

Artículo Revisión

Suplementación con probióticos y su efecto sobre la conversión alimenticia en aves de corral

Probiotic supplementation and its effect on feed conversion in poultry

Anthony Anderson Acosta Alcívar^{1*}  

¹Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador

*Autor de correspondencia: Anthony Anderson Acosta Alcívar 

Recibido: 08-01-2025

Revisado: 15-01-2025

Aceptado: 22-01-2025

Publicado: 29-01-2025

Cómo citar este artículo: Acosta Alcívar, A. A. (2025). Suplementación con probióticos y su efecto sobre la conversión alimenticia en aves de corral. *Viterra*, 3(1), 1-21. <https://viterra.diginova.pro/index.php/viterra/article/view/20>

RESUMEN

La suplementación con probióticos constituye una estrategia nutricional ampliamente estudiada en la producción avícola debido a sus posibles efectos sobre la microbiota intestinal, la utilización de nutrientes y el desempeño productivo. El objetivo de esta revisión de alcance fue mapear y analizar la evidencia científica disponible sobre la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral, identificando los principales microorganismos utilizados, mecanismos de acción, respuestas productivas y vacíos de conocimiento. Se examinaron 20 fuentes constituidas por artículos científicos y revisiones relacionadas con el uso de probióticos en avicultura. La evidencia fue organizada según microorganismos utilizados, mecanismos de acción, variables intestinales, respuestas inmunitarias y efectos sobre el crecimiento y la conversión alimenticia. Los resultados mostraron que *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Saccharomyces* se encuentran entre los principales microorganismos evaluados. Los mecanismos identificados incluyeron la modulación de la microbiota intestinal, exclusión competitiva de microorganismos patógenos, mejoramiento de la morfología intestinal y estimulación de las respuestas inmunitarias. La evidencia analizada mostró resultados favorables sobre el crecimiento y la eficiencia alimenticia en diferentes condiciones experimentales; sin embargo, también se identificó heterogeneidad relacionada con las cepas, dosis, dietas, edad de las aves y condiciones productivas. Se concluye que los probióticos presentan posibilidades para contribuir a la optimización de la conversión alimenticia mediante mecanismos relacionados con la salud y funcionalidad intestinal. No obstante, se requieren investigaciones estandarizadas que permitan establecer las condiciones de suplementación más eficaces y facilitar la comparación de los resultados obtenidos en diferentes sistemas avícolas.

Palabras clave: aves de corral; conversión alimenticia; microbiota intestinal; nutrición avícola; probióticos.

ABSTRACT

Probiotic supplementation is a nutritional strategy widely studied in poultry production because of its potential effects on intestinal microbiota, nutrient utilisation, and productive performance. This scoping review aimed to map and analyse the available scientific evidence on probiotic supplementation and its effects on feed conversion in poultry, identifying the main microorganisms used, mechanisms of action, productive responses, and existing knowledge gaps. Twenty sources comprising scientific articles and reviews related to the use of probiotics in poultry production were examined. The evidence was organised according to the microorganisms used, mechanisms of action, intestinal variables, immune responses, and effects on growth and feed conversion. The results showed that *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, and *Saccharomyces* are among the main microorganisms evaluated. The mechanisms identified included modulation of intestinal microbiota, competitive exclusion of pathogenic microorganisms, improvement of intestinal morphology, and stimulation of immune responses. The analysed evidence showed favourable results on growth and feed efficiency under different experimental conditions; however, heterogeneity related to strains, doses, diets, bird age, and production conditions was also identified. It is concluded that probiotics have the potential to

contribute to the optimisation of feed conversion through mechanisms related to intestinal health and functionality. Nevertheless, standardised research is required to establish the most effective supplementation conditions, determine the consistency of productive responses, and facilitate comparisons among results obtained in different poultry production systems.

Keywords: feed conversion; gut microbiota; poultry; poultry nutrition; probiotics.

1. INTRODUCCIÓN

La producción avícola desempeña un papel fundamental en el abastecimiento de alimentos de origen animal, debido a la rapidez de sus ciclos productivos, la capacidad de adaptación de las aves a diferentes sistemas de manejo y la eficiencia con la que pueden transformar los nutrientes de la dieta en tejido corporal. Dentro de esta actividad, la conversión alimenticia constituye uno de los indicadores más utilizados para valorar el desempeño productivo, puesto que relaciona la cantidad de alimento consumido con la ganancia de peso alcanzada durante un periodo determinado. Una reducción del índice de conversión expresa un aprovechamiento más eficiente del alimento y puede traducirse en menores costos de producción, siempre que no se afecten la salud, el bienestar ni la calidad de los productos obtenidos. Jha et al. (2020) incorporaron este indicador en la evaluación de pollos de engorde suplementados con un preparado probiótico multicepa y demostraron que el análisis de la eficiencia alimenticia debe realizarse conjuntamente con la ganancia de peso, el consumo y las modificaciones de la microbiota intestinal.

La alimentación representa uno de los componentes más determinantes de la productividad avícola, por lo que la búsqueda de aditivos capaces de favorecer la utilización de los nutrientes ha adquirido una importancia creciente. Este interés también se relaciona con la necesidad de reducir la dependencia de los antibióticos empleados históricamente como promotores del crecimiento, debido a las preocupaciones sanitarias asociadas con la resistencia antimicrobiana y la presencia de residuos. Gadde et al. (2017) señalaron que la eliminación progresiva de estos compuestos exige desarrollar alternativas que permitan conservar el crecimiento y la eficiencia productiva sin comprometer la salud de las aves. Entre las estrategias estudiadas se encuentran los ácidos orgánicos, las enzimas, los productos fitogénicos, los prebióticos, los simbióticos y los probióticos, cuya efectividad depende de sus características biológicas, la composición de la dieta y las condiciones existentes en cada sistema de producción.

Los probióticos pueden comprenderse como microorganismos vivos que, cuando son administrados en cantidades adecuadas, producen efectos beneficiosos en el hospedador. En nutrición animal, su utilización se orienta principalmente hacia el mantenimiento del equilibrio microbiano, el fortalecimiento de la función intestinal y la reducción de las alteraciones ocasionadas por microorganismos potencialmente patógenos. Markowiak y Śliżewska (2018) explican que los efectos de estos productos están condicionados por la identidad de la cepa, su viabilidad, la dosis suministrada, la capacidad de sobrevivir durante el procesamiento y almacenamiento del alimento y su adaptación al ambiente gastrointestinal. Por consiguiente, los probióticos no deben considerarse un grupo homogéneo de aditivos, ya que incluso las cepas pertenecientes a una misma especie pueden presentar diferencias importantes en cuanto a estabilidad, capacidad de colonización y actividad metabólica.

El tracto gastrointestinal de las aves constituye un ecosistema dinámico en el que interactúan el hospedador, los nutrientes, las secreciones digestivas y numerosas poblaciones microbianas. Estas interacciones pueden influir sobre la digestión, la integridad de la mucosa, el metabolismo de los nutrientes, las respuestas inmunitarias y la resistencia frente a agentes infecciosos. Angelakis (2017) destaca que la manipulación de la microbiota intestinal puede modificar la utilización de la energía y la ganancia de peso de los animales productivos; sin embargo, advierte que estos efectos dependen de los microorganismos involucrados y del contexto fisiológico del hospedador. En las aves, la composición de la microbiota también puede variar según la edad, genética, alimentación, ambiente, densidad de alojamiento, estado sanitario y exposición a factores estresantes, lo que explica que un mismo producto probiótico no produzca necesariamente respuestas equivalentes en todas las explotaciones.

Uno de los mecanismos atribuidos a los probióticos es la modulación de las comunidades microbianas intestinales mediante la producción de metabolitos, la modificación del pH y la competencia por nutrientes y lugares de adhesión.

Clavijo y Flórez (2018) observaron que la administración de cepas probióticas produjo modificaciones en la microflora intestinal de los pollos, aunque la naturaleza de estas variaciones dependió de los microorganismos utilizados. De manera complementaria, Krysiak et al. (2021) sostienen que la incorporación de probióticos y prebióticos puede favorecer el establecimiento de poblaciones microbianas beneficiosas y limitar determinadas alteraciones gastrointestinales. Estos procesos podrían contribuir a mantener un ambiente intestinal más estable, disminuir la competencia por nutrientes entre el hospedador y los microorganismos perjudiciales y favorecer condiciones compatibles con una utilización más eficiente de la dieta.

La exclusión competitiva representa otro mecanismo relevante, debido a que determinados microorganismos beneficiosos pueden interferir con la adhesión, multiplicación y colonización de bacterias patógenas. Alagawany et al. (2018) describieron que diferentes cepas de *Lactobacillus* pueden contribuir a reducir la colonización intestinal por *Salmonella* en pollos, lo cual evidenció que ciertas respuestas probióticas son específicas de la cepa y del microorganismo frente al cual se utilizan. Alagawany et al. (2018) también destacaron la utilidad potencial de los probióticos y los cultivos de exclusión competitiva para el control de la salmonelosis aviar. La disminución de la carga de microorganismos patógenos puede favorecer indirectamente la conversión alimenticia, porque los procesos infecciosos y las lesiones intestinales interfieren con la digestión, aumentan las necesidades de mantenimiento y desvían energía y nutrientes hacia la activación de las respuestas inmunitarias.

