

Empleo de microorganismos probióticos en producción aviar.

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Alimentación y
Nutrición.**

Diego Mauricio Caballero Ochoa

Médico Veterinario Zootecnista

Asesor

PhD Msc Angela María León Peláez

Ingeniera de Alimentos

Corporación Universitaria Lasallista.

Ingeniería de Alimentos

Especialización en Alimentación y Nutrición

Caldas-Antioquia

2024

CONTENIDO

Introducción	5
Resumen	7
Planteamiento del Problema	8
Justificación	10
Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	12
Marco teórico	13
Bacterias ácido-lácticas y microorganismos probióticos	13
Morfología, anatomía e histología intestinal	15
Parámetros zootécnicos	16
Metodología	20
Etapa 1: Ecuación de búsqueda y Selección de artículos	20
Etapa 2: Análisis de datos y síntesis de información	21
Etapa 3: Redacción de informe	23
Resultados	25
Discusión	39
Conclusiones	46
Perspectivas	48
Bibliografía	49

Lista de figuras

Figura 1. Distribución porcentual de Microorganismos probióticos en Pollos de Engorde.....	28
Figura 2. Distribución porcentual de Cambios Morfométricos e Histológicos realizados por Probióticos en el Intestino de Pollos de Engorde.	31
Figura 3. Distribución porcentual de Parámetros Zootécnicos en pollos de engorde tratados con distintos tratamientos de microorganismos probióticos como reemplazo a los antibióticos.....	34

Lista de Anexos

Anexo 1. Revisión de literatura: El impacto del empleo de probióticos en la producción avícola de pollos de engorde.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado que se desarrolla a continuación tiene como objetivo desarrollar una revisión de literatura sobre investigaciones publicadas entre los años 2013 y 2023, sobre el efecto causado por la ingesta de microorganismos probióticos en pollos de engorde y su relación con el rendimiento de estos y la salud intestinal. El uso de probióticos puede tener alcances significativos para la producción avícola, ya que puede mejorar la performance, la sanidad animal y la seguridad de los alimentos que se obtienen a partir de ellos. También pueden reducir la necesidad de antibióticos en la producción animal, lo que puede tener implicaciones importantes para la salud humana al reducir los riesgos asociados con el uso excesivo de antibióticos en la producción animal (Moretti et al, 2020).

La metodología seguida en esta investigación consistió en la revisión de literatura sobre los efectos de las bacterias de ácido láctico y las levaduras como probióticos en el rendimiento de pollos de engorde. Las publicaciones revisadas se distribuyeron entre tesis de grado, postgrado, y publicaciones en revistas indexadas internacionales. El análisis de los artículos se dividió en varios aspectos como fueron: microorganismos empleados, objetivos de cada investigación, metodología utilizada, parámetros zootécnicos, cambios morfológicos e histológicos y discusión. Dichas investigaciones constituyen trabajos estructurados y siguen una metodología rigurosa para evaluar los efectos de los probióticos en el rendimiento y la salud de los pollos de engorde. Para ello se aplicaron diferentes técnicas de análisis, como la histomorfometría de tejidos intestinales, parámetros zootécnicos, crecimiento, peso relativo, ganancia de peso y tamaño de los órganos, parámetros sanguíneos, cambios morfológicos e histológicos en vellosidades y criptas, respuestas inmunitarias de los pollos de engorde (Sjofjan et al., 2021b).

A continuación, se desarrollan los siguientes capítulos del informe. El marco teórico aborda conceptos básicos en los que se sustenta el estudio de la administración probiótica en la crianza de aves. El capítulo de Resultados se presenta en dos partes: el Anexo 1 contiene las tablas descriptivas de las tesis y artículos consultados, mientras que en el texto se presenta un breve resumen de los trabajos evaluados y qué temas se desarrollaron en ellos principalmente. La discusión presenta un análisis de los efectos obtenidos con la aplicación de los probióticos en la producción aviar.

RESUMEN

El trabajo de grado que se desarrolla a continuación consiste en una revisión de literatura de investigaciones publicadas a nivel internacional (período 2013-2023), sobre el efecto de la utilización de microorganismos probióticos, tanto Bacterias Ácido-Lácticas (BAL) como levaduras, en la producción aviar. El objetivo consiste en compilar tanto metodologías como resultados previos que fundamenten la aplicación a futuro de un producto probiótico comercial para producción aviar en Colombia. Para este objetivo se consultaron publicaciones seriadas en revistas indexadas y tesis de grado y postgrado en diferentes idiomas, abordando los siguientes aspectos:

- Especies microbianas empleadas en producción aviar.
- Efectos de la aplicación de los microorganismos en la producción aviar en aspectos como: Morbi mortalidad, Calidad de la carne, Parámetros zootécnicos e Histología intestinal.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el uso de probióticos mejora los parámetros zootécnicos, la sanidad animal y la seguridad de los alimentos que se obtienen a partir de los pollos de engorde. También puede reemplazar el uso de antibióticos en producción animal, reduciendo los riesgos asociados con la aparición de microorganismos patógenos multirresistentes a antibióticos.

Los resultados de esta revisión son de interés para la industria avícola y los profesionales de la medicina veterinaria y biotecnología alimentaria. Finalmente, éstos serán el fundamento para la definición de la metodología y análisis de resultados en la aplicación de un producto comercial en la producción aviar en Colombia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La seguridad alimentaria y nutricional se relaciona con la disponibilidad, acceso, calidad e inocuidad de los alimentos, adaptados a los patrones culturales de consumo. Sin embargo, condiciones como violencia, desplazamiento forzado y pobreza han contribuido a la inseguridad alimentaria en Colombia (Yeraldini et al., 2020). Dentro de las alternativas posibles que ayuden a eliminar la inseguridad alimentaria y la malnutrición, se cuenta como una opción productiva y económica el consumo de carne de pollo y huevos (Álvarez et al., 2013).

Sin embargo, la avicultura en Colombia enfrenta desafíos como la competencia con productos importados y el riesgo de enfermedades emergentes. Aún así, existe un potencial de expansión con el aumento en la demanda de carne de pollo y huevos. Las cifras productivas lo sustentan, dado que, en 2019 la avicultura representó el 7,50 % del PIB agropecuario y el 32,80 % del PIB pecuario en Colombia, con una producción de pollo de engorde que mostró un crecimiento constante del 2,30 % entre 2010 y 2018. (Gómez Londoño et al., 2022). En el año 2021 se produjeron 1.694.290 toneladas de pollo en Colombia, incrementando un 4.6% respecto al año 2020 (Fenavi, 2022). Se resalta que, durante 2022, el departamento del Santander se destacó por su capacidad ocupada en la producción industrial de pollo de engorde, representando una parte significativa de la capacidad y sistemas de producción Colombiana. (Fenavi, 2022; Gómez Londoño et al., 2022).

El crecimiento productivo trae aparejado el riesgo sanitario por contaminación con microorganismos patógenos además de una presión por alcanzar rápido el peso del animal para su faenado. Una estrategia común en la producción avícola consiste en el uso de antibióticos en dosis bajas, como promotores de crecimiento. Aunque son económicos y fáciles de administrar, esto ha

llevado a la resistencia microbiana en patógenos como *Salmonella sp.* y *E. coli*, contaminando la carne avícola, representando un riesgo para la salud pública y la seguridad alimentaria. El abuso de antibióticos en la producción animal ha generado resistencia bacteriana y en consecuencia, un mayor riesgo asociado a enfermedades transmitidas por alimentos. El uso extensivo de antibióticos en granjas avícolas ha aumentado la resistencia a cefalosporinas en patógenos humanos. Como una alternativa se ha estudiado el uso de BAL de diferentes orígenes con potencial probiótico, tanto para mejorar la salud y el bienestar animal, así como para reducir las enfermedades transmitidas por alimentos. (Correa, 2018; Moretti et al., 2020). El permeado de suero fermentado con BAL probióticas, aisladas del tracto gastrointestinal de pollos, tienen actividad bactericida contra *Salmonella* y *E. coli*, aumentan la salud intestinal y promueven un mayor peso en los pollos (Moretti et al., 2020, 2022).

Se propone para esta investigación hacer una revisión de literatura sobre los aspectos metodológicos y los resultados obtenidos en relación con la administración de BAL en pollos de engorde, haciendo énfasis en los cambios morfométricos intestinales, morbimortalidad y parámetros zootécnicos. Esta revisión servirá en una segunda etapa como fundamento para estudiar el efecto causado por la administración de Kefir de Agua durante la crianza de pollos en una granja avícola del Departamento de Santander. Se evaluará el mejoramiento de parámetros productivos: consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso, disminución de la morbimortalidad, los cuales se realizarán en el Departamento del Santander.

JUSTIFICACIÓN

En este trabajo de grado de la Especialización en Alimentación, se realiza una revisión de literatura sobre la aplicación de microorganismos probióticos en la producción aviar, la cual servirá en primer lugar, como base metodológica y científica para una siguiente investigación sobre aplicación de kefir en producción aviar con la empresa ANCESTRAL FERMENTADOS S.A.S.

La futura aplicación de probióticos en producción aviar permitirá producir animales con un perfil sanitario y productivo natural, protegiendo la seguridad alimentaria y reduciendo el uso de antibióticos a la alimentación humana. Generar beneficios sociales y culturales en la producción natural de aves de engorde, haciendo énfasis en políticas de bienestar animal. Desde una perspectiva ambiental, reducir la residualidad de antibióticos en cárnicos de origen aviar. Finalmente, desde el ámbito productivo, aportar al fomento de la producción verde y granjas autosostenibles, evitando el uso de sintéticos, antibióticos y promotores de crecimiento.

Con este trabajo de revisión, se logra un aporte científico - tecnológico en el área productiva, ya que sus resultados servirán como fundamento científico a los productores aviares que están evaluando la aplicación de microorganismos probióticos como sustitutos a los promotores de crecimiento.

Finalmente, es importante resaltar que este estudio genera la apertura de nuevos lineamientos investigativos en la Especialización en Alimentación y Nutrición de la Universidad Lasallista, enfocados en la producción animal.

OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Describir y analizar mediante una revisión de literatura, el efecto producido y las metodologías empleadas, sobre parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorde, generado por la administración de microorganismos probióticos durante su crianza.

Generar los antecedentes científicos y metodológicos que permitan el planteamiento y ejecución de un trabajo experimental de administración de microorganismos probióticos en aves.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar bibliográficamente publicaciones durante los 10 últimos años sobre la administración de probióticos en aves y analizar los resultados obtenidos sobre los parámetros zootécnicos, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso y morbi-mortalidad.
- Analizar los resultados obtenidos en investigaciones sobre la morfología intestinal de pollos que han sido alimentados con microorganismos probióticos.
- Generar una tabla clasificatoria de todas las investigaciones analizadas donde se discriminen diferentes aspectos (microorganismos, metodología, parámetros zootécnicos, cambios histomorfológicos en intestinos y resultados). A fin de facilitar su consulta y utilización a nivel científico y técnico.
- Establecer a partir de las publicaciones evaluadas la prevalencia de diferentes aspectos evaluados sobre la administración de probióticos en aves.

MARCO TEÓRICO.

Con el fin de abordar el estudio de los efectos probióticos en la performance de los pollos parrilleros, se partió de algunos conceptos teóricos que se describen a continuación.

BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS Y MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS

Las bacterias ácido-lácticas son un grupo de bacterias que producen ácido láctico como producto principal de su metabolismo. El tracto gastrointestinal de los pollos contiene distintos microorganismos siendo las bacterias las más predominantes, con una concentración en el íleon de $10E+8-9$ UFC/g y en los ciegos de $10E+10-11$ UFC/g. Se estima que el TGI de los pollos posee cerca de $10E+13$ bacterias y que solo entre el 10 y el 60 % de aquellas han podido ser cultivadas e identificadas por métodos convencionales. Las especies predominantes en íleon corresponden al género *Lactobacillus*, en primer lugar, seguido por las familias *Clostridiaceae*, *Streptococcaceae*, *Enterococcaceae*. La familia que más se establece en esta región intestinal es *Clostridiaceae*. La colonización por la microbiota nativa natural es complicada, lo que conlleva a que el intestino sea fácilmente colonizado por microorganismos patógenos, entre los que se destacan *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., Las pérdidas económicas son muy altas y están directamente relacionadas con enteropatógenos que afectan la explotación aviar (Blajman et al., 2017,).

Para que un organismo sea considerado probiótico debe cumplir una serie de caracterizaciones como su identificación, el estudio de su estabilidad fenotípica y genotípica y los patrones de utilización de hidratos de carbono y proteínas. Además, se determina la resistencia a la acidez gástrica y a la bilis, la adhesión al epitelio intestinal y, opcionalmente, la resistencia a lisozima. Otros factores que se consideran al aplicar productos probióticos son la capacidad de utilizar prebióticos (opcional) y la existencia de ensayos *in vivo* e *in vitro* que demuestran los

efectos probióticos adjudicados. Asimismo, deben tener carácter Generally Regarded as Safe (GRAS, reconocido como seguro para la salud) y no presentar resistencia a antibióticos ni determinantes de patogenicidad. El efecto probiótico incluye distintos mecanismos, que incluyen adhesión a receptores del epitelio intestinal, producción de sustancias antimicrobianas como ácido láctico, acético y propiónico, que acidifican el medio intestinal y, así, crean un ambiente hostil para el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos, reduciendo significativamente su velocidad de multiplicación y mueren al no encontrar un ambiente adecuado (Blajman et al., 2017).

En este sentido, en las investigaciones sobre su aplicación se discuten los cambios en la composición de la microbiota en diferentes partes del tracto gastrointestinal de los pollos, así como los efectos de los metabolitos de fermentación en la salud intestinal y el rendimiento de los pollos. Además, se aborda la problemática de la producción intensiva de pollos y la necesidad de encontrar soluciones para mejorar el bienestar animal y reducir los impactos negativos en el medio ambiente (Dittoe et al., 2022a). Las investigaciones además describen diseños experimentales utilizados en alimentación de aves, incluyendo la selección de los animales, la formulación de las dietas experimentales y los procedimientos de muestreo y análisis de datos. Algunos de los microorganismos más usados como probióticos en animales son: *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus stearothermophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la selección de los microorganismos probióticos puede variar dependiendo de la especie animal y las condiciones específicas de producción (Barros M et al, 2018). Todo este trabajo realizado con estos microorganismos representó una mejora significativa en varios de los parámetros zootécnicos en

los grupos tratados con productos lácteos fermentados y probióticos, incluyendo el peso corporal, la conversión alimenticia, la ganancia diaria de peso y la mortalidad (Moretti et al, 2020).

MORFOLOGÍA, ANATOMÍA E HISTOLOGÍA INTESTINAL.

Las criptas son estructuras glandulares y tubulares presentes en la mucosa de las vellosidades intestinales. Estas estructuras se encuentran en la base de las vellosidades y contienen células que se dividen y se diferencian para reemplazar las células que se pierden en la superficie de las vellosidades. Las invaginaciones, por otro lado, son pliegues en la pared del intestino que aumentan la superficie de absorción de nutrientes. Estas invaginaciones se encuentran en la mucosa del intestino delgado y están cubiertas por vellosidades intestinales. En conjunto, las criptas y las invaginaciones son importantes para la absorción de nutrientes y la renovación de las células intestinales (Jurado et al, 2019).

Otras investigaciones consideran que el aumento de la altura de las vellosidades intestinales es beneficioso para los pollos de engorde, ya que vellosidades más altas indican epitelios más maduros y una función de absorción mejorada debido al aumento del área de absorción de las vellosidades (Moretti et al, 2020).

Los pollos de engorde son aves criadas específicamente para la producción de carne. Se caracterizan por su rápido crecimiento y eficiente conversión alimenticia, lo que los convierte en una fuente importante de proteína animal. La producción de pollos de engorde implica una serie de prácticas de manejo, incluyendo la selección genética, el control del ambiente y la nutrición adecuada (González I et al, 2016). La zootecnia es la ciencia que se encarga del estudio y manejo de los animales domésticos, incluyendo su reproducción, alimentación y genética. La morfometría es una rama de la biología que se enfoca en el estudio cuantitativo de la forma y estructura de los organismos vivos. Puede utilizarse para medir las características estructurales de las vellosidades

intestinales del duodeno en pollos de engorde y evaluar su relación con los índices productivos. La morfología se refiere a la estructura y forma de los organismos vivos, mientras que las criptas son invaginaciones en la mucosa intestinal que contienen células secretoras y células inmunitarias (González I et al, 2016).

PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS

Los parámetros productivos son medidas utilizadas para evaluar el rendimiento de los animales en términos de ganancia de peso, crecimiento, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y otros indicadores. Los parámetros zootécnicos son medidas utilizadas para evaluar el rendimiento de los animales en términos de producción, salud y bienestar. Estos parámetros pueden incluir el peso corporal, la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia, el consumo de alimento, la mortalidad y otros indicadores. En el caso de los pollos de engorde, los parámetros zootécnicos se utilizan para evaluar su crecimiento y rendimiento productivo a lo largo del ciclo de producción (González I et al, 2016). Dentro de estos parámetros la morbimortalidad da una medida del descenso de las aves que entran al proceso productivo (Aves encasetadas). De allí se deriva el concepto de Saldo de Aves Lote, que indica las aves que permanecen en proceso productivo. La eficiencia alimenticia FCR (Feed Conversion Ratio) es un parámetro clave en la producción de pollos de engorde. Se calcula dividiendo la cantidad de alimento consumido por el peso vivo ganado durante un período determinado. El Factor de Eficiencia de Producción (PEF), es una medida de la eficiencia de producción que relaciona la mortalidad, el peso vivo y la FCR. El PEF se calcula multiplicando la viabilidad por el peso vivo en kg, y dividiendo el resultado por la edad en días multiplicada por la FCR (González I et al, 2016). Un PEF más alto indica una mejor eficiencia técnica (Manual Ross, 2018).

A continuación, se describen las fórmulas correspondientes a diferentes parámetros productivos que se emplean en la producción aviar:

$$\text{Eficiencia Alimenticia} = \frac{\text{Bultos totales consumidos lote} \times 40.000 \text{ Gramos (saco alimento)}}{\text{saldo de aves (Manual Ross, 2018)}}$$

La eficiencia alimenticia se refiere a la cantidad de alimento que un animal necesita para producir una unidad de peso corporal o de producto (como carne, leche o huevos). En otras palabras, es la relación entre la cantidad de alimento consumido y la cantidad de peso ganado o producto producido, conocido como consumo acumulado en gramos semanalmente. Una mayor eficiencia alimenticia significa que el animal está utilizando el alimento de manera más efectiva y produciendo más carne, leche o huevos por unidad de alimento consumido. En la producción de pollos de engorde, la eficiencia alimenticia es un factor clave para maximizar la rentabilidad y minimizar los costos de producción (Manual Ross, 2018)

$$\text{Consumo en gramos ave día} = \frac{\text{Total gramos semanal}}{7 \text{ días (Manual Ross, 2018)}}$$

El consumo de gramos por ave por día es la cantidad de alimento que una sola ave consume en un día determinado. Esta medida es importante en la producción avícola, ya que permite monitorear el consumo de alimento de las aves y ajustar la cantidad y el tipo de alimento que se proporciona para maximizar el crecimiento y la eficiencia alimenticia. El consumo de gramos por ave por día puede variar dependiendo de factores tales como la edad de las aves, el peso corporal, la temperatura ambiente, la calidad del alimento y otros factores ambientales (Manual Ross, 2018).

