

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN LÍQUIDA DE PROBIÓTICO
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO EN
CARCASA DE POLLOS COBB 500**

NICOLÁS ANTONIO ESQUIVEL GUTIÉRREZ

CIP. 4-806-911

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2023

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN LÍQUIDA DE PROBIÓTICO
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO EN
CARCASA DE POLLOS COBB 500**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGIENERIO AGRÓNAMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. RICHARD MUDARRA.M.Sc.

ASESOR

PROF. ING. MARIO ARJONA. M.Sc.

MIEMBRO

PROF. ING. REGGIE GUERRA. Ph.D

MIEMBRO

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2023

Agradecimiento

Primeramente, quiero agradecer a Dios por brindarme la salud, el apoyo y la fuerza para enfrentar todas las problemáticas ocurridas durante toda mi vida y permitirme lograr unas de mis metas, donde confié que él siempre me va a guiar por el mejor camino.

Agradezco el apoyo incondicional de mis padres Ruth Gutiérrez y Nicolás Esquivel, que siempre han estado conmigo en todo momento brindándome su amor, comprensión y apoyo para cumplir todas mis metas.

Agradezco el apoyo incondicional de mis hermanos y sobrinos que siempre me motivan a dar el máximo para cumplir mis sueños.

Agradezco el apoyo brindado por mis compañeros Estephany Jiménez, Nohellys De Lisser, Gladys Gonzales, Alicia Juárez, José Lamas y Luis Castro por todo el apoyo y palabras de aliento que me brindaron durante toda la investigación.

Finalmente quiero agradecer a todos mis profesores que me brindaron sus conocimientos para formarme como profesional, en especial a mi asesor Richard Mudarra por todo el apoyo brindado durante la investigación.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimiento.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Probióticos.....	3
1.2. Factores que influyen en el uso de probióticos.....	4
1.3. Criterios para un probiótico	5
1.4. Método de administración de probióticos en pollos	5
1.5. Mecanismo de acción de probióticos	6
1.5.1. Competencia por la adhesión al epitelio intestinal y por nutrientes.....	7
1.5.2. Producción de antimicrobianos	8
1.5.3. Estimulación del sistema inmune.....	8
1.6. Beneficios de probióticos en el rendimiento de pollos	9
1.7. Bacterias benéficas	11
1.7.1. Bacterias ácido lácticas.....	11
1.7.2. Bacterias fotosintéticas.....	12
1.7.3. Levaduras	12
1.7.4. Hongos de fermentación	12
1.8. Microbiota intestinal en las aves.....	13
1.9. Factores que afectan el microbiota intestinal animal.....	15
II. MARCO METODOLÓGICO	16
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
IV. CONCLUSIONES.....	31
V. RECOMENDACIONES	32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Perfil calculado de las dietas según la fase experimental	17
Tabla 2. Contenido nutricional de la dieta experimental.....	18
Tabla 3. Efecto de la suplementación de probiótico sobre el peso corporal y ganancia de peso de pollos Cobb-500	22
Tabla 4. Efectos de la suplementación de probiótico sobre el consumo de alimento y conversión alimenticia de pollos Cobb-500	26
Tabla 5. Efecto de la suplementación de probiótico sobre el rendimiento de carcasa de pollo Cobb-500.....	29

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN LÍQUIDA DE PROBIÓTICO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO EN CARCASA DE POLLOS COBB 500

Nicolás A. Esquivel G.