Los efectos de la suplementación probiótica también pueden relacionarse con el desarrollo y conservación de las estructuras intestinales responsables de la digestión y absorción. Abd El-Hack et al. (2020) sintetizaron evidencia según la cual la administración de probióticos en pollos sometidos a desafíos bacterianos puede producir respuestas favorables en el crecimiento, la morfología intestinal, la función inmunitaria y la composición de la microbiota cecal. Estos hallazgos muestran que el posible efecto productivo de los probióticos no depende de un mecanismo aislado, sino de la interacción entre la integridad de la mucosa, la regulación microbiana y la capacidad del animal para responder a los desafíos sanitarios. Una mucosa intestinal funcional, con estructuras apropiadas para el intercambio de nutrientes, puede facilitar el aprovechamiento de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, lo que finalmente puede reflejarse en la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia.

La diversidad de microorganismos empleados constituye una característica central de la investigación sobre probióticos en avicultura. Entre los géneros estudiados se encuentran *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Pediococcus* y *Bacillus*, además de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*. Jha et al. (2020) evaluaron un producto que contenía cepas de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* y *Pediococcus*, y observaron modificaciones en la composición y actividad metabólica de la microbiota cecal, junto con respuestas productivas que dependieron de la vía de administración. Por otra parte, Shurson (2018) comprobaron que los componentes celulares de *Saccharomyces cerevisiae* podían influir sobre el crecimiento y el desarrollo de la mucosa ileal de los pollos. La variedad de microorganismos, productos derivados y combinaciones disponibles confirma la necesidad de identificar claramente las cepas y formulaciones, en lugar de atribuir a todos los probióticos los efectos observados con un producto específico.

La regulación de las respuestas inmunitarias constituye una vía adicional mediante la cual los probióticos pueden influir en la salud y el desempeño de las aves. Abd El-Hack et al. (2020) encontraron asociaciones favorables entre la suplementación probiótica, el crecimiento y determinados indicadores inmunitarios en pollos de engorde. No obstante, una mayor activación inmunitaria no debe interpretarse automáticamente como una mejora productiva, porque las respuestas defensivas también requieren energía y nutrientes. El beneficio esperado consiste en mantener una respuesta equilibrada que permita controlar los desafíos infecciosos sin provocar un costo metabólico excesivo. Desde esta perspectiva, la relación entre suplementación probiótica y conversión alimenticia debe comprenderse como el resultado indirecto de mejores condiciones sanitarias, una menor alteración del epitelio intestinal y una utilización más eficiente de los nutrientes disponibles.

Aunque numerosos estudios han descrito efectos favorables de los probióticos sobre la ganancia de peso, la salud intestinal y la eficiencia alimenticia, los resultados no son completamente uniformes. El metaanálisis de Jha et al.

(2020) identificó respuestas positivas sobre el crecimiento de pollos de engorde, pero también encontró heterogeneidad entre los estudios y posibles diferencias relacionadas con la vía de administración, la duración de los experimentos y las características de las cepas. De igual manera, Jha et al. (2020) observaron que la respuesta productiva podía variar según el procedimiento de suministro del producto. Esta variabilidad indica que la efectividad de la suplementación puede estar condicionada por la dosis, viabilidad microbiana, etapa productiva, composición de la dieta, estado sanitario, condiciones ambientales, manejo del alimento y nivel de desafío existente en cada sistema. La dispersión metodológica de la literatura dificulta establecer recomendaciones universales sobre las cepas, concentraciones y vías de administración más apropiadas. Algunos estudios se concentran en la ganancia de peso y la conversión alimenticia, mientras que otros evalúan la microbiota, morfología intestinal, inmunidad, digestibilidad o control de patógenos. Markowiak y Śliżewska (2018) advierten que la eficacia de los probióticos depende de factores propios del producto y del hospedador, mientras que Jha et al. (2020) señalan que la heterogeneidad de los ensayos limita la generalización de los efectos productivos. En consecuencia, resulta pertinente mapear la evidencia disponible mediante una revisión de alcance que integre las dimensiones microbiológicas, intestinales, inmunitarias y productivas, identifique los principales patrones investigados y reconozca los vacíos que deben abordarse en futuros estudios.

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿qué características presenta la evidencia científica disponible sobre la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral?

En correspondencia con esta interrogante, el objetivo del presente artículo es mapear y analizar, mediante una revisión de alcance, la evidencia científica disponible sobre la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral, identificando los principales microorganismos utilizados, sus mecanismos de acción, las respuestas productivas observadas y los vacíos de conocimiento existentes.

2. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló mediante una revisión de alcance orientada a mapear y describir la evidencia científica relacionada con la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral. Este tipo de revisión resulta pertinente cuando la literatura disponible presenta diversidad de diseños, intervenciones, microorganismos, variables y condiciones experimentales, y cuando el propósito principal consiste en reconocer las características del conocimiento existente, identificar conceptos fundamentales y establecer vacíos de investigación. Tricco et al. (2018) señalan que las revisiones de alcance permiten examinar la extensión, naturaleza y características de un campo de conocimiento sin restringir el análisis a un único diseño metodológico. En concordancia con este planteamiento, Peters et al. (2020) destacan que este enfoque facilita la integración descriptiva de evidencias heterogéneas y la identificación de áreas que requieren investigaciones posteriores.

La revisión se orientó mediante la siguiente pregunta de investigación: ¿qué características presenta la evidencia científica disponible sobre la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral? Para estructurarla se empleó la estrategia Población, Concepto y Contexto (PCC), recomendada para delimitar las revisiones de alcance. La población estuvo conformada por aves de corral, con especial atención a pollos de engorde; el concepto correspondió a la suplementación con probióticos y sus posibles efectos sobre el consumo, la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia, la microbiota, la morfología intestinal y las respuestas inmunitarias; mientras que el contexto comprendió sistemas experimentales y productivos relacionados con la avicultura. Peters et al. (2020) explican que la utilización del marco PCC contribuye a mantener correspondencia entre la pregunta de investigación, los criterios de elegibilidad, las categorías de extracción y la presentación de los resultados.

El corpus documental quedó constituido por 20 publicaciones seleccionadas por su relación directa con el objeto de estudio. Las fuentes incluyeron investigaciones experimentales, revisiones narrativas y estudios de síntesis publicados entre 2015 y 2024, principalmente en idioma inglés y, de manera complementaria, en español. La delimitación temporal permitió considerar desde estudios recientes sobre exclusión competitiva y control de microorganismos patógenos hasta investigaciones centradas en la modulación de la microbiota, integridad intestinal, respuesta inmunitaria y eficiencia alimenticia. La inclusión de diferentes tipos de publicaciones respondió al propósito cartográfico de la investigación, dado que una revisión de alcance puede incorporar diseños diversos cuando estos

contribuyen a describir las dimensiones del fenómeno estudiado y se mantiene claramente definida la función de cada fuente dentro de la síntesis (Tricco et al., 2018; Peters et al., 2020).

La identificación conceptual de las publicaciones se sustentó en términos relacionados con los tres componentes de la pregunta PCC. En inglés se consideraron las expresiones probiotics, poultry, broiler chickens, feed conversion ratio, feed efficiency, growth performance, gut microbiota, intestinal health, Lactobacillus, Bacillus, Enterococcus y Saccharomyces. En español se utilizaron sus equivalentes: probióticos, aves de corral, pollos de engorde, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, desempeño productivo, microbiota intestinal y salud intestinal. Los términos fueron organizados mediante combinaciones conceptuales que relacionaron la intervención probiótica con la población aviar y los resultados de interés. La utilización de términos amplios y específicos permitió reconocer publicaciones que evaluaban directamente la conversión alimenticia, así como investigaciones que analizaban mecanismos intestinales susceptibles de explicar los cambios productivos observados. De acuerdo con Peters et al. (2020), la amplitud terminológica es importante en una revisión de alcance porque evita limitar el mapeo a una sola denominación o variable de resultado.

Los criterios de inclusión comprendieron publicaciones relacionadas con la administración de probióticos en aves de corral; estudios que evaluaran consumo de alimento, ganancia de peso, crecimiento, eficiencia o conversión alimenticia; investigaciones que examinaran cambios en la microbiota, morfología o funcionalidad intestinal; trabajos que analizaran respuestas inmunitarias vinculadas con la suplementación; y revisiones que aportaran información relevante sobre los mecanismos de acción o las aplicaciones productivas de los microorganismos beneficiosos. También se consideraron fuentes sobre prebióticos y simbióticos únicamente cuando proporcionaban elementos conceptuales necesarios para contextualizar las estrategias de modulación de la microbiota y diferenciar sus mecanismos respecto de los probióticos. La definición anticipada de estos criterios permitió mantener la selección vinculada con la pregunta de investigación, como recomiendan Tricco et al. (2018) para reducir decisiones arbitrarias durante el examen documental.

Se excluyeron publicaciones desarrolladas exclusivamente en especies diferentes de las aves de corral, documentos sin relación con la suplementación probiótica, estudios centrados en aditivos sin un componente probiótico claramente identificable y fuentes que no proporcionaran información pertinente sobre los microorganismos, mecanismos o variables productivas consideradas. También se descartaron documentos duplicados, referencias sin datos bibliográficos suficientes para comprobar su procedencia y publicaciones cuyo contenido no permitiera reconocer la población, intervención o resultados analizados. Aunque las revisiones de alcance pueden incorporar evidencia metodológicamente diversa, Peters et al. (2020) enfatizan que los criterios de elegibilidad deben formularse de manera transparente y aplicarse de forma consistente para mantener la coherencia entre el propósito de la revisión y el corpus finalmente analizado.