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Gramos totales de la semana consumidos}}{\text{Peso promedio (Manual Ross, 2018)}}$$

La conversión alimenticia es una medida de la eficiencia con la que un animal convierte el alimento que consume en peso corporal o producto (como carne, leche o huevos). Se calcula

dividiendo la cantidad de alimento consumido por el animal por la cantidad de peso corporal o producto producido. Por ejemplo, si un pollo de engorde consume 2 kilogramos de alimento y gana 1 kilogramo de peso corporal, su conversión alimenticia sería de 2:1 (2 kilogramos de alimento por cada kilogramo de peso corporal ganado). En la producción avícola, una conversión alimenticia más baja indica una mayor eficiencia en la utilización del alimento y, por lo tanto, una mayor rentabilidad y menor costo de producción (Manual Ross, 2018).

$$\text{Eficiencia Americana} = \text{Peso promedio} / \text{Conversión Alimenticia} \text{ (Manual Ross, 2018).}$$

El alimento representa la mayor proporción de los costos de producción del pollo de engorde y las raciones para los pollos de engorde deben ser formuladas de manera tal que proporcione el balance correcto de energía, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales para alcanzar un desempeño óptimo. Además, el suministro de niveles de nutrientes balanceados correctamente y el uso de más ingredientes digeribles ayuda a minimizar los efectos del estrés por calor y mejorar la eficiencia alimenticia (Manual Ross, 2018).

$$\text{Índice de profundidad} = (\text{Eficiencia Americana} / \text{conversión Alimenticia}) \times 10 \text{ (Manual Ross, 2018).}$$

Es una medida de la forma del cuerpo de las aves de engorde. El índice de profundidad se calcula dividiendo la distancia desde la parte superior del esternón hasta la parte inferior del cuerpo por la longitud del cuerpo desde la base del cuello hasta la cloaca. Un índice de profundidad más alto indica que el cuerpo de la ave es más profundo en relación con su longitud, mientras que un índice de profundidad más bajo indica que el cuerpo es más plano. El índice de profundidad se utiliza a menudo como una medida de la conformación de la canal y puede estar relacionado con la calidad de la carne y la eficiencia de la producción (Manual Ross, 2018).

$$\text{Kg producido} \times \text{Mt}^2 = \text{Peso total aves en beneficio} / \text{Mts}^2 \text{ (Manual Ross, 2018).}$$

Es la cantidad de peso de las aves producido en un área determinada (en kilogramos) dividido por el área de la superficie en la que se encuentran (en metros cuadrados). Por ejemplo, si se producen 1000 pollos que pesan un total de 500 kg en un área de 10 metros cuadrados, la cantidad de peso producido por metro cuadrado sería de 50 kg/m². Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta no es una medida comúnmente utilizada en la producción avícola y puede no ser una forma precisa o útil de evaluar la eficiencia de la producción (Manual Ross, 2018).

La evaluación regular de estos parámetros es importante para identificar posibles problemas y tomar medidas correctivas para mejorar la salud y el bienestar de los animales (González I et al, 2016).

METODOLOGÍA

6.1 Etapa 1: Ecuación de búsqueda y Selección de artículos

Búsqueda en bases de datos:

- Se realizó una búsqueda exhaustiva mediante el buscador SIBILA de la Unilasallista, en bases de datos relevantes como PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar en un período de 5 años.
- No se aplicaron restricciones de idioma.
- La estrategia de búsqueda incluyó la combinación de términos como “probiotics” poultry”, “lactic acid bacteria”, “*Lactobacillus*”.

Selección de artículos:

- Se pudo determinar que no existía suficiente información en los últimos cinco años, por lo cual se procedió a buscar en el rango de 10 años.
- Se identificaron inicialmente 50 artículos que cumplían con los criterios de búsqueda.
- Se excluyeron aquellos estudios que no estaban relacionados directamente con el uso de probióticos o bacterias ácido-lácticas en la producción aviar.
- Se priorizaron los artículos que presentaban investigaciones originales, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- Además de los artículos científicos, se incluyeron 7 tesis de grado y posgrado que proporcionaban información relevante sobre el tema.

Criterios adicionales de búsqueda en los artículos y tesis:

Se seleccionaron los trabajos que cumplieran los siguientes criterios.

- Que fueran resultado de trabajos de investigación

- Que emplearan microorganismos con potencial probiótico
- Que especificaran Objetivos, Metodología y resultados
- Que incluyeran el análisis de algunos de los siguientes aspectos en aves criadas con microorganismos Probióticos: Parámetros zootécnicos, Histomorfología intestinal, Morbi mortalidad.

Etapas 2: Análisis de datos y Síntesis de información

Extracción de datos:

- Se extrajo información relevante de los artículos y tesis seleccionados, incluyendo los tipos de probióticos o bacterias ácido-lácticas utilizados, las especies aviares estudiadas, las dosis administradas, los resultados en términos de salud y rendimiento aviar, entre otros.

Análisis y síntesis:

- Se organizó y analizó la información recopilada para identificar patrones, tendencias y discrepancias en los resultados de los estudios.
- Se clasificaron los probióticos o bacterias ácido-lácticas según su efectividad, dosificación óptima, efectos secundarios, etc.
- Se realizaron comparaciones entre los diferentes estudios para evaluar la consistencia de los hallazgos y las posibles limitaciones de la investigación.
- En el desarrollo de esta investigación se abordaron las 7 tesis que muestran el trabajo realizado por cada autor y se establece el contexto y los objetivos de cada investigación. Luego se presta atención a los detalles de la

metodología utilizada en cada estudio, como la dosis y el tipo de probiótico utilizado, el diseño experimental y las medidas variables.

- Se identificaron posteriormente las secciones relevantes de cada trabajo que abordan el uso de probióticos en aves, la ganancia de peso, calidad e inocuidad de la carne y demás parámetros zootécnicos, además el efecto del uso de probióticos en la alimentación de pollos de engorde sobre la morfometría del intestino para mejorar la absorción de nutrientes y la conversión alimenticia.

- El análisis finalizó investigando los resultados y conclusiones para comprender los hallazgos de cada investigación considerando las limitaciones y posibles sesgos de cada estudio al interpretar los resultados.

- Fue necesario buscar información adicional sobre los tipos de probióticos utilizados y los efectos secundarios potenciales.

- Los 32 artículos presentados, fueron abordados sistemáticamente para profundizar en una amplia variedad de temas relacionados con la producción avícola y el uso de aditivos en la alimentación de pollos de engorde, estos temas incluyen la eficacia de los probióticos, la búsqueda de alternativas a los antibióticos, la evaluación económica de diferentes dietas, la digestibilidad de nutrientes, la composición microbiana intestinal, la salud y el rendimiento de las aves, la calidad de la carne y la rentabilidad de la producción avícola.

- Al estudiar estos artículos, los productores avícolas y otros profesionales pueden obtener información valiosa y detallada sobre los diferentes enfoques y estrategias utilizados en la producción avícola y el uso de aditivos en la

alimentación de pollos de engorde, lo que les permitirá tomar decisiones informadas y precisas en su propia práctica profesional.

- En este análisis también se utilizó una definición clara de los objetivos, que incluyeron explorar la eficacia de probióticos, buscar alternativas a los antibióticos, evaluar la economía de diferentes dietas, analizar la digestibilidad de nutrientes, investigar la composición microbiana intestinal, evaluar la salud y rendimiento de las aves, analizar la calidad de la carne y evaluar la rentabilidad de la producción avícola, también se utilizaron metodologías para lograr criterios de inclusión y exclusión de los artículos.

- Luego se detallaron y se abordaron diferentes temas y se extrajeron los datos pertinentes. Análisis de los parámetros zootécnicos relevantes examinados, tales como tasas de crecimiento, eficacia de conversión alimenticia, además un resumen de los hallazgos histológicos relevantes relacionados con la alimentación de pollos de engorde y el uso de aditivos.

- Los 32 artículos se seleccionaron dado que representan una contribución importante al conocimiento científico en el campo de la producción y la nutrición animal y proporcionan información valiosa para la industria avícola y los profesionales de la medicina veterinaria y biotecnología alimentaria (Dittoe et al., 2022a).

Etapas 3: Redacción del informe

- Para llevar a cabo el análisis de la bibliografía encontrada, se utilizó una metodología estructurada que permitió recopilar y analizar información relevante de los artículos y tesis seleccionados. Se diseñó una tabla de Excel para organizar los siguientes

ítems: trabajos de investigación, microorganismos usados, objetivos, metodología, parámetros zootécnicos, histomorfología intestinal, resultados relevantes.

- Este enfoque permitió una organización clara de la información recopilada, lo que facilitó la posterior redacción del informe y la síntesis de los resultados obtenidos.
- Se citaron adecuadamente todas las fuentes utilizadas.
- Esta metodología permitió llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre el uso de probióticos, especialmente bacterias ácido-lácticas, en la producción aviar, utilizando una combinación de artículos científicos, tesis de pregrado y de posgrado (Uribe & Morales, 2022)

RESULTADOS

7.1 Tabla de análisis de publicaciones.

En el Anexo 1 se presenta la tabla de excel que resume los resultados del análisis de los diferentes trabajos consultados sobre uso de probióticos en producción Aviar. La tabla consta de dos hojas de cálculo. La primera hoja aglutina todas las tesis de pregrado y postgrado revisadas. La segunda hoja de cálculo desarrolla el análisis de los artículos analizados.

Todas las investigaciones fueron estudiadas a fin de extraer sus principales aportes con relación a los resultados obtenidos cuando se aplicaron microorganismos probióticos en la producción aviar.

- **Columnas de análisis en las hojas de cálculo con tesis de grado/postgrado y publicaciones.** En el análisis de las tesis se extrajeron y desarrollaron los siguientes aspectos, que se discriminaron en las columnas que se describen a continuación:

- **Trabajo de Investigación.** Título del trabajo y autores. Se analizaron 7 tesis y 32 artículos en revistas científicas.

- **Microorganismos empleados.** Se indican los géneros y especies de los microorganismos que fueron administrados en la dieta de las aves. Todas las tesis emplearon diferentes especies de BAL y algunas especies del género *Bacillus*.

- **Objetivo.** Se presenta el objetivo general del trabajo revisado.

- **Metodología.** Se presenta a grandes rasgos la metodología empleada en cuanto a diseño experimental (línea genética, cantidad de aves

y distribución en los tratamientos), la forma de administración del microorganismos probiótico y las variables de salida evaluadas.