2023

RESUMEN

Los pollos son afectados por bacterias patógenas causantes de desórdenes digestivos, afectando la utilización de nutrientes y generando una alta tasa de mortalidad. Como objetivo es de importancia evaluar el efecto de la suplementación de probióticos sobre el desempeño productivo y rendimiento de carcasa en pollos de engorde. Un total de 200 pollos fueron aleatoriamente asignados a cuatro tratamientos durante 42 días, estratificados en cuatro fases [fase 1 (F1: d1-7); fase 2 (F2: d8-21); fase 3 (F3: d22-33); y fase 4 (F4: d34-42)]. Todos los pollos consumieron la misma dieta con su respectivo perfil nutricional para cada fase. El probiótico fue agregado en el agua, conformando los siguientes tratamientos: TC) agua de bebida sin probiótico; BG1) similar a TC más 0.10% de probiótico; BG2) similar a TC más 0.20% de probiótico; y BG3) similar a TC más 0.30% de probiótico. Al inicio del experimento y al final de cada fase se registró el peso corporal y consumo de alimento para determinar la ganancia de peso y conversión alimenticia. Al final del estudio los pollos fueron sacrificados para determinar el rendimiento en carcasa. Los pollos suplementados con BG2 tuvieron la mayor ganancia de peso en la F1 y F2 ($p < 0.05$), como también un mayor consumo de alimento en la F3 en comparación a los demás tratamientos ($p < 0.05$). No se encontraron diferencias en la conversión alimenticia entre los tratamientos ($p > 0.05$). Al final del estudio, los pollos del tratamiento BG2 tuvieron el mayor peso corporal en comparación a los demás tratamientos ($p < 0.05$). Adicionalmente, los pollos suplementados con BG1 y BG2 tuvieron similar rendimiento en carcasa, y ambos fueron mayores que el tratamiento BG3 y TC ($p < 0.05$). La suplementación con 0.20% de probiótico en el agua de bebida mejoró la ganancia de peso y el rendimiento de carcasa en pollos de engorde.

Palabras clave: bacterias, carcasa, metabolitos, nutrientes

EFFECT OF LIQUID PROBIOTIC SUPPLEMENTATION ON PRODUCTIVE PERFORMANCE AND CARCASS YIELD OF COBB 500 CHICKENS

Nicolás A. Esquivel G.

2023

ABSTRACT

Broilers are affected by pathogenic bacteria causing digestive disorders, affecting nutrient utilization and generating a high mortality rate. As an objective, it is important to evaluate the effect of probiotic supplementation on productive performance and carcass yield in broilers. A total of 200 broilers were randomly assigned to four treatments for 42 days, stratified into four phases [phase 1 (F1: d1-7); phase 2 (F2: d8-21); phase 3 (F3: d22-33); and phase 4 (F4: d34-42)]. All chickens consumed the same diet with their respective nutritional profile for each phase. The probiotic was added in the water, making up the following treatments: TC) drinking water without probiotic; BG1) similar to TC plus 0.10% probiotic; BG2) similar to TC plus 0.20% probiotic; and BG3) similar to TC plus 0.30% probiotic. At the beginning of the experiment and at the end of each phase, body weight and feed consumption were recorded to determine weight gain and feed conversion. At the end of the study, broilers were slaughtered to determine carcass yield. Chicks supplemented with BG2 had the highest weight gain in F1 and F2 ($p < 0.05$), as well as higher feed consumption in F3 compared to the other treatments ($p < 0.05$). No differences were found in feed conversion between treatments ($p > 0.05$). At the end of the study, chicks from the BG2 treatment had the highest body weight compared to the other treatments ($p < 0.05$). Additionally, chicks supplemented with BG1 and BG2 had similar carcass yield, and both were higher than the BG3 and TC treatment ($p < 0.05$). Supplementation with 0.20% probiotic in the drinking water improved weight gain and carcass yield in broilers.

Keywords: bacteria, carcass, metabolites, nutrients

INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ve afectada por múltiples factores que interfieren en el desempeño productivo general del pollo de engorde. En esta actividad es imprescindible tomar en cuenta los factores internos y externos, como la salud, manejo, instalaciones y nutrición (Estrada y Márquez, 2005). Dentro del ámbito nutricional la salud intestinal tiene funciones relevantes en las aves de engorde, ya que un desequilibrio en la flora intestinal puede afectar el crecimiento y el sistema inmunitario, afectando la ganancia de peso y el desempeño a lo largo del desarrollo del ave (Matté, 2017).