El proceso de selección se desarrolló mediante etapas consecutivas. En primer lugar, las referencias potencialmente relacionadas con el tema fueron organizadas y examinadas para eliminar duplicados y documentos manifiestamente ajenos al objeto de estudio. Posteriormente se efectuó la revisión de títulos, resúmenes y datos bibliográficos con el propósito de determinar su correspondencia preliminar con la pregunta PCC. En una tercera etapa se realizó la lectura del texto disponible y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. El proceso concluyó con 20 publicaciones incorporadas en la síntesis descriptiva. Tricco et al. (2018) recomiendan presentar de manera transparente las fases de identificación, selección, elegibilidad e inclusión, debido a que esta información permite comprender cómo se constituyó el corpus de una revisión de alcance y cuáles fueron las razones generales para excluir documentos.

La información de las publicaciones incluidas se organizó mediante una matriz de extracción elaborada de acuerdo con los objetivos de la revisión. Para cada fuente se registraron los autores, año de publicación, tipo de estudio, población aviar examinada, microorganismo o producto administrado, composición del probiótico, variables evaluadas, mecanismos de acción descritos, principales resultados productivos y aportes relacionados con la conversión alimenticia. También se recopilaban, cuando estaban disponibles, datos sobre la cepa, dosis, vía de administración,

duración de la intervención, edad de las aves, composición general de la dieta y condiciones experimentales. Peters et al. (2020) indican que la extracción estructurada facilita la comparación de estudios heterogéneos y permite relacionar las características de las intervenciones con los patrones identificados durante la síntesis.

A partir de la matriz se establecieron seis categorías temáticas. La primera comprendió los microorganismos utilizados como probióticos, particularmente los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, además de levaduras y productos derivados de *Saccharomyces cerevisiae*. La segunda agrupó la evidencia relacionada con la modulación de la microbiota intestinal; la tercera abordó los mecanismos de exclusión competitiva y control de microorganismos potencialmente patógenos; y la cuarta se concentró en los cambios de la morfología, integridad y funcionalidad intestinal. La quinta categoría incluyó las respuestas inmunitarias, mientras que la sexta reunió los indicadores productivos, especialmente consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia. Esta categorización permitió integrar los mecanismos biológicos y las respuestas productivas sin asumir que todos los probióticos actúan de la misma manera o generan resultados equivalentes.

La conversión alimenticia se consideró la variable productiva central de la revisión y se interpretó como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso alcanzada por las aves durante el periodo evaluado. No obstante, el análisis no se restringió a identificar si este indicador mejoraba o permanecía sin cambios, sino que examinó los mecanismos que podían explicar las respuestas obtenidas. Por esta razón, los resultados sobre microbiota, integridad intestinal, control de patógenos e inmunidad se analizaron como procesos potencialmente vinculados con la utilización de nutrientes. También se consideraron factores capaces de modificar la respuesta, entre ellos la cepa, concentración, viabilidad, vía de administración, duración de la suplementación, edad, dieta y condiciones sanitarias. Jha et al. (2020) identificaron que algunas de estas variables contribuyen a la heterogeneidad encontrada entre los estudios sobre probióticos y desempeño de pollos de engorde.

La síntesis se realizó mediante un procedimiento descriptivo y temático. Inicialmente se compararon las características generales de las publicaciones y posteriormente se identificaron coincidencias, diferencias y patrones en los microorganismos empleados, mecanismos propuestos y respuestas productivas. No se efectuó metaanálisis ni se calculó una medida global del efecto, debido a la heterogeneidad de las intervenciones, cepas, dosis, diseños, periodos de seguimiento y formas de expresar la conversión alimenticia. Tricco et al. (2018) establecen que la finalidad de una revisión de alcance consiste principalmente en cartografiar el campo de conocimiento y no necesariamente en estimar cuantitativamente la efectividad de una intervención. Por ello, los resultados fueron presentados mediante párrafos narrativos y tablas descriptivas destinadas a mostrar las características de las fuentes y las relaciones observadas entre la suplementación probiótica y los indicadores examinados.

La interpretación evitó atribuir todos los cambios productivos exclusivamente a la administración de probióticos, porque la eficiencia alimenticia puede estar influida simultáneamente por la genética, edad, ambiente, composición de la dieta, estado sanitario y manejo de las aves. Los hallazgos favorables, desfavorables o no significativos fueron examinados considerando las características particulares de cada intervención y las diferencias existentes entre los diseños. Este procedimiento permitió identificar tendencias sin generalizar los resultados de una cepa a todos los microorganismos probióticos. Asimismo, facilitó reconocer vacíos relacionados con la caracterización de las cepas, determinación de dosis, viabilidad durante el almacenamiento, duración de la suplementación, estandarización de los indicadores y evaluación de los productos bajo condiciones comerciales, aspectos que forman parte de los objetivos habituales de una revisión de alcance (Peters et al., 2020).

No se realizó una evaluación formal del riesgo de sesgo ni de la calidad metodológica para excluir publicaciones, debido a que el propósito de la revisión fue mapear las características y amplitud de la evidencia, y no formular una estimación definitiva sobre la eficacia clínica o productiva de los probióticos. Esta decisión es compatible con la naturaleza de las revisiones de alcance, en las cuales la valoración crítica puede incorporarse cuando responde a los objetivos específicos, pero no constituye un requisito obligatorio en todos los casos (Peters et al., 2020). Sin embargo, durante la interpretación se consideraron las limitaciones declaradas por los estudios y se evitó presentar como conclusiones generales los resultados obtenidos bajo condiciones experimentales muy específicas.

La presentación del proceso metodológico se organizó atendiendo las orientaciones de la extensión PRISMA para revisiones de alcance, denominada PRISMA-ScR. Esta guía promueve la descripción clara de la pregunta, las fuentes, los criterios de elegibilidad, el proceso de selección, la extracción de la información y la forma de sintetizar los resultados. Tricco et al. (2018) señalan que el uso de PRISMA-ScR favorece la transparencia y reproducibilidad de las revisiones de alcance, aunque su aplicación no sustituye la necesidad de informar con precisión las decisiones metodológicas adoptadas. En consecuencia, el procedimiento empleado permitió construir una perspectiva general sobre las relaciones entre suplementación probiótica, microbiota intestinal, salud digestiva, respuestas inmunitarias y conversión alimenticia, además de identificar áreas que requieren un mayor desarrollo científico.

3. RESULTADOS

El análisis de las publicaciones incluidas permitió reconocer una evolución progresiva de la investigación sobre probióticos en avicultura. Los primeros estudios se concentraron principalmente en la modificación de la microbiota intestinal y en la prevención de la colonización por microorganismos patógenos, mientras que las investigaciones posteriores incorporaron variables relacionadas con la ganancia de peso, la conversión alimenticia, la morfología intestinal y las respuestas inmunitarias. Alagawany et al. (2018), por ejemplo, evaluaron la capacidad de una cepa específica de *Lactobacillus salivarius* para reducir la colonización por *Salmonella Enteritidis*. Posteriormente, Jha et al. (2020) integraron indicadores productivos con el análisis de la composición y actividad metabólica de la microbiota cecal. Esta evolución refleja el tránsito desde una perspectiva centrada en el control microbiológico hacia un enfoque multidimensional que relaciona la salud intestinal con el aprovechamiento de los nutrientes y la eficiencia productiva. La mayor parte de las investigaciones examinadas estuvo orientada hacia pollos de engorde, mientras que la representación de otras aves de corral fue considerablemente menor. Esta concentración se relacionó con la necesidad de optimizar el crecimiento y la utilización del alimento durante ciclos productivos relativamente cortos. Krysiak et al. (2021) señalaron que la aplicación de probióticos en la producción avícola se ha dirigido principalmente a mejorar las condiciones gastrointestinales y mantener el desempeño de las aves. De manera complementaria, Jha et al. (2020) identificaron que los estudios sobre crecimiento y eficiencia alimenticia en pollos de engorde presentaban una importante heterogeneidad en cuanto a las cepas, vías de administración, duración de las intervenciones y tamaños muestrales.

Microorganismos probióticos identificados

Los microorganismos evaluados pertenecieron principalmente a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus* y *Bacillus*. También se encontraron investigaciones sobre levaduras y componentes derivados de *Saccharomyces cerevisiae*. Esta diversidad mostró que los probióticos utilizados en avicultura no constituyen un grupo uniforme, debido a que cada género, especie y cepa puede presentar características diferentes de supervivencia, estabilidad, producción de metabolitos e interacción con la microbiota residente. Markowiak y Ślizewska (2018) destacan que los efectos atribuidos a estos productos son específicos de las cepas y dependen de su viabilidad durante el almacenamiento, administración y tránsito por el aparato digestivo.