- **Parámetros zootécnicos.** Describe los resultados obtenidos en parámetros tales como ganancia de peso corporal, consumo de agua, consumo de alimento, índice de conversión alimenticio, entre otros.
- **Cambios histológicos en los intestinos.** Se describen los cambios en la longitud del intestino, así como profundidad de criptas, altura y densidad de las vellosidades. También se presentan algunos análisis de población microbiana en el intestino.
- **Conclusiones.** Se extrajeron las conclusiones obtenidas de la administración del probiótico en las aves.

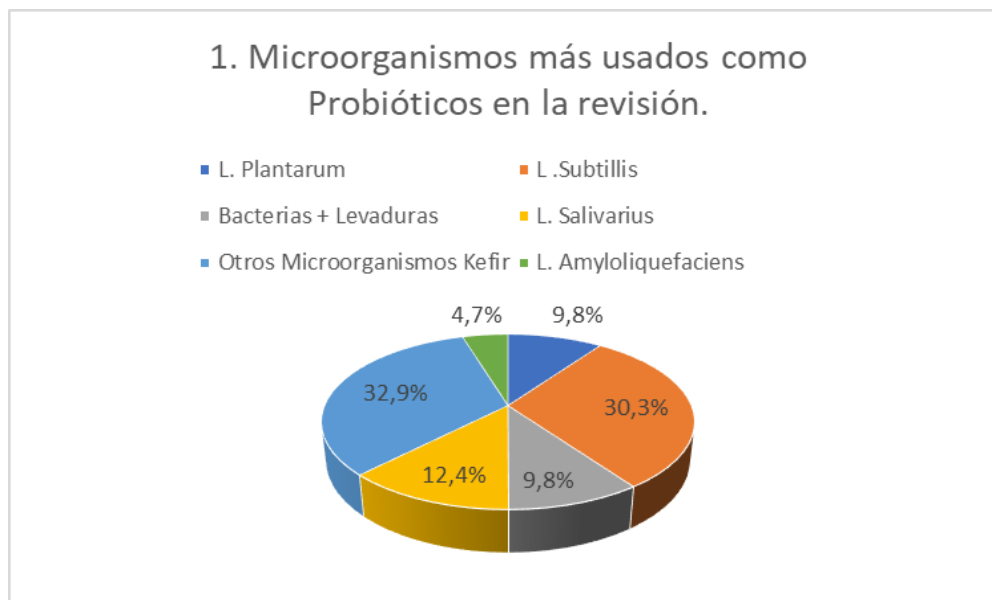
Se desarrolló un análisis porcentual de los contenidos estudiados, el cual se desarrolla a continuación.

7.2 Análisis de Resultados: Análisis porcentual de diferentes aspectos relacionados al efecto causado por la administración de microorganismos probióticos en producción aviar

A partir de la revisión realizada, se procedió a analizar estadísticamente la aparición de diferentes ítems en las publicaciones. Para ello, se presentan a continuación gráficos de tortas en los que se analizaron la distribución porcentual de microorganismos empleados, los efectos en la morfología intestinal y los resultados obtenidos en los parámetros zootécnicos.

7.2.1 Distribución porcentual de Microorganismos probióticos utilizados para producción de Pollos de Engorde. El gráfico circular representa la proporción de diferentes tipos

de microorganismos en el conjunto total de los trabajos revisados, uso de probióticos como sustituto de antibióticos en pollos de engorde.



Fuente: Propia

Figura 1. Distribución porcentual de Microorganismos probióticos en Pollos de Engorde.

Microorganismos

En un 32.9% se usaron como Probióticos, además de *Lactobacillus sp.*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophyllus* y *Saccharomyces cerevisiae*. Se utilizaron otros microorganismos en los estudios revisados. Algunos de estos incluyen *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus salivarius*, *Pediococcus acidilactici*, y *Bifidobacterium bifidum*. Cada uno de estos microorganismos tiene diferentes propiedades probióticas y puede tener efectos diferentes en la salud y el rendimiento de los animales.

B. subtilis se usó en un 30.3 %. *Bacillus subtilis* tiene un buen potencial de antagonismo frente a *Salmonella* entérica. *B. subtilis* C-3102 probiótico, a una concentración de $10E+10$ UFC /

g, es un sustituto eficiente de los antibióticos. Es importante tener en cuenta que los estudios revisados también evaluaron otros probióticos y mezclas de probióticos, y que los resultados pueden variar dependiendo de las condiciones específicas de producción.

L. salivarius se usó en el 12.4 % de los trabajos porque es un probiótico comúnmente encontrado en el tracto gastrointestinal de los animales y los humanos. Además, se ha demostrado que *L. salivarius* tiene propiedades probióticas, como la capacidad de adherirse a las células intestinales y producir ácido láctico, lo que puede ayudar a mantener un ambiente intestinal saludable. En los estudios revisados, se evaluaron varios probióticos diferentes, incluyendo *L. salivarius*, para determinar su efecto sobre la salud y el rendimiento de los pollos de engorde.

Lactobacillus plantarum se utilizó en un 9.8 % de las investigaciones pues tiene efectos beneficiosos sobre la digestión y la absorción de nutrientes, lo que puede mejorar el rendimiento de los animales. En los estudios revisados, se evaluaron varios probióticos diferentes, incluyendo *L. plantarum*, para determinar su efecto sobre la salud y el rendimiento de los pollos de engorde.

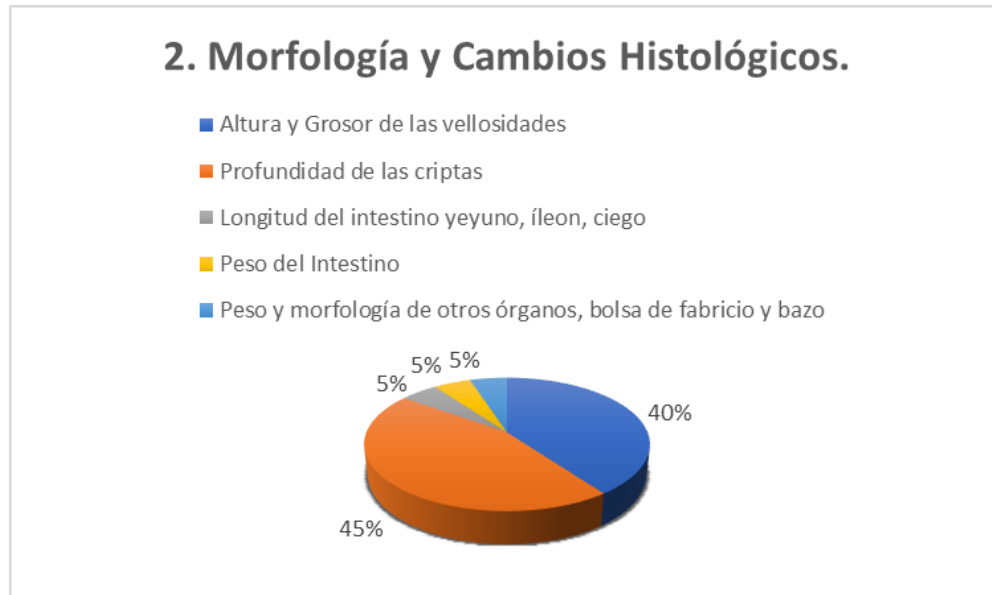
Bacterias + Levaduras se usaron en un 9.8 %, demostrando que pueden tener efectos sinérgicos en la salud y el rendimiento de los animales. Las bacterias y las levaduras tienen diferentes mecanismos de acción y pueden complementarse entre sí para mejorar la salud intestinal y el rendimiento de los animales. Por ejemplo, algunas bacterias pueden producir ácido láctico, lo que puede ayudar a mantener un ambiente intestinal saludable, mientras que algunas levaduras pueden producir enzimas que ayudan a descomponer los nutrientes en el alimento. Además, las mezclas de bacterias y levaduras pueden ser más efectivas que los probióticos individuales porque pueden proporcionar una mayor diversidad de microorganismos beneficiosos para el tracto gastrointestinal de los animales.

B. amyloliquefaciens se usó en un 4.7 % debido a sus propiedades probióticas y su capacidad para producir enzimas que ayudan a descomponer los nutrientes en el alimento y la capacidad de adherirse a las células intestinales. *B. amyloliquefaciens* es una bacteria probiótica que se utiliza en la producción animal para mejorar la salud intestinal y la digestión de los nutrientes. Se ha demostrado que esta bacteria tiene efectos beneficiosos en la población microbiana intestinal, la morfología intestinal y la digestibilidad de los nutrientes en los pollos de engorde.

Distribución porcentual de Cambios Morfométricos e Histológicos realizados por Probióticos en el Intestino de Pollos de Engorde.

La figura presenta un gráfico circular que ilustra la distribución porcentual de diversos cambios morfométricos e histológicos observados en el intestino de pollos de engorde con diversos tratamientos con probióticos sustitutos a antibióticos. Cada sector del círculo representa un componente específico, destacando la proporción relativa de contribución a los cambios totales observados.

Esta representación visual ofrece una gráfica clara de la distribución relativa de los cambios morfométricos e histológicos en el intestino de pollos de engorde tratados con diversos tratamientos, proporcionando información valiosa para comprender la respuesta intestinal ante diversas condiciones o métodos productivos.



Fuente: Propia

Figura 2. Distribución porcentual de Cambios Morfométricos e Histológicos realizados por Probióticos en el Intestino de Pollos de Engorde.

De los trabajos estudiados un 40 % estudió la mejoría en la altura y el grosor de las vellosidades intestinales en los pollos de engorde, debido a los efectos beneficiosos de los probióticos en la salud intestinal. Estos ayudan a mantener un ambiente intestinal saludable y a mejorar la función de absorción de los nutrientes en el intestino. En particular, se ha demostrado que los probióticos pueden aumentar la altura de las vellosidades intestinales, lo que indica epitelios más maduros y una función de absorción mejorada debido al aumento del área de absorción de las vellosidades. Además, se ha demostrado que los probióticos pueden aumentar la actividad de las enzimas secretadas por los extremos de las vellosidades, lo que resulta en una mejor digestibilidad de los nutrientes en el alimento.