Algunos de estos factores pueden causar alteraciones en el microbiota normal y/o en el epitelio intestinal alterando la permeabilidad de esta, facilitando la invasión de patógenos y sustancias perjudiciales, las cuales provocan la aparición de procesos inflamatorios crónicos, y por consecuencia, la disminución en el tamaño de las vellosidades y en los procesos de digestión y absorción de nutrientes (Lodemann, 2010; Chambers, 2011, Plaza *et al.*, 2014). Desde el punto de vista nutricional, los animales se encuentran expuestos a agentes extraños a través de los diversos alimentos utilizados, los cuales en un momento del ciclo productivo podrían ocasionar una reacción inmunológica (Giannenas *et al.*, 2012; Korver, 2012).

Algunos mecanismos de acción de los probióticos ayudan a cambiar la dinámica de la población microbiana, reducir el desarrollo de patógenos y estimular el crecimiento de microflora beneficiosa (An *et al.*, 2008; Mountzouris *et al.*, 2009). Con base en la problemática planteada anteriormente, como también los beneficios

de los probióticos, este estudio tiene como objetivo evaluar un nuevo probiótico líquido constituido de *Rhodopseudomonas spp*, *Saccharomyces spp*, *Lactobacillus spp* y hongos de fermentación sobre el desempeño productivo y rendimiento de carcasa de broliers Cobb-500 en un periodo de 42 días.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Probióticos

La palabra probiótico significa «a favor de la vida» y se utiliza para designar bacterias que tienen efectos beneficiosos para los seres humanos y los animales. Los primeros conocimientos con base científica surgieron de los estudios que realizó Metchnikoff, a principios del siglo XX (Blajman *et al.*, 2015).

Los probióticos han sido descritos en varios estudios como una alternativa de origen biológico y de bajo costo al uso de antibióticos como promotores de crecimiento, garantizando la inocuidad del alimento y reduciendo los riesgos de resistencia bacteriana a antimicrobianos. Muchos autores coinciden en definir los probióticos como suplementos alimentarios constituidos por microorganismos vivos, que al consumirse en dosis adecuadas tienen un efecto beneficioso en la fisiología y la salud del hospedero, a partir de la mejora que hacen en el equilibrio microbiano del intestino (Gutiérrez *et al.*, 2013).

Los probióticos pueden estar conformados por un solo tipo de microorganismo o por una mezcla de estos, con el objetivo de lograr una gran eficiencia al colonizar el tracto intestinal. Principalmente utilizan bacterias los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus* (Fuller, 1989). En la actualidad, el uso de probióticos en animales de producción está siendo utilizado para mejorar la conversión alimenticia, promover el crecimiento y a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas (Rosmini *et al.*, 2004).

La terminología más reciente de probióticos fue expuesta por la International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics. Estos fueron definidos como

microorganismos vivos que, al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable al hospedador (Hill *et al.*, 2014).

Los probióticos son productos naturales utilizados como promotores de crecimiento en los animales que permiten obtener mayores rendimientos, una elevada resistencia inmunológica y una reducida cantidad de patógenos en el tracto gastrointestinal (Milian *et al.*, 2008).

Los probióticos en otros términos han sido considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como microorganismos vivos que cuando se incluyen en cantidades adecuadas otorgan un beneficio para la salud del hospedero (FAO/WHO, 2001). El término probiótico no solo significa alimentos o a una administración oral del producto, donde este término puede utilizarse también en productos de aplicación cutánea, intravenosa, entre otras. Los probióticos son organismos vivos, pueden ser bacterias, hongos, entre otros (FAO/WHO, 2001; Reid, 2016).