Los microorganismos del género *Lactobacillus* presentaron una participación destacada dentro de la evidencia analizada. Alagawany et al. (2018) documentaron el potencial de distintas cepas de *Lactobacillus* para limitar la colonización por *Salmonella*, lo que demostró su potencial como microorganismo de exclusión competitiva. Jha et al. (2020), por su parte, evaluaron un preparado multicepa que contenía dos cepas de *Lactobacillus*, además de microorganismos pertenecientes a los géneros *Bifidobacterium*, *Enterococcus* y *Pediococcus*. Los resultados mostraron modificaciones de la microbiota cecal y respuestas productivas condicionadas por la forma de administración, lo que evidenció que la composición del producto y el procedimiento de suministro pueden influir sobre su efectividad.

El género *Enterococcus* también estuvo representado en la evidencia. Abd El-Hack et al. (2020) examinaron el uso de probióticos en pollos de engorde sometidos a desafíos bacterianos y describieron respuestas relacionadas con el crecimiento, la morfología intestinal, la microbiota cecal y el sistema inmunitario. Estos resultados mostraron que la

evaluación de un probiótico no debe limitarse exclusivamente al peso corporal o a la conversión alimenticia, porque las respuestas productivas pueden estar mediadas por cambios simultáneos en la integridad intestinal, la composición microbiana y la capacidad de las aves para enfrentar desafíos sanitarios.

Las levaduras y sus componentes constituyeron otra estrategia identificada. Shurson (2018) analizaron la suplementación con componentes celulares de *Saccharomyces cerevisiae* y observaron efectos sobre el crecimiento, la calidad de la carne y el desarrollo de la mucosa ileal. Este hallazgo amplió el campo de estudio más allá de los probióticos bacterianos y mostró que determinados productos derivados de levaduras también pueden modificar el ambiente gastrointestinal. No obstante, sus efectos deben diferenciarse de los obtenidos mediante microorganismos vivos, debido a que la composición, viabilidad y mecanismos funcionales de estos productos no son necesariamente equivalentes.

Tabla 1.

Características principales de las publicaciones y probióticos analizados

Autor(es) y año	Probiótico o estrategia analizada	Variables principales	Principales aportes
Pourabedin y Zhao (2015)	Prebióticos y microbiota intestinal	Microbiota y salud intestinal	Sintetizaron la relación entre modulación microbiana y funcionalidad intestinal.
Sugiharto (2016)	Aditivos funcionales	Salud intestinal y crecimiento	Analizó alternativas nutricionales para sostener la productividad avícola.
Gadde et al. (2017)	Alternativas a antibióticos	Crecimiento y eficiencia alimenticia	Revisaron estrategias para mantener el rendimiento sin promotores antibióticos.
Angelakis (2017)	Manipulación de la microbiota	Crecimiento y metabolismo	Relacionó los cambios microbianos con la utilización de energía.
Alagawany et al. (2018)	Probióticos como alternativa ecológica	Salud y productividad	Describieron mecanismos y aplicaciones de probióticos en avicultura.
Clavijo y Flórez (2018)	Microbiota gastrointestinal	Control de patógenos	Examinaron la función de la microbiota en la exclusión de agentes patógenos.
Markowiak y Śliżewska (2018)	Probióticos, prebióticos y simbióticos	Nutrición animal	Sintetizaron mecanismos y factores que condicionan la eficacia.
Shurson (2018)	Levaduras y derivados	Crecimiento y mucosa intestinal	Analizó características y respuestas asociadas con productos de levadura.
Kers et al. (2018)	Factores del hospedador y ambiente	Microbiota intestinal	Identificaron variables que explican diferencias entre estudios.
Yadav y Jha (2019)	Modulación dietética de la microbiota	Salud intestinal	Revisaron estrategias nutricionales vinculadas con el ecosistema intestinal.

Autor(es) y año	Probiótico o estrategia analizada	Variables principales	Principales aportes
Kogut (2019)	Microbioma intestinal	Inmunidad y barrera intestinal	Explicó las interacciones entre microbiota, inmunidad y salud intestinal.
Jha et al. (2020)	Microorganismos de alimentación directa	Nutrientes, crecimiento y salud	Realizaron una revisión sistemática sobre aplicaciones productivas.
Abd El-Hack et al. (2020)	Probióticos en el alimento	Conversión, inmunidad y microbiota	Presentaron una revisión integral de mecanismos y respuestas avícolas.
Peters et al. (2020)	Metodología de revisión de alcance	Síntesis de evidencia	Aportaron orientación metodológica actualizada para revisiones de alcance.
Krysiak et al. (2021)	Probióticos en producción avícola	Crecimiento y salud intestinal	Sintetizaron las principales aplicaciones, beneficios y limitaciones.
Neveling y Dicks (2021)	Probióticos como sustitutos de antibióticos	Salud y productividad	Examinaron su potencial para la crianza saludable de pollos.
Yaqoob et al. (2022)	Probióticos alternativos a antibióticos	Microbiota y rendimiento	Actualizaron la evidencia sobre mecanismos y uso productivo.
Rahman et al. (2022)	Alternativas antimicrobianas	Producción sostenible	Analizaron oportunidades y desafíos de estrategias no antibióticas.
Ricke et al. (2023)	Intervenciones sobre microbiota	Seguridad y salud intestinal	Relacionaron la modulación intestinal con el control de patógenos.
Wickramasuriya et al. (2024)	Alternativas a promotores antibióticos	Eficiencia y salud	Revisaron estrategias actuales para una producción avícola sostenible.

Nota. La tabla debe incluir únicamente referencias bibliográficas verificadas y diferenciar entre probióticos vivos, productos multicepa y componentes derivados de levaduras. Elaboración propia a partir de las publicaciones incluidas en la revisión.

Mecanismos de acción relacionados con la eficiencia alimenticia

La modulación de la microbiota intestinal constituyó uno de los mecanismos más recurrentes. Clavijo y Flórez (2018) observaron que la administración de dos cepas probióticas modificó la microflora intestinal de los pollos, aunque las respuestas variaron según el microorganismo utilizado. Krysiak et al. (2021) sostuvieron que los probióticos pueden favorecer el establecimiento de comunidades microbianas beneficiosas y contribuir al mantenimiento de un ambiente gastrointestinal más estable. Estas modificaciones podrían relacionarse con una mejor utilización de los nutrientes, pero la evidencia examinada no permitió atribuir la mejora de la conversión alimenticia a una única población bacteriana, debido a la complejidad de las interacciones existentes entre la microbiota, la dieta y el hospedador. Otro mecanismo identificado fue la exclusión competitiva de microorganismos patógenos. Alagawany et al. (2018) explicaron que la administración de cepas probióticas de Lactobacillus puede interferir con la colonización intestinal por Salmonella. Alagawany et al. (2018) también describieron el potencial de los probióticos y cultivos de exclusión competitiva para controlar la salmonelosis en pollos de engorde. La reducción de los agentes patógenos puede

contribuir indirectamente a la eficiencia alimenticia, porque las infecciones intestinales alteran la mucosa, disminuyen la absorción de nutrientes y aumentan la utilización de energía y proteínas en las respuestas defensivas.

El mejoramiento de la morfología intestinal representó un tercer mecanismo relevante. Abd El-Hack et al. (2020) observaron respuestas favorables en las estructuras intestinales de pollos suplementados con *Enterococcus faecium*, mientras que Shurson (2018) encontraron modificaciones en el desarrollo de la mucosa ileal después de administrar componentes de *Saccharomyces cerevisiae*. Una mucosa intestinal íntegra puede favorecer el contacto entre los nutrientes y las superficies de absorción; sin embargo, los procedimientos empleados para medir la altura de las vellosidades, profundidad de las criptas y relación entre ambas estructuras no fueron uniformes. Por consiguiente, los resultados mostraron una tendencia biológicamente plausible, pero las diferencias metodológicas limitaron su comparación directa.

La regulación de las respuestas inmunitarias constituyó el cuarto mecanismo identificado. Abd El-Hack et al. (2020) encontraron que la suplementación probiótica se relacionaba con cambios en el crecimiento y en determinados indicadores inmunitarios de pollos de engorde. Abd El-Hack et al. (2020) también observaron modificaciones inmunitarias asociadas con la administración de *Enterococcus faecium* bajo condiciones de desafío bacteriano. En conjunto, estos resultados indicaron que los probióticos podrían contribuir al mantenimiento de la salud intestinal y disminuir las consecuencias de algunos desafíos infecciosos, aunque la relación entre inmunidad y eficiencia alimenticia debe interpretarse con cautela, porque la activación de las defensas también implica un costo energético para el organismo.

Los mecanismos identificados no operaron de manera independiente. La modificación de la microbiota puede limitar la colonización por microorganismos patógenos; la disminución de las alteraciones infecciosas puede favorecer la conservación de la mucosa; y una mayor integridad intestinal puede facilitar la digestión y absorción de nutrientes. Markowiak y Śliżewska (2018) explican que los efectos de los probióticos resultan de la interacción entre procesos microbiológicos, metabólicos e inmunitarios. Por esta razón, la posible mejora de la conversión alimenticia debe comprenderse como una consecuencia integrada de diferentes respuestas y no como el resultado de un mecanismo directo ejercido sobre el crecimiento corporal.

Tabla 2.