Un 45% de los autores estudiaron la profundidad de las criptas ya que este es un indicador de la salud intestinal y la función de absorción de los nutrientes en el intestino. Las criptas intestinales son estructuras en forma de tubo que se encuentran entre las vellosidades intestinales

y contienen células que producen moco y enzimas digestivas. La profundidad de las criptas puede aumentar en respuesta a la inflamación o el daño intestinal, lo que puede indicar una disminución en la función de absorción de los nutrientes en el intestino. Por otro lado, una disminución en la profundidad de las criptas puede indicar una mejora en la salud intestinal y la función de absorción de los nutrientes en el intestino. En los estudios revisados, se midió la profundidad de las criptas en diferentes partes del intestino para evaluar el efecto de los probióticos en la salud intestinal y la función de absorción de los nutrientes en los pollos de engorde. En general, se encontró que los probióticos pueden reducir la profundidad de las criptas, lo que indica una mejora en la salud intestinal y la función de absorción de los nutrientes en el intestino.

La longitud del intestino delgado se midió en un 5% de los trabajos ya que este es un indicador importante de la salud intestinal y la capacidad de absorción de nutrientes en los pollos de engorde. Además, midieron el peso de cada sección del intestino delgado para evaluar su desarrollo y crecimiento. Estos parámetros los midieron en diferentes momentos del estudio para evaluar los cambios en la morfología y el desarrollo del intestino delgado de los pollos de engorde (Wang et al., 2016).

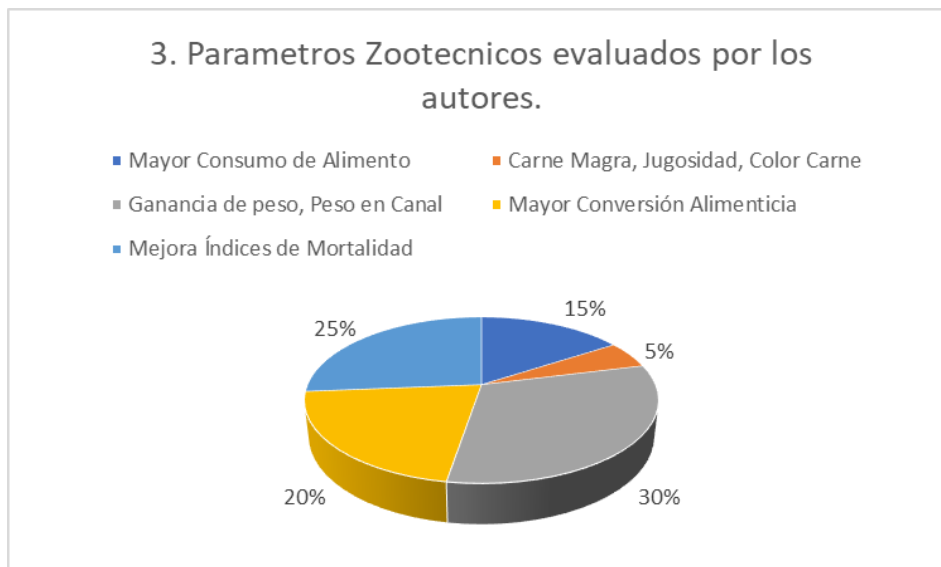
Un 5% de los autores midió el peso del intestino delgado, incluyendo el yeyuno, íleon y ciego, para evaluar los cambios morfológicos e histológicos en el intestino delgado de los pollos. El peso del intestino delgado es un indicador importante del desarrollo y crecimiento del intestino delgado de los pollos y esto puede mostrar resultados en temas de ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia productiva

La evaluación de la salud intestinal y la función de absorción de nutrientes en los pollos de engorde es importante para mejorar su rendimiento y bienestar.

En cuanto al peso y longitud de la bolsa de Fabricio y el bazo, el 5% de los autores midieron el peso de ambos órganos en los animales sacrificados (Correa et al., 2018). Además, algunos autores documentaron la relación directa que hay entre el crecimiento del bazo y de la bolsa de Fabricio en pollos broiler hasta las 3-4 semanas de edad. A partir de ese momento, mientras que el bazo sigue creciendo, la bolsa de Fabricio, en condiciones normales de campo, parece involucionar. Al finalizar el ciclo normal (7 semanas de edad), su tamaño es claramente menor que el del bazo. La relación bolsa de Fabricio/bazo también se determinó mediante algunas ecuaciones (Moretti et al, 2020).

Distribución porcentual de Parámetros Zootécnicos en pollos de engorde tratados con distintos tratamientos de microorganismos probióticos como reemplazo a los antibióticos.

La figura presenta un gráfico circular que detalla la distribución porcentual de distintos parámetros zootécnicos en pollos de engorde tratados con probióticos como alternativa a los antibióticos. Cada sector del círculo representa un parámetro específico, proporcionando una visión general de la contribución relativa de cada factor a la producción de aves de engorde.



Fuente: Propia

Figura 3. Distribución porcentual de Parámetros Zootécnicos en pollos de engorde tratados con distintos tratamientos de microorganismos probióticos como reemplazo a los antibióticos.

Se destaca en un 15% que el consumo de alimento es muy importante para el rendimiento económico de la explotación avícola, por constituir el factor más costoso de todos dentro de la explotación. Por esta razón, es necesario controlar debidamente el suministro con el fin de evitar dar más alimento del que se requiere, así como los desperdicios innecesarios del mismo.

El 5% de los autores mencionan que la colonización de diversos microorganismos patógenos en el tracto gastrointestinal de los pollos puede representar una seria amenaza para la salud de las aves y para la inocuidad y seguridad alimentaria. Los autores evalúan la relación costo-beneficio de diferentes tratamientos en la producción de pollos de engorde, lo que sugiere que la calidad e inocuidad de la carne de pollo es un aspecto importante en la producción avícola y la salud pública.

En los trabajos un 20% evaluó la ganancia de peso de los pollos de engorde en relación con el uso de probióticos. Correa Franco (2018) no encontró diferencia en la ganancia de peso de los animales que fueron alimentados con una mezcla probiótica compleja. Además, Rocha et al. (2010), Olnood et al. (2015) y Salehimanesh et al. (2016) no encontraron diferencias en las variables productivas en pollos parrilleros que consumieron probióticos. Gunther (1995) empleó un probiótico en pollitos en crecimiento que tuvo influencia en la ganancia de peso corporal y en la conversión alimenticia, lo que incrementó el primer indicador de 102,3 a 106,74 % y disminuyó el segundo de 98,42 a 95,26 % con respecto al grupo control. De la misma forma, Capcarova y Hascik (2011) usaron una mezcla de probióticos en pollos de engorde y obtuvieron un aumento del peso. Otros autores presentan los datos de la ganancia de peso de los pollos de engorde en diferentes tratamientos, y se observa que algunos tratamientos mostraron una mayor ganancia de peso en machos a la sexta semana.

La conversión alimenticia se refiere a la cantidad de kilogramos de alimento que se requieren para producir un kilogramo de carne. Por lo tanto, se puede concluir que la conversión alimenticia es un indicador importante de la eficiencia en la producción de carne de pollo, y su mejora puede tener un impacto significativo en la rentabilidad de la explotación avícola. Los autores midieron en un 20% la conversión alimenticia para evaluar el efecto de diferentes dietas en la eficiencia de conversión alimenticia de los pollos Broiler. Se midió el consumo de materia seca, la ganancia de peso y la conversión alimenticia en diferentes grupos de pollos alimentados con diferentes dietas. La medición de la conversión alimenticia permitió a los autores evaluar la eficiencia de producción de cada dieta y determinar cuál de ellas era más eficiente en términos de la cantidad de alimento que se necesitaba para producir una unidad de peso vivo. En resumen, los

autores midieron la conversión alimenticia para evaluar el rendimiento de diferentes dietas en la producción de pollos Broiler (Jurado et al, 2019).

El índice de mortalidad es una medida que se utiliza para evaluar la tasa de mortalidad en una población o grupo de individuos. En este caso un 25% de los autores utilizaron este índice productivo, este se utiliza para evaluar la mortalidad de los pollos Broiler en diferentes tratamientos y determinar cuál de ellos presenta una menor tasa de mortalidad. El índice de mortalidad se calcula dividiendo el número de muertes por el número total de individuos en la población y multiplicando el resultado por 100 para obtener un porcentaje. Un índice de mortalidad alto indica una tasa de mortalidad elevada, mientras que un índice de mortalidad bajo indica una tasa de mortalidad baja.

Las cepas de bacterias ácido-lácticas se pueden administrar a los pollos de engorde de dos formas principales: diluidas en agua de bebida o mezcladas con su alimento. Ambos métodos son comunes en la administración de probióticos en avicultura (Moretti et al, 2020).

Dilución en agua de bebida: Esta es una forma conveniente de administrar bacterias ácido-lácticas a los pollos. Se diluyen las cepas probióticas en el agua de bebida de los pollos, lo que les permite consumirlas mientras beben. Este método es fácil de implementar y proporciona una distribución uniforme de las bacterias en el grupo de aves. Además, no requiere ninguna alteración significativa en la dieta normal de los pollos (Moretti et al, 2020).

Mezcla con el alimento: Otra opción es incorporar las cepas de bacterias ácido-lácticas directamente en el alimento de los pollos. Esto puede hacerse durante la fabricación del alimento o como un suplemento añadido antes de la alimentación. Esta forma de administración asegura que los pollos consuman las bacterias junto con su alimento regular. Sin embargo, puede requerir

cierta adaptación en la formulación de la dieta y puede no ser tan uniforme en la distribución de las bacterias entre los pollos como la administración a través del agua de bebida (Correa et al., 2018).

En resumen, tanto la administración de cepas de bacterias ácido-lácticas diluidas en agua de bebida como mezcladas con el alimento son métodos efectivos para suministrar probióticos a los pollos de engorde. La elección entre estos métodos dependerá de la conveniencia, la practicidad y las preferencias del productor avícola (Correa et al., 2018).