1.2. Factores que influyen en el uso de probióticos

El comportamiento animal en respuesta a la adición de probióticos está influenciado por diversos factores, como: la raza con la que se trabaja, la edad del animal, el manejo y tipo de explotación, el estrés y el ambiente donde se crían, por lo que establecer estos factores es un punto crítico antes de utilizar estos productos (Fox, 1994).

1.3. Criterios para un probiótico

Según Nava (2008) un probiótico debe cumplir ciertas características como la capacidad de resistir la acción de ácidos gástricos y de las sales biliares, la capacidad de adherirse a la superficie de la mucosa intestinal, la capacidad de ser toleradas por el sistema inmunitario del organismo del huésped, la capacidad de potenciar las defensas inmunitarias del huésped y tener seguridad biológica, no deben provocar alguna alteración en los órganos o de sistemas.

Para que un microorganismo sea establecido como probiótico debe tener una lista de requisitos, debe contar con su caracterización *in vitro*, lo que implica tener conocimiento de la estabilidad fenotípica y genotípica. Además, tienen que tener resistencia a jugos gástricos, la resistencia a la bilis, la capacidad de adhesión al epitelio intestinal y la resistencia a lisozima (Tuomola *et al.*, 2001). Deben ser capaces de resistir el ambiente del tubo digestivo, adherirse a la pared intestinal y colonizar el tubo digestivo del animal. Estos microorganismos deben tener la facilidad de crecer rápidamente en medios de cultivo de costos bajos que ayuden al productor, para que su producción y uso en nutrición animal sea rentable (Bajagai *et al.*, 2016).

1.4. Método de administración de probióticos en pollos

El medio de administración de los probióticos puede precisar la capacidad de colonizar el medio intestinal por las bacterias utilizadas en el producto empleado y, de esa manera, tiene una influencia directa sobre el éxito del tratamiento. Las vías de administración más utilizadas en pollos son la inclusión en el agua de bebida, la

pulverización, la incorporación en los comederos o el agregado a las raciones, y, finalmente, la aplicación en dosis individuales (Blajman *et al.*, 2015). Ciertos estudios indican que la adición de los probióticos en el agua de bebida ocasiona una mejora en la productividad (Eckert *et al.*, 2010).

La viabilidad de los organismos anaerobios muestra un rápido descenso, especialmente en agua clorada, lo que afecta a la concentración bacteriana óptima necesaria para ejercer los efectos benéficos en el hospedador (Seuna *et al.*, 1978).

1.5. Mecanismo de acción de probióticos

Los probióticos presentan muchos mecanismos de acción a través de los cuales tienden a generar estabilidad en la flora intestinal, lo que ayuda a evitar la proliferación de bacterias patógenas. Como primer mecanismo se encuentra la “exclusión competitiva”; esta permite a los microorganismos probióticos colonizar la mayoría del medio intestinal, lo que induce a las bacterias patógenas a competir por un lugar de adhesión en la pared intestinal, hace que se disminuya la obtención de nutrientes y dificulta la proliferación de microorganismos perjudiciales (Fuller, 1989).

Uno de los principales mecanismos se refiere a la capacidad de las bacterias probióticas de competir con microorganismos patógenos por nutrientes y por un lugar en la pared intestinal para fijarse exitosamente en el epitelio. Los microorganismos probióticos actúan como una barrera protectora al impedir que el espacio del epitelio celular quede con accesibilidad para los patógenos, o al crear un ambiente desfavorable para aquellos (Patterson *et al.*, 2003).

Los microorganismos ayudan a proteger la pared intestinal. Esta ejerce como barrera natural contra bacterias patógenas y sustancias tóxicas dentro del intestino. La integridad de las criptas y las vellosidades intestinales permiten una correcta absorción de los nutrientes suministrados en el alimento (Mountzouris *et al.*, 2009).