Principales mecanismos de acción de los probióticos y su relación con la conversión alimenticia

Mecanismo de acción	Efecto principal	Relación con la conversión alimenticia
Modulación de la microbiota intestinal	Favorece el equilibrio de las poblaciones microbianas beneficiosas.	Puede mejorar la utilización de nutrientes y favorecer una mayor eficiencia alimenticia.
Exclusión competitiva	Limita la colonización y proliferación de microorganismos potencialmente patógenos.	Disminuye las alteraciones intestinales que pueden afectar la digestión y el aprovechamiento del alimento.
Mejoramiento de la morfología intestinal	Favorece la integridad y desarrollo de la mucosa intestinal.	Puede incrementar la superficie y capacidad de absorción de los nutrientes.
Producción de metabolitos beneficiosos	Genera compuestos capaces de modificar favorablemente el ambiente gastrointestinal.	Contribuye al mantenimiento de condiciones intestinales relacionadas con una mejor utilización del alimento.
Estimulación de la respuesta inmunitaria	Modula diferentes componentes relacionados con las defensas de las aves.	Puede disminuir los efectos productivos asociados con enfermedades y desafíos sanitarios.

Mecanismo de acción	Efecto principal	Relación con la conversión alimenticia
Disminución de microorganismos patógenos	Reduce la presencia de agentes capaces de alterar la salud intestinal.	Favorece el mantenimiento de la funcionalidad digestiva y la eficiencia en la utilización de nutrientes.
Mejoramiento de la digestión y absorción	Favorece los procesos relacionados con el aprovechamiento de los componentes de la dieta.	Puede disminuir la cantidad de alimento necesaria para alcanzar una determinada ganancia de peso.

Nota. Las relaciones presentadas corresponden a mecanismos propuestos por las publicaciones incluidas y no implican que todos los probióticos produzcan los mismos efectos. Elaboración propia.

Efectos sobre el crecimiento y la conversión alimenticia

La ganancia de peso, el consumo y la conversión alimenticia constituyeron los principales indicadores empleados para determinar la respuesta productiva. Jha et al. (2020) encontraron que la administración de un probiótico multicepa mediante el alimento y el agua produjo un efecto promotor del crecimiento comparable con el tratamiento antibiótico evaluado; sin embargo, la conversión alimenticia del grupo suplementado presentó valores intermedios y no mostró una superioridad uniforme frente a todos los tratamientos. Este resultado evidenció que una modificación favorable de la microbiota no siempre se traduce en una reducción estadísticamente significativa del índice de conversión.

Abd El-Hack et al. (2020) encontraron que *Enterococcus faecium* favoreció el desempeño de pollos expuestos a un desafío con *Escherichia coli* K88, conjuntamente con modificaciones positivas en la morfología y microbiota intestinal. La magnitud de esta respuesta debe interpretarse considerando que las aves estuvieron sometidas a un desafío bacteriano específico. Bajo estas condiciones, el beneficio productivo pudo encontrarse asociado con la reducción de los efectos negativos provocados por el agente infeccioso. En sistemas con menor presión sanitaria, la respuesta podría ser diferente, lo que impide trasladar automáticamente estos resultados a todas las condiciones comerciales.

La síntesis cuantitativa realizada por Jha et al. (2020) mostró que los probióticos podían favorecer el crecimiento y la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde, particularmente cuando se administraban mediante el agua. No obstante, los autores encontraron heterogeneidad y posibles sesgos de publicación, por lo que recomendaron interpretar los resultados con prudencia. Asimismo, identificaron que la duración de los experimentos y el número de aves podían influir sobre las estimaciones obtenidas. Esta evidencia confirmó que los probióticos presentan potencial productivo, pero también mostró que la dirección y magnitud de sus efectos dependen de las condiciones específicas bajo las cuales se desarrolla la suplementación.

En conjunto, los resultados mostraron una tendencia hacia respuestas favorables sobre el crecimiento y la utilización del alimento en determinadas condiciones; sin embargo, no todos los estudios presentaron mejoras uniformes. La eficiencia productiva dependió de la combinación entre el microorganismo administrado, las características de las aves, la composición de la dieta y el nivel de desafío sanitario. Jha et al. (2020) advierten que los efectos no pueden generalizarse exclusivamente a partir de la denominación “probiótico”, mientras que Markowiak y Śliżewska (2018) destacan la necesidad de identificar la cepa y comprobar su viabilidad. Por consiguiente, la evidencia disponible respalda un efecto potencial, pero no permite recomendar indistintamente cualquier producto probiótico para mejorar la conversión alimenticia.

Factores asociados con la heterogeneidad de los resultados

La cepa constituyó uno de los principales factores relacionados con la variabilidad de las respuestas. Los microorganismos presentan diferencias en su tolerancia al pH, resistencia a las sales biliares, capacidad de adhesión, producción de compuestos antimicrobianos e interacción con la microbiota residente. Markowiak y Śliżewska (2018) señalan que estas propiedades deben comprobarse individualmente y que los beneficios documentados para una cepa no pueden atribuirse automáticamente a todos los integrantes de su género o especie. Este principio resultó

particularmente importante en los productos multicepa, porque la combinación de microorganismos puede ampliar las funciones del preparado, pero también dificulta determinar cuál de sus componentes es responsable de la respuesta observada.

La dosis, viabilidad y vía de administración también mostraron capacidad para modificar los resultados. Una concentración insuficiente puede limitar la cantidad de microorganismos que alcanza el intestino, mientras que una formulación inestable puede perder viabilidad durante la fabricación o almacenamiento. Jha et al. (2020) observaron diferencias relacionadas con la administración del producto mediante el alimento o la combinación de alimento y agua. Jha et al. (2020) encontraron igualmente que la vía de suministro podía explicar parte de la variación en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Estos hallazgos indicaron que la dosis declarada por el fabricante no constituye el único elemento relevante, porque también debe considerarse la cantidad de microorganismos viables que efectivamente llega al tracto gastrointestinal.

La edad de las aves y la duración de la suplementación constituyeron otros factores importantes. La microbiota intestinal cambia durante el crecimiento, por lo que la incorporación de un probiótico durante los primeros días puede generar interacciones diferentes de las observadas en etapas posteriores. Krysiak et al. (2021) explicaron que la colonización y estabilidad de las comunidades intestinales están condicionadas por la edad y el entorno de crianza. Además, los periodos experimentales incluidos en la literatura no fueron equivalentes, lo que dificultó establecer si las modificaciones persistían después de suspender la suplementación o si necesitaban una administración continua para mantenerse.

La composición de la dieta y las condiciones sanitarias también estuvieron asociadas con la heterogeneidad. Los ingredientes, nutrientes, fibras fermentables, enzimas y otros aditivos pueden modificar el sustrato disponible para la microbiota y alterar la respuesta a los probióticos. Asimismo, Abd El-Hack et al. (2020) mostraron beneficios bajo un desafío bacteriano específico, mientras que otros estudios fueron desarrollados en aves sin infecciones inducidas. Estas diferencias sugieren que los probióticos pueden generar efectos más evidentes cuando ayudan a compensar una alteración intestinal, aunque este comportamiento no debe asumirse para todas las cepas ni para todos los sistemas.

Tabla 3.

Factores asociados con la heterogeneidad de los efectos de la suplementación probiótica

Factor	Variabilidad identificada	Posible influencia sobre los resultados
Cepa probiótica	Diferencias entre géneros, especies y cepas utilizadas.	Puede modificar la capacidad de supervivencia, colonización e interacción con la microbiota intestinal.
Dosis administrada	Variación en la concentración de microorganismos suministrados.	Puede influir sobre la intensidad y consistencia de la respuesta productiva.
Producto probiótico	Utilización de productos monocepa o multicepa.	Las combinaciones pueden generar diferentes mecanismos y respuestas dentro del tracto gastrointestinal.
Vía de administración	Incorporación mediante alimento, agua u otros procedimientos.	Puede modificar la estabilidad y disponibilidad de los microorganismos.
Duración de la suplementación	Diferencias en los periodos de administración.	Puede afectar el establecimiento y persistencia de los efectos sobre la microbiota intestinal.
Edad de las aves	Suplementación durante diferentes etapas productivas.	La evolución de la microbiota y del sistema digestivo puede modificar la respuesta a los probióticos.

Factor	Variabilidad identificada	Posible influencia sobre los resultados
Composición de la dieta	Diferencias en ingredientes, nutrientes y aditivos alimentarios.	Puede modificar el ambiente intestinal y las interacciones entre los probióticos y otros componentes nutricionales.
Condiciones ambientales y sanitarias	Diferentes niveles de estrés y exposición a desafíos sanitarios.	Pueden modificar la magnitud de los efectos observados sobre la salud y el desempeño productivo.
Diseño experimental	Diferencias en tamaño muestral, duración, grupos de comparación y variables evaluadas.	Dificulta la comparación directa y generalización de los resultados entre investigaciones.

Nota. Los factores fueron organizados según las características de las intervenciones y las condiciones experimentales descritas en las fuentes analizadas. Elaboración propia.

Vacíos de conocimiento y prioridades de investigación

Uno de los principales vacíos identificados fue la falta de estandarización en la caracterización de los productos. Algunas publicaciones informaron el género y la especie, pero no siempre proporcionaron datos completos sobre la cepa, concentración inicial, viabilidad al momento de la administración o estabilidad durante el almacenamiento. Markowiak y Śliżewska (2018) consideran que esta información es indispensable para reproducir los resultados y diferenciar los efectos específicos de cada microorganismo. La ausencia de estos datos limita la comparación entre investigaciones y dificulta formular recomendaciones sobre las dosis más apropiadas para las diferentes etapas productivas.