Las metodologías aplicadas para evaluar el efecto de la administración de bacterias ácido-lácticas en pollos de engorde incluyen varios enfoques:

Correcta distribución en granjas: Se verifica que las bacterias ácido-lácticas se distribuyan adecuadamente en todas las áreas de la granja y entre todas las aves para garantizar una exposición uniforme (Jurado et al, 2019).

Morbimortalidad: Se registra y analiza la incidencia de enfermedades y la mortalidad entre los pollos de engorde tratados con bacterias ácido-lácticas en comparación con los grupos de control no tratados (González I et al, 2016).

Conteo de microorganismos: Se realizan análisis microbiológicos para cuantificar la presencia y la proliferación de las bacterias ácido-lácticas en el tracto gastrointestinal de los pollos, así como para evaluar cualquier cambio en la flora bacteriana intestinal (Moretti et al, 2020).

Análisis de histomorfología del intestino: Se examina la estructura y la morfología del intestino de los pollos mediante técnicas histológicas para detectar posibles cambios en la salud intestinal, como la mejora de la integridad de la mucosa, la reducción de la inflamación o la preservación de la arquitectura normal del intestino (Moretti et al, 2020).

Cálculos zootécnicos: Se realizan cálculos para evaluar parámetros zootécnicos como el índice de conversión alimenticia, el peso corporal promedio, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimentaria, entre otros, para determinar cualquier mejora en el rendimiento productivo de los pollos tratados con bacterias ácido-lácticas en comparación con los grupos de control (Barros et al, 2018).

Estas metodologías proporcionan una evaluación integral del impacto de la administración de bacterias ácido-lácticas en pollos de engorde, abordando aspectos tanto de salud animal como de rendimiento productivo.

Después de la necropsia de las aves, se extraen los intestinos para realizar análisis histopatológicos y recuentos de bacterias. Estos pasos proporcionan información crucial sobre la salud intestinal y la composición de la microbiota. A continuación, se detalla el proceso:

Extracción del intestino: Durante la necropsia, se extraen los intestinos de las aves cuidadosamente para preservar su integridad y estructura. Estos se colocan en recipientes estériles para su posterior análisis (Guzmán et al, 2016).

Análisis histopatológico: Los segmentos del intestino extraídos se fijan en formalina y luego se procesan para la preparación de cortes histológicos. Estos cortes se tiñen con colorantes específicos para resaltar diferentes estructuras celulares y se examinan bajo un microscopio para evaluar la morfología intestinal. Se observan características como la integridad de la mucosa, la presencia de inflamación, la infiltración de células inmunes y cualquier otro signo de patología (Guzmán et al, 2016).

Recuentos de bacterias: Se realizan recuentos bacterianos para cuantificar la población bacteriana en diferentes regiones del intestino, como el intestino delgado y el intestino grueso. Esto se puede lograr mediante técnicas de cultivo en medios de agar específicos para diferentes

tipos de bacterias, o mediante técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) cuantitativa para detectar y cuantificar especies bacterianas específicas (Moretti et al, 2020)

Estos análisis proporcionan una comprensión detallada de la salud intestinal de las aves, incluida la presencia de lesiones o patologías y cualquier cambio en la microbiota intestinal. Esta información es crucial para evaluar el impacto de la administración de bacterias ácido-lácticas y su efecto en la salud gastrointestinal de los pollos de engorde (Moretti et al, 2020)

DISCUSIÓN

El aumento de la industria avícola en los países en desarrollo y el uso imprudente de antibióticos en los sistemas de producción animal pueden tener implicaciones negativas para la salud pública, debido al aumento de patógenos zoonóticos y la diseminación de la resistencia a los antibióticos. Por lo tanto, el uso de probióticos en lugar de antibióticos puede ser una alternativa más segura y sostenible para mejorar la salud animal y la calidad de los productos avícolas (Sjofjan et al., 2021). Para ello, se han estudiado las propiedades probióticas de las cepas de bacterias ácido-lácticas aisladas del tracto gastrointestinal de los pollos. Se destaca la selección de cepas probióticas adecuadas para garantizar su eficacia y seguridad, y se necesitan más estudios para evaluar su efectividad en diferentes condiciones y poblaciones (Dittoe et al., 2022)

Entre los estudios revisados, algunos determinaron que aislados de *Lactobacillus salivarius* tienen potencial probiótico en pollos de engorde. Su aplicación puede mejorar la tasa de supervivencia después de la infección por *Salmonella enteritidis*, aumentar la fagocitosis heterófila y el índice fagocítico, reducir la presencia de patógenos en las tonsilas cecales, mejorar el peso vivo, el incremento de peso y la conversión alimentaria. Además, se ha encontrado que la combinación de *L. salivarius* con otras cepas de bacterias ácido-lácticas puede ser efectiva en la protección de las células epiteliales de la citotoxicidad (Rondón et al., 2020).

Blajman (2017) aisló e identificó bacterias ácido-lácticas de pollos parrilleros sanos y seleccionó aquellas que presentaron actividad antimicrobiana contra patógenos intestinales y capacidad de adherencia a líneas celulares correspondientes a células epiteliales intestinales. Además, evaluó la capacidad de las cepas seleccionadas para sobrevivir a condiciones adversas del tracto gastrointestinal y para colonizar el intestino de los pollos. En síntesis, los criterios utilizados para la selección de bacterias ácido-lácticas nativas como posibles probióticos en pollos

incluyeron actividad antimicrobiana, capacidad de adherencia, supervivencia y colonización intestinal. El estudio se enfocó en la evaluación de la cepa probiótica *L. salivarius* DSPV 001P en pollos parrilleros, con el objetivo de mejorar la salud intestinal y el rendimiento productivo de los animales. Se utilizaron diferentes técnicas microbiológicas para evaluar la capacidad de la cepa probiótica para colonizar el intestino de los pollos, inhibir el crecimiento de patógenos intestinales y mejorar la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia. Se pudo determinar que la administración de *L. salivarius* DSPV 001P en el agua de bebida de los pollos parrilleros durante 42 días resultó en una colonización exitosa de la cepa probiótica en diferentes secciones del tracto gastrointestinal. Adicionalmente se observó una mejora en la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia en los pollos tratados con la cepa probiótica en comparación con el grupo control. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la translocación bacteriana entre los grupos. En cuanto a las limitaciones del estudio, se utilizó una sola cepa probiótica y se evaluó en un solo tipo de ave. Además, se necesitan más estudios para evaluar la seguridad y eficacia de la cepa probiótica en diferentes condiciones de producción avícola (Blajman et al., 2017).

Otros autores utilizaron una combinación de bacterias ácido-lácticas (BAL) que incluía *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, y *L. kefiranofaciens*. Las BAL se administraron para evaluar su efecto sobre el rendimiento, las características de la canal, los parámetros sanguíneos y la población microbiana intestinal de los pollos de engorde. Se demostró que la suplementación con bacterias ácido-lácticas mejoró significativamente el rendimiento de las aves, incluyendo el aumento del peso corporal y la reducción de la tasa de mortalidad. Además, se observó una mejora en la población microbiana intestinal y en los parámetros sanguíneos de los pollos tratados con bacterias ácido-lácticas (BAL) (Bae et al., 2020).

El estudio de los efectos sinérgicos de la administración temprana de *L. kefiranofaciens* DN1 y *Kluyveromyces marxianus* KU140723-05 en la inhibición de la colonización de *Salmonella Enteritidis* en pollos jóvenes, demostró que la administración temprana de estos microorganismos probióticos puede reducir significativamente el número de células viables de *Salmonella Enteritidis* en el intestino de los pollos (Bae et al., 2020).

La aplicación de probióticos en producción aviar también ha sido enfocada sobre la capacidad de *Lactobacillus plantarum* aislado de gránulos de kefir de leche y por los microorganismos totales del gránulo de kefir CIDCA AGK1. Se pudo determinar que no ejercen un efecto negativo en la performance de pollos de engorde (Correa et al., 2018). Otros estudios han demostrado que la administración de *L. plantarum* tiene efectos positivos sobre los parámetros productivos, como la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia en animales (Jurado et al, 2019). También se ha investigado la adición de *L. plantarum* microencapsulado sobre parámetros intestinales, inmunes y productivos. En general, estos trabajos sugieren que *L. plantarum* puede tener aplicaciones potenciales en la industria alimentaria y en la producción animal (Jurado et al, 2019).

Por otro lado, *B. subtilis* es un microorganismo de interés dada su capacidad para formar esporas y su resistencia a ambientes adversos, lo que lo hace útil para su uso en la alimentación animal. En general, *B. subtilis* puede ser beneficioso para mejorar la salud y el rendimiento de los animales de granja, con efectos positivos en el rendimiento y desarrollo, la microbiota intestinal y la respuesta inmune de los animales (Gao et al., 2017).

La evaluación de *L. plantarum*, *L. salivarius*, *L. amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, Levaduras y bacterias ácido-lácticas (BAL) en pollos de engorde mejoró los parámetros productivos de las aves, como la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la mortalidad.

Además, los probióticos lograron reducir la carga de coliformes totales presentes en el ambiente de los pollos de engorde. En particular, se observó una diferencia significativa en la ganancia de peso de los machos tratados con probióticos en comparación con el grupo de control (Zou et al., 2022)

La mejora de los índices productivos y morfométricos de las vellosidades intestinales del duodeno en pollos de engorde mediante el uso de probióticos tiene implicaciones importantes para la industria avícola. En particular, puede mejorar la rentabilidad de la producción de carne y huevos, así como la calidad de los productos avícolas exportados. Permite, además, el control de enfermedades que afectan a la salud pública y al comercio internacional es un requisito importante para la exportación de productos avícolas (Qin et al., 2018).

En el mejoramiento de la salud intestinal, se demostró que la combinación de probióticos *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces* sp. y *Citrobacter* sp. mejoró los índices productivos y morfométricos de las vellosidades intestinales del duodeno en pollos de engorde. Los indicadores promedio obtenidos fueron una altura de 1900 μm , un ancho de 170 μm de las vellosidades intestinales del duodeno y una profundidad de la cripta de Lieberkühn de 250 μm . Además, se observó una mejora en el peso al final de la producción en comparación con el uso de un solo probiótico como promotor de crecimiento (González I et al, 2016).