Los mecanismos por los que los probióticos funcionan principalmente son por la exclusión competitiva y la estimulación de una respuesta inmune en el huésped. Mead (2000), propuso cuatro métodos por los cuales la exclusión competitiva de las bacterias ácido-lácticas actúa contra patógenos entéricos: competición por los sitios de los receptores, la producción de ácidos grasos volátiles, producción de bacteriocinas (péptidos antimicrobianos) y la competencia por los nutrientes.

1.5.1. Competencia por la adhesión al epitelio intestinal y por nutrientes

Algunos microorganismos probióticos pueden unirse a sitios de unión a hidratos de carbono complejos, parecido a las adhesinas de la superficie celular que se encuentran en los agentes patógenos (Patterson *et al.*, 2003). La exclusión competitiva es la competencia por los lugares de unión al epitelio. Los microorganismos probióticos se adhieren firmemente a las superficies de las mucosas. Esta densa capa homogénea de diferentes bacterias crea una barrera física de alta consistencia y evita que las bacterias patógenas se adhieran al revestimiento epitelial (Rodón y Laurencio, 2008).

Los nutrientes que llegan al intestino grueso sin digerir son alimentos para las bacterias intestinales, algunos de ellos son nutrientes selectivos de bacterias benéficas (prebióticos), por lo tanto, estos microorganismos compiten con los

patógenos no solo por el espacio físico, sino también por los nutrientes disponibles (Brown, 2011).

1.5.2. Producción de antimicrobianos

Los probióticos producen sustancias antimicrobianas como ácido láctico, acético y propiónico, que acidifican el medio intestinal y así crean un ambiente desfavorable para el crecimiento de microorganismos nocivos, los que reducen significativamente su velocidad de multiplicación y comienzan a morir, al no encontrar un ambiente adecuado (Fuller, 1989).

Los efectos inhibitorios de las bacterias sobre los microorganismos no deseables pueden deberse a que se producen diferentes metabolitos como peróxido de hidrógeno (H₂O₂), diacetilo, bacteriocinas y ácidos orgánicos (Requena *et al.*, 1995).

1.5.3. Estimulación del sistema inmune

La manipulación del microbiota intestinal a través de la administración de probióticos puede estimular el sistema inmunitario de diversas maneras: generando una mayor actividad de macrófagos y una mayor capacidad para fagocitar partículas de microorganismos, incrementando la producción de inmunoglobulinas G y M e interferón, y aumentando los anticuerpos locales en las superficies mucosas (Ahmad, 2006).

Los microorganismos utilizados en probióticos poseen un amplio espectro de efectos inmunomoduladores ya que son capaces de presentarse sobre la inmunidad

innata y la adquirida o específica, pudiendo proteger al hospedero frente a infecciones y procesos de inflamación intestinal crónica (Iñiguez *et al.*, 2010).

1.6. Beneficios de probióticos en el rendimiento de pollos

Los probióticos ha demostrado la posibilidad de mejorar las características organolépticas de la carne, ya sea fresca o congelada, como la textura, jugosidad y apariencia, mediante la inclusión de probióticos en la alimentación de las aves (Díaz *et al.*, 2017). Un beneficio de la suplementación probiótica que realiza es sobre la capa de mucina, que forma parte principal del intestino con funciones de lubricar y de proteger el sistema digestivo. Esta actúa como filtro seleccionador de nutrientes e impide el paso de agentes nocivos. También los factores como la fibra en la dieta, la ingesta de treonina y mediadores inflamatorios, relacionados con la suplementación de microorganismos probióticos, puede ayudar a aumentar la secreción de mucina (Aliakbarpour *et al.*, 2012), debido a que producen ciertos estímulos en los genes que se encargan de desarrollar sus componentes, lo cual contribuye a mantener la integridad de la mucosa intestinal (Caballero *et al.*, 2003).