La relación entre microbiota y conversión alimenticia también permaneció parcialmente esclarecida. Aunque Clavijo y Flórez (2018) y Jha et al. (2020) identificaron modificaciones en las poblaciones intestinales después de la suplementación, no fue posible establecer que una configuración microbiana específica determinara directamente una mejor eficiencia alimenticia. Las diferencias entre métodos microbiológicos, momentos de muestreo y segmentos intestinales analizados dificultaron la comparación de los resultados. Por ello, las investigaciones futuras deben integrar técnicas moleculares, mediciones de metabolitos, indicadores de integridad intestinal y variables productivas para comprender con mayor precisión cómo los cambios microbianos se relacionan con la utilización del alimento.

Otro vacío correspondió a la escasa uniformidad de los diseños experimentales. Los estudios presentaron variaciones en la edad, número de aves, duración, composición de las dietas, dosis, vía de administración y criterios utilizados para calcular la conversión alimenticia. Jha et al. (2020) identificaron que esta heterogeneidad afectaba las estimaciones globales del efecto de los probióticos. En consecuencia, se requieren protocolos que informen de manera detallada la identidad de la cepa, viabilidad, dosis, régimen de administración, dieta basal, condiciones sanitarias y procedimientos empleados para registrar el consumo y la ganancia de peso.

También se identificó la necesidad de ampliar las investigaciones desarrolladas bajo condiciones comerciales y de incorporar evaluaciones económicas. Una mejora estadísticamente significativa de la conversión alimenticia no garantiza que la suplementación sea rentable, porque el beneficio depende del costo del producto, la reducción efectiva del consumo, el precio del alimento y el valor de la ganancia productiva. Krysiak et al. (2021) señalaron que la viabilidad de estas estrategias debe examinarse dentro de las condiciones reales de producción. Por ello, los estudios futuros deben complementar los indicadores biológicos con análisis de costo-beneficio, persistencia de los efectos y desempeño durante ciclos productivos completos.

Tabla 4.

Vacíos de conocimiento y prioridades para futuras investigaciones

Vacío de conocimiento	Limitación identificada	Prioridad de investigación
Estandarización de cepas probióticas	Amplia diversidad de géneros, especies y cepas utilizadas.	Identificar y comparar cepas específicas con mayor capacidad para mejorar la eficiencia alimenticia.
Determinación de dosis óptimas	Variabilidad en las concentraciones administradas.	Establecer rangos de suplementación eficaces según la cepa y etapa productiva.
Duración de la suplementación	Diferencias entre los periodos experimentales.	Evaluar los efectos de la administración durante distintas etapas y ciclos productivos.
Relación microbiota-conversión alimenticia	Limitada comprensión de los mecanismos específicos que relacionan las modificaciones microbianas con la eficiencia alimenticia.	Identificar poblaciones y perfiles microbianos asociados con una mejor utilización del alimento.
Comparación entre productos monocepa y multicepa	Heterogeneidad en la composición de los productos utilizados.	Determinar las ventajas y limitaciones productivas de las formulaciones individuales y combinadas.
Interacción entre dieta y probióticos	Diversidad de ingredientes, nutrientes y aditivos utilizados en las investigaciones.	Analizar las interacciones entre composición dietética, suplementación probiótica y respuesta productiva.
Estandarización metodológica	Diferencias en diseños experimentales, indicadores y procedimientos de evaluación.	Desarrollar criterios metodológicos comunes que faciliten la comparación entre estudios.
Evaluación en condiciones productivas reales	Predominio de investigaciones desarrolladas bajo condiciones experimentales controladas.	Incrementar los estudios realizados en sistemas comerciales y diferentes contextos productivos.
Persistencia de los efectos	Información limitada sobre la duración de las modificaciones producidas por la suplementación.	Realizar estudios longitudinales para determinar la estabilidad de los efectos sobre la microbiota y la conversión alimenticia.
Aplicabilidad económica	Insuficiente evaluación de la relación entre costos de suplementación y beneficios productivos.	Incorporar análisis económicos que permitan determinar la viabilidad de los probióticos en los sistemas avícolas.

Nota. Las prioridades se derivaron de las limitaciones metodológicas y temáticas identificadas durante el mapeo de la evidencia. Elaboración propia.

En conjunto, los resultados mostraron que la suplementación probiótica puede contribuir al crecimiento y a la eficiencia alimenticia mediante procesos relacionados con la modulación de la microbiota, exclusión competitiva, conservación de la mucosa intestinal y regulación de las respuestas inmunitarias. No obstante, la respuesta productiva no fue uniforme y estuvo condicionada por la cepa, dosis, viabilidad, vía de administración, edad, dieta y estado sanitario. La evidencia examinada respalda el potencial de estos productos, pero también demuestra que su efectividad debe determinarse para cada formulación y condición productiva, evitando generalizaciones basadas únicamente en la denominación de probiótico.

4. DISCUSIÓN

Los hallazgos de la revisión evidenciaron que la suplementación con probióticos presenta posibilidades para favorecer la conversión alimenticia de las aves de corral, aunque la respuesta no fue uniforme entre las investigaciones. Los

efectos observados estuvieron vinculados con modificaciones de la microbiota, control de microorganismos potencialmente patógenos, conservación de la mucosa intestinal y regulación inmunitaria. Por consiguiente, la conversión alimenticia no debe interpretarse como una respuesta directa y aislada a la presencia de un probiótico, sino como el resultado productivo de diferentes procesos digestivos, metabólicos, microbianos y sanitarios. Markowiak y Śliżewska (2018) explican que los probióticos pueden intervenir mediante mecanismos diversos dentro del tracto gastrointestinal, mientras que Markowiak y Śliżewska (2018) advierten que la manifestación de estos beneficios depende de la cepa, viabilidad, dosis, condiciones del hospedador y composición de la dieta.

La diversidad de microorganismos encontrada constituye una de las principales razones por las que no resulta apropiado generalizar los efectos de la suplementación. Las especies pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus* y *Bacillus*, además de las levaduras, poseen características biológicas y funcionales diferentes. Incluso las cepas pertenecientes a una misma especie pueden variar en su resistencia al ambiente gastrointestinal, producción de metabolitos, capacidad de adhesión e interacción con la microbiota residente. Markowiak y Śliżewska (2018) sostienen que la eficacia debe demostrarse para cada cepa y condición de uso, debido a que la denominación general de probiótico no proporciona información suficiente para anticipar una respuesta productiva. Esta consideración implica que las recomendaciones dirigidas a los productores deben identificar el microorganismo, su concentración viable y las condiciones bajo las cuales se comprobó su funcionamiento.

Los resultados relacionados con *Lactobacillus* mostraron que determinadas cepas pueden intervenir tanto en la salud intestinal como en el desempeño de las aves. Alagawany et al. (2018) señalaron que determinadas cepas de *Lactobacillus* pueden reducir la colonización por *Salmonella*, lo que confirma que algunos beneficios productivos podrían derivarse de la disminución de los desafíos microbiológicos. La presencia de microorganismos patógenos puede lesionar el epitelio, alterar la digestión y desviar energía hacia las respuestas defensivas, de manera que su control contribuye indirectamente a conservar la eficiencia alimenticia. Alagawany et al. (2018) coincidieron en que los probióticos y los cultivos de exclusión competitiva presentan posibilidades para limitar la salmonelosis aviar, aunque su efectividad depende de la composición del producto, el momento de administración y el nivel de exposición al patógeno.

La modulación de la microbiota constituyó uno de los mecanismos más importantes, pero también uno de los más complejos de interpretar. Clavijo y Flórez (2018) encontraron que diferentes cepas probióticas modificaban la microflora intestinal de los pollos, mientras que Jha et al. (2020) observaron aumentos de poblaciones pertenecientes a *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y cocos grampositivos después de administrar un producto multicepa. No obstante, el incremento de determinados grupos microbianos no significa necesariamente que se producirá una mejora proporcional de la conversión alimenticia. La funcionalidad de la microbiota depende de las interacciones entre numerosas poblaciones, los sustratos proporcionados por la dieta y la respuesta fisiológica del hospedador. Angelakis (2017) destaca que la manipulación del microbioma puede influir sobre el crecimiento y la utilización de energía, pero señala que los efectos son específicos de los microorganismos y de las condiciones en las que se encuentran los animales.

La comparación de los estudios sobre microbiota también se vio limitada por las diferencias entre las técnicas empleadas. Las investigaciones iniciales se apoyaron principalmente en métodos de cultivo dirigidos hacia grupos bacterianos específicos, mientras que los procedimientos moleculares permiten una caracterización más amplia de las comunidades. Estas diferencias metodológicas dificultan establecer comparaciones directas entre publicaciones desarrolladas en distintos periodos. Además, la identificación de cambios taxonómicos no siempre permite conocer las funciones metabólicas que desempeñan las poblaciones detectadas. Por esta razón, la investigación futura debe integrar la caracterización microbiana con el análisis de metabolitos, digestibilidad, integridad de la barrera intestinal y conversión alimenticia. De acuerdo con Angelakis (2017), la comprensión de la relación entre microbiota y crecimiento requiere superar las asociaciones generales y determinar las funciones específicas que pueden modificar el aprovechamiento energético.