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la producción avícola, ya que pueden ayudar a reducir el uso de antibióticos y mejorar la calidad de la carne de pollo.

La investigación sobre el microbioma gastrointestinal de los pollos también puede tener implicaciones para la salud humana, ya que los pollos son una fuente importante de proteína animal en la dieta humana. Es importante seguir investigando sobre el microbioma gastrointestinal de los

pollos de engorde y su relación con el rendimiento y la salud intestinal de los mismos. Esto puede ayudar a desarrollar estrategias más efectivas para mejorar la producción avícola y reducir el uso de antibióticos en la industria avícola (Dittoe et al., 2022). Al respecto, se han utilizado diversas técnicas para analizar el efecto de la administración de probióticos en la composición de la microbiota en diferentes partes del tracto gastrointestinal de los pollos, incluyendo el ciego, que es el sitio primario de fermentación (Dittoe et al., 2022).

Los resultados indican que la administración temprana de probióticos a los pollitos recién nacidos puede mejorar su salud intestinal y protegerlos contra patógenos externos (Bae et al., 2020). Los productos lácteos fermentados como el kefir y el yogurt también pueden tener efectos positivos en el rendimiento y las características de la canal de los pollos. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la producción avícola y se sugieren posibles recomendaciones para la administración de probióticos en la industria avícola (Bae et al., 2020)

Las publicaciones demuestran que la microbiota gastrointestinal de los pollos de engorde es un factor importante que afecta su rendimiento y salud intestinal. La administración temprana de probióticos y productos lácteos fermentados puede mejorar la salud intestinal de los pollitos y protegerlos contra patógenos externos (Sugiharto & Ranjitkar, 2019). Estos productos pueden tener efectos positivos en el rendimiento y las características de la canal de los pollos (Lee et al., 2023) Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la producción avícola y la salud humana (Moretti et al., 2020).

La investigación sobre el microbioma gastrointestinal de los pollos de engorde puede ayudar a desarrollar estrategias más efectivas para mejorar la producción avícola y reducir el uso de antibióticos en la industria avícola. El estudio de microorganismos autóctonos y la evaluación de su capacidad probiótica *in vitro* e *in vivo* puede ser una alternativa de suplementación de la dieta

de los pollos de engorde para mejorar la performance, la sanidad animal y la seguridad de los alimentos que se obtienen a partir de ellos (González I et al., 2016). También puede ayudar a mejorar la calidad e inocuidad de la carne de pollo y reducir los riesgos para la salud humana asociados con el uso excesivo de antibióticos en la producción animal (Barros M et al., 2018).

Es importante tener en cuenta que el uso excesivo de antibióticos en la producción animal puede tener consecuencias negativas para la salud pública, ya que puede contribuir al desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos que pueden afectar a los seres humanos. Por lo tanto, la investigación sobre alternativas a los antibióticos en la producción animal, como los probióticos, es importante para garantizar la seguridad alimentaria y la salud pública (Jeong & Kim, 2014).

CONCLUSIONES

El uso de probióticos en la alimentación de pollos de engorde puede mejorar los índices productivos y la morfometría de las vellosidades intestinales. Los probióticos pueden aumentar la altura de las vellosidades intestinales, lo que indica una función de absorción mejorada debido al aumento del área de absorción de las vellosidades.

El uso de mezclas de probióticos en lugar de un solo probiótico como promotor de crecimiento puede mejorar el peso al final de la producción. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los efectos pueden variar dependiendo de las condiciones específicas de producción.

El consumo de probióticos genera una mejora en el consumo de alimento y la absorción de nutrientes en aves. En general, estos resultados sugieren que el uso de probióticos puede mejorar la salud intestinal y el rendimiento de los pollos de engorde.

Los resultados del análisis indican que el suministro de probióticos en la alimentación de pollos de engorde muestra ser beneficioso para los rendimientos productivos. La administración de los probióticos mejora los parámetros zootécnicos.

El consumo de los probióticos evita el exceso de grasa en el hígado y aumenta la variabilidad de la microbiota intestinal, lo que se considera un efecto positivo en el desarrollo de los animales.

En el estudio realizado, se observó que entre todos los géneros de bacterias utilizados como probióticos, el *Lactobacillus plantarum* fue el más utilizado y predominante. Este resultado sugiere que el *Lactobacillus plantarum* es una cepa probiótica ampliamente estudiada y reconocida por sus potenciales beneficios en la salud intestinal y el rendimiento de las aves de corral.

Al haber sistematizado las metodologías encontradas y descritas, en el estudio de tesis de maestría sobre pollos de engorde, se debe establecer un enfoque claro y consistente en la investigación.

La estructura y aplicación de estas metodologías incluyen:

Determinación de parámetros zootécnicos:

- Parámetros zootécnicos que se desean evaluar, tales como el peso corporal, la ganancia diaria de peso, el índice de conversión alimenticia, la eficiencia alimentaria, entre otros.
- Protocolo detallado para la recolección de datos, incluyendo la frecuencia y el método de medición de cada parámetro.
- Grupo de control y un grupo experimental claramente definidos para poder comparar los resultados de manera adecuada.

Distribución de pollos en el galpón para la administración de probióticos:

- Plan meticuloso para la distribución de los pollos en el galpón, asegurando que cada grupo experimental y de control esté representado de manera adecuada.
- Factores importantes como la densidad de población, la disponibilidad de agua y alimento, así como la uniformidad en la exposición a los probióticos.
- Sistemas de registro exhaustivo para monitorear cualquier variación en la distribución de los pollos durante el transcurso del estudio.

Análisis de condiciones intestinales:

- Protocolo específico para la recolección de muestras intestinales durante la necropsia de las aves.
- Métodos de análisis histopatológico y de recuento de bacterias.

- Análisis de manera estandarizada para garantizar la consistencia y fiabilidad de los resultados obtenidos.
- Controles adicionales, como muestras de intestino de aves no tratadas con probióticos, para poder realizar comparaciones adecuadas.

PERSPECTIVAS

Trabajos como este pueden ayudar a los productores a tomar decisiones importantes sobre la nutrición, alimentación y el manejo de los animales, lo que puede tener un impacto positivo en la industria y en la sociedad en general. Además, la investigación en este campo puede ayudar a desarrollar nuevas estrategias para prevenir y tratar enfermedades en animales, lo que puede tener beneficios tanto para los animales como para la salud pública.

Al planificar la aplicación de estas metodologías en el estudio en vivo, se deben seguir procedimientos de manera rigurosa y documentar cuidadosamente todos los pasos y resultados obtenidos. Esto permitirá obtener conclusiones sólidas y significativas que contribuirán al conocimiento en el campo de la avicultura y la salud intestinal de las aves de corral.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, S. T., Islam, M. M., Mun, H. S., Sim, H. J., Kim, Y. J., & Yang, C. J. (2014). Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* as a probiotic strain on growth performance, cecal microflora, and fecal noxious gas emissions of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(8), 1963–1971. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03718>

Araujo, R. G. A. C., Polycarpo, G. V., Barbieri, A., Silva, K. M., Ventura, G., & Polycarpo, V. C. C. (2019b). Performance and economic viability of broiler chickens fed with probiotic and organic acids in an attempt to replace growth-promoting antibiotics. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0912>

Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., & Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1), 49–55. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244>

Bae, D., Kim, D. H., Chon, J. W., Song, K. Y., & Seo, K. H. (2020a). Synergistic effects of the early administration of *Lactobacillus kefiranofaciens* DN1 and *Kluyveromyces marxianus* KU140723-05 on the inhibition of *Salmonella* Enteritidis colonization in young chickens. *Poultry Science*, 99(11), 5999–6006. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.032>

Barros, M. (2018). Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión, Universidad Politécnica Salesiana sede cuenca carrera de Medicina Veterinaria y zootecnia, trabajo de titulación previo a la obtención del título de médica veterinaria zootecnista. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16316>.

Blajman, J. E., Zbrun, M. V., Signorini, M. L., Zimmermann, J. A., Rossler, E., Berisvil, A. P., Scharpen, A. R., Astesana, D. M., Soto, L. P., & Frizzo, L. S. (2017d). Development of cecal-predominant microbiota in broilers during a complete rearing using denaturing gradient gel electrophoresis. *Animal Production Science*, *57*(3), 458–465. <https://doi.org/10.1071/AN15475>

Chai, C., Guo, Y., Mohamed, T., Bumbie, G. Z., Wang, Y., Zeng, X., Zhao, J., Du, H., Tang, Z., Xu, Y., & Sun, W. (2023). Dietary *Lactobacillus reuteri* SL001 Improves Growth Performance, Health-Related Parameters, Intestinal Morphology and Microbiota of Broiler Chickens. *Animals*, *13*(10). <https://doi.org/10.3390/ani13101690>

Chen, K. L., Kho, W. L., You, S. H., Yeh, R. H., Tang, S. W., & Hsieh, C. W. (2009). Effects of *Bacillus subtilis* var. natto and *Saccharomyces cerevisiae* mixed fermented feed on the enhanced growth performance of broilers. *Poultry Science*, *88*(2), 309–315. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00224>

Correa, M., De Antoni, G., León, A (2018). Desarrollo de una mezcla microbiana para la inclusión como probiótico en la industria avícola. Estudio de su acción sobre hongos contaminantes y micotoxinas, facultad de ciencias exactas UNLP. <https://doi.org/10.35537/10915/66124>

David, B., (2014), Universidad Militar Nueva Granada, Facultad Ciencias Económicas, Especialización En Alta Gerencia Bogotá, perspectiva de la producción avícola en Colombia. <https://www.redalyc.org/journal/909/90974067001/90974067001.pdf>.

