófagos, producción de interferón y otras citoquinas o en la activación de la fagocitosis (21).

En la actualidad, los probióticos se emplean como una opción ideal para el cambio de los antibióticos que se usan como subterapéuticos, en forma de promotores de crecimiento, por ello, la ventaja más conocida de los probióticos radica en que no se observan residuos por lo que no generan riesgos de resistencia antimicrobiana (22).

En cuanto a las limitaciones, del uso de probióticos en la producción avícola ha mostrado resultados prometedores, pero también enfrenta diversas limitaciones que afectan la interpretación y aplicación de los hallazgos. A continuación, se detallan las principales limitaciones identificadas en los estudios sobre el efecto de los probióticos en pollos de engorde.

Variabilidad en los resultados, los estudios sobre probióticos han reportado resultados inconsistentes, lo que dificulta llegar a conclusiones definitivas sobre su efectividad. Esta variabilidad puede atribuirse a factores como:

- a) Diferencias en cepas: Las distintas cepas de probióticos pueden tener efectos variados, lo que complica la comparación entre estudios y
- b) Condiciones experimentales: Las diferencias en el diseño experimental, manejo y condiciones ambientales pueden influir significativamente en los resultados observados.

Factores bióticos y abióticos, los factores que afectan la microbiota intestinal, como la edad del ave, la raza, el tipo de alimentación y el uso previo de antibióticos, pueden alterar la eficacia de los probióticos. Por ejemplo: a) Edad y desarrollo intestinal: Los pollos jóvenes tienen un intestino en desarrollo que responde de manera diferente a los probióticos en comparación con aves adultas con microbiota estable, b) Estrés ambiental: Condiciones estresantes pueden afectar negativamente la colonización y actividad de los probióticos, aumentando el riesgo de proliferación bacteriana patógena y c) Métodos de administración, la forma en que se administran los probióticos también puede influir en su efectividad. La desigualdad en la distribución, esta es producto a la adición de probióticos al agua puede resultar en una ingesta desigual entre los pollos, especialmente si algunos individuos no beben adecuadamente. Así mismo, la viabilidad de los organismos probióticos puede verse comprometida por factores como el cloro en el agua o las altas temperaturas durante el proceso de peletización del alimento

Además, la presencia de otros aditivos alimenticios puede interferir con la acción de los probióticos. La interacción entre diferentes componentes de la dieta podría modificar la eficacia esperada de los probióticos, haciendo necesario un análisis cuidadoso para optimizar las formulaciones dietéticas. A esto le sumamos

la falta de estándares claros para la formulación y evaluación de productos probióticos contribuye a la inconsistencia en los resultados. Sin protocolos estandarizados, es difícil comparar estudios y establecer recomendaciones prácticas para su uso en la avicultura

CONCLUSIÓN

El empleo de probióticos en la alimentación de pollo de engorde trae consigo numerosos beneficios para el tracto intestinal como agentes moduladores de la microbiota para fortalecer el mismo, contra organismos tóxicos y estimular la producción de enzimas para que la degradación de los alimentos en nutrientes se vea fortalecida al lograr reducir el pH para permitir un medio adecuado para que se desarrollen principalmente *Lactobacillus*.

Los probióticos contribuyen a la eubiosis del tracto intestinal, promoviendo un equilibrio saludable de la microbiota. Esto se traduce en una mejor digestión y absorción de nutrientes, así como en una mayor resistencia a infecciones patógenas. La producción de ácidos grasos de cadena corta, como el ácido butírico, es uno de los mecanismos a través del cual los probióticos mejoran la salud intestinal al servir como fuente de energía para las células epiteliales.

A pesar de los resultados prometedores, es crucial continuar investigando para entender mejor los mecanismos específicos mediante los cuales los