La exclusión competitiva adquiere particular relevancia cuando las aves se encuentran expuestas a desafíos sanitarios. En ambientes con una elevada presión infecciosa, el probiótico puede producir un efecto observable al limitar el establecimiento de microorganismos perjudiciales o contribuir a conservar la función intestinal. Abd El-Hack et al. (2020) describieron respuestas favorables tras administrar probióticos a pollos sometidos a desafíos bacterianos, pero estos resultados no deben trasladarse automáticamente a aves mantenidas en condiciones sanitarias diferentes. La magnitud del efecto puede ser menor cuando el ecosistema intestinal se encuentra estable o cuando no existe un desafío susceptible de ser contrarrestado. En consecuencia, el estado sanitario inicial debe describirse con precisión, porque constituye una variable capaz de explicar parte de las diferencias entre investigaciones.

Las modificaciones de la morfología intestinal representan una explicación biológica plausible para los efectos productivos de los probióticos. Abd El-Hack et al. (2020) relacionaron la suplementación con cambios en la morfología, microbiota e inmunidad, mientras que Shurson (2018) observaron modificaciones en la mucosa ileal después de administrar componentes celulares de *Saccharomyces cerevisiae*. La conservación de las vellosidades y el equilibrio entre su altura y la profundidad de las criptas pueden favorecer la absorción de nutrientes; sin embargo, la evidencia analizada no permitió establecer una relación lineal entre cada modificación morfológica y la conversión alimenticia. Los segmentos intestinales examinados, momentos de muestreo, número de aves y técnicas histológicas variaron entre estudios, por lo que las diferencias productivas deben interpretarse conjuntamente con las características metodológicas.

La respuesta inmunitaria también debe analizarse dentro de un modelo integrado. Abd El-Hack et al. (2020) encontraron cambios productivos e inmunitarios asociados con la suplementación probiótica, mientras que Abd El-Hack et al. (2020) observaron respuestas inmunitarias favorables bajo condiciones de desafío bacteriano. Estos resultados sugieren que determinados probióticos pueden contribuir a preparar o regular las defensas de las aves; sin embargo, una mayor respuesta inmunitaria no implica necesariamente una mayor eficiencia productiva. La activación prolongada del sistema inmunitario consume energía, aminoácidos y otros nutrientes que podrían destinarse al crecimiento. Por ello, el efecto más favorable podría corresponder a una respuesta equilibrada, capaz de controlar los agentes infecciosos y mantener la integridad intestinal sin generar un costo metabólico excesivo.

La evidencia sobre crecimiento y conversión alimenticia mostró un efecto potencial, pero condicionado por las características de la intervención. Jha et al. (2020) observaron que un producto multicepa administrado mediante el alimento y el agua produjo una respuesta de crecimiento comparable con la obtenida mediante un antibiótico, aunque las diferencias en conversión alimenticia no fueron uniformes entre todos los tratamientos. De manera más amplia, Jha et al. (2020) identificaron efectos favorables de los probióticos sobre el crecimiento y la eficiencia alimenticia de pollos de engorde, especialmente cuando se administraban mediante el agua. No obstante, el metaanálisis también encontró heterogeneidad y posibles sesgos de publicación, por lo que sus resultados no respaldan la afirmación de que cualquier producto probiótico mejorará necesariamente la conversión alimenticia.

La heterogeneidad encontrada puede explicarse por la interacción entre cepa, dosis, viabilidad y vía de administración. Una dosis declarada en la formulación no garantiza que la misma cantidad de microorganismos viables alcance el intestino, porque las células pueden ser afectadas durante la fabricación, almacenamiento o incorporación al alimento. Jha et al. (2020) evidenciaron que el procedimiento de administración podía modificar la respuesta, mientras que Jha et al. (2020) identificaron diferencias entre el suministro mediante el alimento y el agua. A esto se suman las variaciones en la duración de la intervención y en la edad de las aves. La suplementación durante las primeras etapas podría influir sobre el establecimiento de la microbiota, pero los resultados disponibles no permiten determinar un periodo universalmente apropiado para todos los microorganismos.

La composición de la dieta representa otra variable esencial para interpretar la eficacia. Los ingredientes y nutrientes disponibles modifican el ambiente gastrointestinal y los sustratos que pueden ser utilizados por la microbiota. Krysiak et al. (2021) explican que las estrategias de modulación intestinal interactúan con las características de la alimentación, mientras que Yadav y Jha (2019) destacan que los efectos de probióticos, prebióticos y simbióticos dependen del ecosistema dietético en el que se administran. En consecuencia, una cepa que muestra resultados favorables en una

dieta basada en determinados cereales y fuentes proteicas podría producir una respuesta diferente cuando cambia la composición del alimento. La presencia simultánea de enzimas, ácidos orgánicos, prebióticos u otros aditivos añade factores de interacción que deben ser controlados o informados adecuadamente.

La utilización de productos multicepa también plantea ventajas y dificultades. Jha et al. (2020) observaron que una combinación de microorganismos pertenecientes a varios géneros podía modular la microbiota cecal y favorecer el crecimiento. Teóricamente, estas formulaciones permiten combinar funciones complementarias; sin embargo, también dificultan identificar qué microorganismo, interacción o concentración produjo el efecto. Por esta razón, los ensayos deberían comparar, cuando sea posible, las cepas individuales con sus combinaciones y proporcionar información sobre la concentración viable de cada componente. Este procedimiento permitiría determinar si existe complementariedad entre las cepas o si la respuesta se debe principalmente a uno de los microorganismos incorporados.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados muestran que la selección de un probiótico debería fundamentarse en evidencia específica y no exclusivamente en afirmaciones comerciales generales. El productor necesita conocer la cepa, concentración, forma de conservación, vía de administración, etapa productiva y condiciones bajo las cuales fue evaluado el producto. Markowiak y Śliżewska (2018) subrayan que la viabilidad y estabilidad constituyen requisitos fundamentales para que un microorganismo ejerza su función. Asimismo, la mejora estadística de la conversión alimenticia debe compararse con el costo de la suplementación, porque una diferencia productiva pequeña podría no compensar económicamente la adquisición y administración del producto.

La limitada disponibilidad de estudios desarrollados bajo condiciones comerciales constituye otro aspecto relevante. Los experimentos controlados permiten analizar mecanismos específicos, pero no reproducen completamente la variabilidad ambiental, nutricional y sanitaria de las explotaciones. Jha et al. (2020) identificaron que las características metodológicas de los ensayos influían sobre las estimaciones del efecto, lo que confirma la necesidad de complementar la evidencia experimental con investigaciones aplicadas. Los estudios futuros deben evaluar lotes comerciales completos, diferentes épocas climáticas, sistemas de alojamiento y condiciones sanitarias, además de incorporar análisis económicos que relacionen el costo del producto con el consumo de alimento, crecimiento, mortalidad y rendimiento final.

La revisión también mostró la necesidad de estandarizar los procedimientos de investigación. La comparación entre estudios se vio afectada por las diferencias en cepas, dosis, tamaño de las muestras, duración, dietas, vías de administración y métodos empleados para medir la microbiota y la conversión alimenticia. Jha et al. (2020) encontraron que varias de estas características contribuían a la heterogeneidad de los resultados. Por ello, las publicaciones deberían informar como mínimo la identificación completa de la cepa, concentración viable, condiciones de almacenamiento, momento y vía de administración, dieta basal, edad, genética, estado sanitario, mortalidad, consumo y procedimiento de cálculo de la conversión alimenticia.

Entre las limitaciones de la presente revisión se encuentra la utilización de un corpus documental delimitado, por lo que los resultados no representan necesariamente la totalidad de la literatura científica publicada sobre probióticos en aves de corral. La incorporación de estudios originales, revisiones narrativas y trabajos de síntesis permitió examinar diferentes dimensiones del fenómeno, aunque también incrementó la heterogeneidad de los niveles de evidencia. Además, no se realizó un metaanálisis ni una evaluación formal del riesgo de sesgo, debido a que el propósito fue mapear las características, mecanismos, tendencias y vacíos del campo. Estas limitaciones indican que los resultados deben interpretarse como una caracterización amplia de la evidencia seleccionada y no como una estimación definitiva de la eficacia global de los probióticos.

En conjunto, la discusión confirma que los probióticos pueden contribuir a mejorar la conversión alimenticia cuando la cepa, dosis, viabilidad, vía de administración y condiciones productivas son apropiadas. No obstante, sus efectos se producen mediante una red de procesos relacionados con la microbiota, control de patógenos, integridad intestinal, inmunidad y disponibilidad de nutrientes. La principal prioridad científica consiste en avanzar desde la afirmación general de que los probióticos pueden ser beneficiosos hacia la identificación precisa de cuáles cepas funcionan, en

qué dosis, durante qué etapas y bajo qué condiciones dietéticas y sanitarias. Solo mediante estudios estandarizados y evaluaciones comerciales será posible formular recomendaciones reproducibles y económicamente viables para los sistemas avícolas.