Díaz-López, E. A., Ángel-Isaza, J., & Ángel B., D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, *35*, 175–189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>

Dittoe, D. K., Olson, E. G., & Ricke, S. C. (2022a). Impact of the gastrointestinal microbiome and fermentation metabolites on broiler performance. *Poultry Science*, *101*(5). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101786>

Fuentes, L., & Arteaga, F. (2019). Actividad in-vitro de microorganismos autóctonos *Bacillus subtilis* y *Lactobacillus brevis* para reducir la colonización de *Salmonella entérica*, informe de trabajo de titulación previa la obtención del título de médica veterinaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1149>.

Gao, Z., Wu, H., Shi, L., Zhang, X., Sheng, R., Yin, F., & Gooneratne, R. (2017a). Study of *Bacillus subtilis* on growth performance, nutrition metabolism and intestinal microflora of 1 to 42 d broiler chickens. *Animal Nutrition*, *3*(2), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.02.002>

Ghasemi-Sadabadi, M., Ebrahimnezhad, Y., Shaddel-Tili, A., Bannapour-Ghaffari, V., Kozehgari, H., & Didehvar, M. (2019a). The effects of fermented milk products (kefir and yogurt) and probiotic on performance, carcass characteristics, blood parameters, and gut microbial population in broiler chickens. *Archives Animal Breeding*, *62*(1), 361–374. <https://doi.org/10.5194/aab-62-361-2019>

González, R. Guerrero, R. (2016). Evaluación de probióticos sobre los índices productivos y la morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde, Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23314>

Guzmán, Yudi., Hernández, María. (2016). Efectos del uso de probióticos sobre parámetros morfométricos en duodeno, yeyuno e íleon de pollos de engorde, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/434>.

Álvarez, A. (2013). El cambio climático y la producción animal, *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 21(suplemento 1), 9-13. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/510228>.

Jayaraman, S., Das, P. P., Saini, P. C., Roy, B., & Chatterjee, P. N. (2017). Use of *Bacillus Subtilis* PB6 as a potential antibiotic growth promoter replacement in improving performance of broiler birds. *Poultry Science*, 96(8), 2614–2622. <https://doi.org/10.3382/ps/pex079>

Jeong, J. S., & Kim, I. H. (2014a). Effect of *Bacillus subtilis* C-3102 spores as a probiotic feed supplement on growth performance, noxious gas emission, and intestinal microflora in broilers. *Poultry Science*, 93(12), 3097–3103. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04086>

Jurado, H. Zambrano, E. Fajardo, C. (2019). Adición de *Lactobacillus plantarum* microencapsulado sobre parámetros intestinales, inmunes, productivos y bioquímica sanguínea en pollos, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Programa de Zootecnia. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(19\)217-229](https://doi.org/10.18684/bsaa(19)217-229).

Lee, Y. S., Ku, K. L., Chen, P. Y., & Chen, K. L. (2023a). The fermented product of high-yield surfactin strain *Bacillus subtilis* LYS1 improves the growth performance and intestinal villi morphology in broilers. *Poultry Science*, 102(11). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102839>

Lefter, N. A., Gheorghe, A., Habeanu, M., Ciurescu, G., Dumitru, M., Untea, A. E., & Vlaicu, P. A. (2023). Assessing the effects of microencapsulated *Lactobacillus salivarius* and cowpea seed supplementation on broiler chicken growth and health status. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1279819>

Loh I, A. T., Thanh I Foo HL II, V. N., Hair-Bejo III I, I. M., & Teck Chwen, L. (2013). Effects of Feeding Metabolite Combinations from *Lactobacillus Plantarum* on Plasma and Breast Meat Lipids in Broiler Chickens.

Moretti, A. F., Gamba, R., De Antoni, G., Peláez, Á. L., & Golowczyc, M. A. (2022). Probiotic characterization of indigenous lactic acid bacteria isolates from chickens to be used as biocontrol agents in poultry industry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.17145>

Moretti, A., Golowczyc, M., León, A. (2020). Desarrollo de un probiótico a partir de bacterias lácticas como promotor de crecimiento para los pollos, trabajo de tesis doctoral. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI_3b997295fb2af875792a0ccd7ebc595c

Manafi, M., Khalaji, S., Hedayati, M., & Pirany, N. (2017). Efficacy of *Bacillus subtilis* and bacitracin methylene disalicylate on growth performance, digestibility, blood metabolites, immunity, and intestinal microbiota after intramuscular inoculation with *Escherichia coli* in broilers. *Poultry Science*, 96(5), 1174–1183. <https://doi.org/10.3382/ps/pew347>

Manual Ross. (2018). Manual de Manejo de pollos de engorde y ponedora Ross. www.aviagen.com.

Palamidi, I., & Mountzouris, K. C. (2018). Diet supplementation with an organic acids-based formulation affects gut microbiota and expression of gut barrier genes in broilers. *Animal Nutrition*, 4(4), 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.007>

Lema, A. (2020). Evaluación del potencial probiótico de un suplemento alimenticio de Kombucha (Manchurian fungus) y Kéfir en la tasa de crecimiento y salud intestinal de pollos Broiler. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/22796>.

Qin, C., Gong, L., Zhang, X., Wang, Y., Wang, Y., Wang, B., Li, Y., & Li, W. (2018b). Effect of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus subtilis* B10 on gut microbiota modulation in broilers. *Animal Nutrition*, 4(4), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.004>

Rajput, I. R., Li, L. Y., Xin, X., Wu, B. B., Juan, Z. L., Cui, Z. W., Yu, D. Y., & Li, W. F. (2013). Effect of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus subtilis* B10 on intestinal ultrastructure modulation and mucosal immunity development mechanism in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(4), 956–965. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02845>

Rondón, A. J., Rodríguez, M., & Beruvides, G. A. (2020a). Probiotic potential of *Lactobacillus salivarius* in animals of zootechnical interest Potencial probiótico de *Lactobacillus salivarius* en animales de interés zootécnico. In *Cuban Journal of Agricultural Science* (Vol. 54, Issue 2).

Salehizadeh, M., Modarressi, M. H., Mousavi, S. N., & Ebrahimi, M. T. (2020). Evaluation of lactic acid bacteria isolated from poultry feces as potential probiotic and its in vitro competitive activity against *Salmonella typhimurium*. *Veterinary Research Forum*, 11(1), 67–75. <https://doi.org/10.30466/vrf.2018.84395.2110>

Sharifi, S. D., Dibamehr, A., Lotfollahian, H., & Baurhoo, B. (2012). Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of fat on growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 91(4), 918–927. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01844>

Sjofjan, O., Adli, D. N., Harahap, R. P., Jayanegara, A., Utama, D. T., & Seruni, A. P. (2021a). The effects of lactic acid bacteria and yeasts as probiotics on the growth performance, relative organ weight, blood parameters, and immune responses of broiler: A metaanalysis. *F1000Research*, 10, 183. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51219.1>

Sjofjan, O., Adli, D. N., Harahap, R. P., Jayanegara, A., Utama, D. T., & Seruni, A. P. (2021c). The effects of lactic acid bacteria and yeasts as probiotics on the growth performance, relative organ weight, blood parameters, and immune responses of broiler: A metaanalysis. *F1000Research*, *10*, 183. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51219.1>

Sugiharto, S., & Ranjitkar, S. (2019a). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. In *Animal Nutrition* (Vol. 5, Issue 1, pp. 1–10). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.11.001>

Sun, Y., Zhang, Y., Liu, M., Li, J., Lai, W., Geng, S., Yuan, T., Liu, Y., Di, Y., Zhang, W., & Zhang, L. (2022). Effects of dietary *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 supplementation on growth performance, antioxidant status, immunity, and digestive enzyme activity of broilers fed corn-wheat-soybean meal diets. *Poultry Science*, *101*(2). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101585>

Tian, Y., Zhang, J., Li, F., Wang, A., Yang, Z., & Li, J. (2023). Dietary supplementation with different alternative to in-feed antibiotic improves growth performance of broilers during specific phases. *Poultry Science*, *102*(10). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102919>

Uribe, J., Morales, K. (2022) Revisión sistemática del uso de harina de grillo *Acheta domesticus* como ingrediente en productos alimenticios, Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Alimentación y Nutrición, Unilasallista Corporación Universitaria, <http://hdl.handle.net/10567/3353>.

Wang, P., Chen, S., Liao, C., Jia, Y., Li, J., Shang, K., Chen, J., Cao, P., Li, W., Li, Y., Yu, Z., & Ding, K. (2022). Probiotic Properties of Chicken-Derived Highly Adherent Lactic Acid

Bacteria and Inhibition of Enteropathogenic Bacteria in Caco-2 Cells. *Microorganisms*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10122515>

Wang, X., Farnell, Y. Z., Peebles, E. D., Kiess, A. S., Wamsley, K. G. S., & Zhai, W. (2016a). Effects of prebiotics, probiotics, and their combination on growth performance, small intestine morphology, and resident *Lactobacillus* of male broilers. *Poultry Science*, 95(6), 1332–1340. <https://doi.org/10.3382/ps/pew030>

Wealleans, A. L., Walsh, M. C., Romero, L. F., & Ravindran, V. (2017). Comparative effects of two multi-enzyme combinations and a *Bacillus* probiotic on growth performance, digestibility of energy and nutrients, disappearance of non-starch polysaccharides, and gut microflora in broiler chickens. *Poultry Science*, 96(12), 4287–4297. <https://doi.org/10.3382/ps/pex226>

Wu, T., Wang, P., Fu, Q., Xiao, H., Zhao, Y., Li, Y., Song, X., Xie, H., & Song, Z. (2023). Effects of dietary supplementation of *Anoectochilus roxburghii* extract (ARE) on growth performance, abdominal fat deposition, meat quality, and gut microbiota in broilers. *Poultry Science*, 102(8). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102842>

Yeh, R. H., Hsieh, C. W., & Chen, K. L. (2018). Screening lactic acid bacteria to manufacture two-stage fermented feed and pelleting to investigate the feeding effect on broilers. *Poultry Science*, 97(1), 236–246. <https://doi.org/10.3382/ps/pex300>

Zou, Q., Fan, X., Xu, Y., Wang, T., & Li, D. (2022a). Effects of dietary supplementation probiotic complex on growth performance, blood parameters, fecal harmful gas, and fecal microbiota in AA+ male broilers. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1088179>