probióticos ejercen sus efectos. La variabilidad en los resultados entre diferentes estudios resalta la necesidad de estandarizar protocolos y métodos para evaluar su eficacia. Además, se requiere más investigación sobre las interacciones entre diferentes cepas probióticas y otros aditivos dietéticos.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iñiguez F, Espinoza X, Galarza E. Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: una revisión. *Rev Med Vet.* 2021; (5): 166-172. <https://acortar.link/oFmkjX>
2. Kogut M. The effect of microbiome modulation on the intestinal health of poultry. *Animal Feed Science and Technology.* 2019; (250): 32-40. <https://acortar.link/9qIZYS>
3. Ángel J, Mesa N, Narváez W. Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia.* 2019; 14(2): 45-58. <https://acortar.link/AIR4M8>
4. Kridtayopas C, Rakangtong C, Bunchasak C, Loongyai W. Effect of prebiotic and synbiotic supplementation in diet on growth performance, small intestinal morphology, stress, and bacterial population under high stocking density condition of broiler chickens. *Poultry Science,* 2019; 98 (10):4595-4605. <https://acortar.link/wWQAWJ>
5. Toumi R, Samer A, Soufli I, Rafa H, Touil C. Role of probiotics and their metabolites in inflammatory bowel diseases (IBDs). *Gastroenterol. Insights.* 2021; 12 (1):56-66. <https://acortar.link/3OqNyq>
6. Kammon A, Alzentani S, Tarhuni O, Asheg A. Effect of Some Organic Acids on Body Weight, Immunity and Cecal Bacterial Count of Chicken during Heat Stress. *Int. J. Poultry Sci.* 2019; 18 (6): 293-300. <https://acortar.link/4A7q0V>
7. Jha R, Das R, Oak S, Mishra P. Probiotics (Direct-Fed Microbials) in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, growth and laying performance, and gut health: A systematic review. *Animals.* 2020; 10(10):1863. <https://acortar.link/onhfvK>
8. Dittoe D, Olson E, Ricke S. Impact of the gastrointestinal microbiome and fermentation metabolites on broiler performance. *Poultry Science.* 2022; 101(5). <https://acortar.link/N3xura>
9. Vega S, Montoro L, Marín C. (2022). Microbiota intestinal en avicultura: el órgano olvidado. *An Microbiota Probióticos Prebióticos.* 2022; 3(2): 116-131. <https://acortar.link/LI4wEW>
10. Jurado-Gómez H, Zambrano-Mora E, Pazos-Moncayo A. Adición de un probiótico de *Lactobacillus plantarum* microencapsulado en el alimento para pollos. *Univ. Salud.* 2021; 23(2):151-161. <https://acortar.link/JoJORp>
11. Byakika S, Mukisa I, Byaruhanga Y, Muyanja C. A review of criteria and methods for evaluating the probiotic potential of microorganisms. *Food Review Intern.* 2019; 35(5):427-66. <https://acortar.link/Z0u9II>
12. Hernández S, Rodríguez J, Valdez G, Virginia M, Calero I. Evaluación in vitro del potencial probiótico de *Lactobacillus acidophilus* SS80 y *Streptococcus thermophilus* SS77. *Revista de Salud Animal.* 2019; 41(1):1-13. <https://acortar.link/y2Jlmb>
13. Yadav S, Jha R. Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *J Anim Sci Biotechnol.* 2019; 10:2. <https://acortar.link/bAKei2>
14. Jurado-Gómez H, Zambrano-Mora E. Efecto de *Lactobacillus casei* microencapsulado sobre la salud intestinal y parámetros bioquímicos y productivos en pollo de engorde. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2020; 23(2):e1480. <https://acortar.link/Ds6F0r>

- 15.** Wang W, Chen J, Zhou H, Wang L, Ding S, Wang Y, Li A. Effects of microencapsulated *Lactobacillus plantarum* and fructooligosaccharide on growth performance, blood immune parameters, and intestinal morphology in weaned piglets. *Food and agricultural immunology*. 2018; 29(1): 84-94. <https://acortar.link/ekKMEF>
- 16.** Muhammad Z, Ramzan R, Huo G, Tian H, Bian X. Integration of polysaccharide thermo protectant formulations for microencapsulation of *Lactobacillus plantarum*, appraisal of survivability and physico-biochemical properties during storage of spray dried powders. *Food hydrocolloids*. 2017; 66: 286-295. <https://acortar.link/dkl0k2>
- 17.** Gurram S, Chinni V, Vijaya K, Raju M, Venkateswarlu M, Bora S. Efecto sinérgico del probiótico, el polvo de raíz de achicoria y el polvo de semilla de cilantro sobre el rendimiento del crecimiento, la actividad antioxidante y la salud intestinal de los pollos de engorde. *MÁS UNO*. 2022; 17(6): e0270231. <https://acortar.link/0kFPp2>
- 18.** Chen P, Xu T, Zhang C, Tong X, Shaukat A, He Y, Liu K, Huang S. Efectos de los probióticos y la microbiota intestinal sobre el metabolismo óseo en pollos: una revisión. *Metabolitos*. 2022; 12(10):1000. <https://acortar.link/IYYhp6>
- 19.** Sánchez-Torres L, Macias-Flores M, Gutiérrez-Arenas D, Arredondo-Castro M, Valencia-Posadas M, Avila-Ramos F. Fibra como prebiótico para aves de producción: una revisión. *Abanico veterinario*. 2022; 12. <https://acortar.link/CNd8IU>
- 20.** Coello K, Castellanos L, Paz P, Valdivié M, Martínez Y. Growth promoting effect of a processed vegetable ingredient in pullets. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2023; 57. <https://acortar.link/u8dGz8>
- 21.** Ching J, del Río M, Salas R, Villa M. (2024). Método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas*. 2024; 31: 69-80. <https://acortar.link/e1ekaf>
- 22.** Milián G, Rondón A, Rodríguez M, Beruvides A, Pérez M. Endospores of *Bacillus subtilis* with probiotic potential in animals of zootechnical interest. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2022; 56(3). <https://acortar.link/tC9Rmu>