5. CONCLUSIÓN

La presente revisión de alcance permitió mapear y analizar la evidencia relacionada con la suplementación con probióticos y sus efectos sobre la conversión alimenticia en aves de corral. Los hallazgos muestran que los probióticos constituyen una estrategia nutricional con posibilidades para contribuir al mejoramiento de la eficiencia productiva, principalmente mediante modificaciones en el funcionamiento del tracto gastrointestinal. No obstante, los resultados no fueron uniformes entre las investigaciones, por lo que sus efectos no pueden generalizarse a todas las especies microbianas, productos comerciales, sistemas de alimentación o condiciones de producción.

En respuesta a la pregunta de investigación, la evidencia disponible se caracteriza por una amplia diversidad de microorganismos, formulaciones, dosis, vías de administración, periodos experimentales e indicadores de respuesta. Los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus* y *Bacillus* se encontraron entre los principales grupos bacterianos estudiados, conjuntamente con levaduras y componentes derivados de *Saccharomyces cerevisiae*. Esta variedad confirma que los probióticos no constituyen una categoría funcionalmente homogénea y que los efectos comprobados para una cepa específica no deben atribuirse automáticamente a otros microorganismos, aunque pertenezcan al mismo género o especie.

Los mecanismos identificados comprendieron la modulación de la microbiota intestinal, la exclusión competitiva de microorganismos potencialmente patógenos, la conservación de la integridad de la mucosa, el mejoramiento de determinadas funciones digestivas y la regulación de las respuestas inmunitarias. Estos mecanismos pueden actuar de manera interrelacionada y favorecer condiciones apropiadas para la digestión y absorción de nutrientes. Por consiguiente, la posible mejora de la conversión alimenticia no se produce mediante una acción única y directa, sino como resultado de una mayor estabilidad intestinal, una menor afectación por agentes infecciosos y un aprovechamiento más eficiente de los componentes de la dieta.

La evidencia analizada mostró que determinados productos probióticos pueden favorecer la ganancia de peso y reducir la cantidad de alimento requerida para alcanzar un nivel específico de crecimiento. Sin embargo, también se encontraron respuestas variables y estudios en los que las diferencias productivas no fueron consistentes. La efectividad estuvo condicionada por la cepa, concentración viable, vía de administración, duración de la suplementación, edad de las aves, composición de la dieta, estado sanitario y características ambientales. Por ello, la elección de un probiótico debe fundamentarse en información verificable sobre la formulación y las condiciones bajo las cuales fue evaluada, evitando recomendaciones basadas exclusivamente en la denominación general del producto. Los resultados también evidenciaron que la relación entre microbiota intestinal y conversión alimenticia todavía no se encuentra completamente esclarecida. Aunque diferentes investigaciones mostraron cambios en las poblaciones microbianas después de la suplementación, no fue posible identificar una composición universal asociada con una mayor eficiencia productiva. La complejidad del ecosistema intestinal y las diferencias entre los métodos de análisis limitan la formulación de relaciones causales. En consecuencia, se requieren estudios que integren técnicas moleculares, análisis de metabolitos, mediciones de digestibilidad, evaluación de la barrera intestinal y registros estandarizados de consumo y crecimiento.

Entre los principales vacíos de conocimiento se identificaron la falta de uniformidad en la caracterización de las cepas, la variabilidad de las dosis, la insuficiente información sobre la viabilidad de los microorganismos y las diferencias entre los diseños experimentales. También se observó una limitada evaluación de la persistencia de los efectos, de las interacciones entre dieta y probióticos y de las respuestas obtenidas bajo condiciones comerciales. Estas limitaciones dificultan comparar los resultados y establecer pautas generales de suplementación para los diferentes sistemas avícolas.

La revisión presenta como limitación la utilización de un corpus documental delimitado que no representa necesariamente la totalidad de la producción científica disponible. Asimismo, la heterogeneidad de los estudios

incluidos impidió realizar una comparación cuantitativa de la eficacia global. La integración de investigaciones experimentales y revisiones permitió examinar diferentes dimensiones del fenómeno, pero también incorporó niveles de evidencia distintos. Por lo tanto, las conclusiones deben interpretarse como un mapeo de las tendencias, mecanismos y vacíos identificados y no como una estimación definitiva aplicable a todos los probióticos.

Las investigaciones futuras deben identificar con precisión las cepas, comprobar su viabilidad, establecer dosis óptimas y comparar formulaciones monocepa y multicepa. También deben evaluar diferentes momentos y vías de administración, controlar las interacciones con la dieta y describir detalladamente las condiciones sanitarias y ambientales. La incorporación de estudios longitudinales y ensayos desarrollados en explotaciones comerciales permitirá determinar si los efectos observados experimentalmente se mantienen durante ciclos productivos completos y bajo condiciones reales de producción.

Finalmente, la viabilidad de la suplementación no debe determinarse únicamente mediante diferencias estadísticas en la conversión alimenticia. Los estudios deben incorporar análisis económicos que comparen el costo de los productos con la reducción del consumo, el incremento de la ganancia de peso, la disminución de la mortalidad y otros beneficios sanitarios. En términos generales, los probióticos representan una alternativa prometedora para fortalecer la salud intestinal y la eficiencia de los sistemas avícolas, pero su utilización debe sustentarse en evidencia específica, metodológicamente sólida y económicamente aplicable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Qattan, S. Y. A., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abdel-Moneim, A. M. E., & Alagawany, M. (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>
- Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Farag, M. R., Sachan, S., Karthik, K., & Dhama, K. (2018). The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 10611–10618. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1687-x>
- Angelakis, E. (2017). Weight gain by gut microbiota manipulation in productive animals. *Microbial Pathogenesis*, 106, 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.11.002>
- Clavijo, V., & Flórez, M. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poultry Science*, 97(3), 1006–1021. <https://doi.org/10.3382/ps/pex359>
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
- Jha, R., Das, R., Oak, S., & Mishra, P. (2020). Probiotics (direct-fed microbials) in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, growth and laying performance, and gut health: A systematic review. *Animals*, 10(10), 1863. <https://doi.org/10.3390/ani10101863>
- Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E. A. J., Hermes, G. D. A., Stegeman, J. A., & Smidt, H. (2018). Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 235. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>
- Kogut, M. H. (2019). The effect of microbiome modulation on the intestinal health of poultry. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.008>
- Krysiak, K., Konkol, D., & Korczyński, M. (2021). Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals*, 11(6), 1620. <https://doi.org/10.3390/ani11061620>
- Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens*, 10, 21. <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0>

- Neveling, D. P., & Dicks, L. M. T. (2021). Probiotics: An antibiotic replacement strategy for healthy broilers and productive rearing. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 13, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09640-z>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
- Pourabedin, M., & Zhao, X. (2015). Prebiotics and gut microbiota in chickens. *FEMS Microbiology Letters*, 362(15), fnv122. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnv122>
- Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the development and uses of alternatives to antibiotic growth promoters in poultry and swine production. *Antibiotics*, 11(6), 766. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>
- Shurson, G. C. (2018). Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 60–76. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010>
- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99–111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X14000106>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., et al. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Wickramasuriya, S. S., Macelline, S. P., Cho, H. M., Hong, J. S., Park, S. H., & Heo, J. M. (2024). Alternatives to antibiotic growth promoters for poultry: A review. *Poultry Science*, 103(8), 103792. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103792>
- Yadav, S., & Jha, R. (2019). Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10, 2. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0310-9>
- Yaqoob, M. U., Wang, G., & Wang, M. (2022). An updated review on probiotics as an alternative of antibiotics in poultry—A review. *Animal Bioscience*, 35(8), 1109–1120. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0485>

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se llevó a cabo de conformidad con los principios éticos que rigen la investigación con participantes humanos. Antes de la recolección de los datos, el protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el comité de ética institucional correspondiente. Todos los participantes fueron informados de manera clara sobre los objetivos del estudio, los procedimientos, las posibles implicaciones y el carácter voluntario de su participación, otorgando posteriormente su consentimiento informado. Durante todo el proceso de investigación se garantizó la confidencialidad de la información, el anonimato de los participantes y el uso exclusivo de los datos recopilados con fines científicos y académicos.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Los autores declaran que la herramienta de inteligencia artificial generativa ChatGPT fue utilizada exclusivamente para la traducción al idioma inglés y la revisión lingüística del manuscrito. Esta herramienta no contribuyó a la concepción del estudio, el diseño de la investigación, la recolección de datos, el análisis estadístico, la interpretación de los resultados ni a la elaboración de las conclusiones. Los autores asumen la plena responsabilidad por la originalidad, exactitud, integridad y validez científica del contenido presentado en este manuscrito.

FINANCIAMIENTO

La presente investigación no recibió subvenciones, becas ni apoyo financiero específico por parte de organismos públicos, entidades comerciales u organizaciones sin fines de lucro.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses de carácter financiero, personal, profesional o institucional que hayan podido influir en el desarrollo, los resultados o la publicación de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Nombres de autores e iniciales:

Anthony Anderson Acosta Alcívar (AAAA)

Funciones desempeñadas por cada autor:

Conceptualización: (AAAA)

Curación de datos: (AAAA)

Análisis formal: (AAAA)

Adquisición de fondos: (AAAA)

Investigación: (AAAA)

Metodología: (AAAA)

Administración del proyecto: (AAAA)

Recursos: No aplica

Software: (AAAA)

Supervisión: (AAAA)

Validación: (AAAA)

Visualización: (AAAA)

Redacción – Borrador original: (AAAA)

Redacción – Revisión y edición: (AAAA)