El uso de los probióticos, principalmente bacterias que producen ácido láctico en la alimentación de las aves, favorece al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la microflora intestinal. Esto dificulta el desarrollo de microorganismos perjudiciales o patógenos, lo cual ayuda contra la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo (Díaz *et al.*, 2015). Los probióticos están encaminados, fundamentalmente, a favorecer el microbiota intestinal, que es esencial para descomponer sustancias alimenticias no digeridas previamente y para mantener la integridad de la mucosa intestinal (Milian *et al.*, 2008).

Los microorganismos suministrados como probióticos podrían colonizar el tubo digestivo de animales jóvenes y adultos, previniendo la colonización por microorganismos patógenos. Algunas cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* tienen proteínas de superficie hidrofóbica que favorecen la adhesión a células animales, ayudan a recubrir los sitios de unión del receptor y no permiten la unión del epitelio intestinal con microorganismos patógenos (Johnson *et al.*, 2007; Konstantinov *et al.*, 2008).

Entre otros beneficios los probióticos en la alimentación animal de granja se basa en las propiedades que se les atribuyen a mejorar la eficiencia de conversión alimenticia y como promotores de crecimiento (Rosminini *et al.*, 2004).

Por otra parte, la suplementación con microorganismos probióticos también ha tenido efectos sobre las grasas, ya que disminuyen la concentración de fosfolípidos de la carne, el colesterol en la yema de los huevos y la reducción de la grasa abdominal de las aves (Král *et al.*, 2013).

La calidad microbiológica de la carne es otro factor que puede ser mejorado mediante el uso de probióticos por medio de la exclusión competitiva. Se dice que los microorganismos beneficiosos que se establecen en el intestino generan la reducción intestinal de bacterias con potencial zoonótico, como *Salmonella Enteritis*, *Coliformes* y *Clostridium* spp., los induce a un mejor estado del producto (Lilly *et al.*, 2011).

Los consorcios probióticos constituyen una alternativa viable de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento, no solo por los efectos positivos sobre el animal, sino porque no tiene efecto residual sobre ellos ni en la canal (Arenas, 2014). También, La inclusión de los tratamientos en el agua de bebida, produjo una

respuesta de tipo probiótica en el comportamiento de los indicadores productivos en pollos (Díaz, 2021).

La aplicación de probióticos incrementa el uso y consumo de alimento balanceado ya que con el mismo consumo de alimento permite tener mejores índices de conversión alimenticia (Barros, 2018).

Los resultados obtenidos en una investigación realizada por Gorozabel *et al.*, 2020, mostraron que la adición de probióticos a base de *Lactobacillus* sp., en el agua de pollos, tienen un efecto beneficioso con respecto a los parámetros zotécnicos, alométricos, histomorfológicos del intestino delgado y microbiológicos; dado que se traduce en un mayor crecimiento de las vellosidades intestinales del intestino delgado y en una reducción en la población de bacterias y aerobios mesófilos. Los cultivos probióticos también pueden promover la eficiencia alimenticia y ganancia de peso (Álvarez *et al.*, 1994).

La utilización de probióticos, específicamente *E. faecium*, puede ser considerada como factor promotor del crecimiento durante todo el ciclo de producción del ave, debido a que demostró tener efectos positivos sobre los parámetros productivos como peso, conversión, porcentaje de supervivencia, factor de eficiencia americana, índice productivo, eficiencia europea y eficiencia alimenticia (Chávez *et al.*, 2016).

1.7. Bacterias benéficas

1.7.1. Bacterias ácido lácticas

Estas bacterias están formadas por diferentes géneros como *Lactobacillus* (*L.plantarum*, *L.casei*) *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Streptoco*

ccus (*S. lactis*) y *Pediococcus*, estas pueden ser sacadas a partir de la fermentación de alimentos, masas ácidas, bebidas, plantas y los tractos respiratorio, intestinal y vaginal de animales homeotérmicos entre otros (Tanya y Leiva, 2019).

1.7.2. Bacterias fotosintéticas

Son un grupo de microorganismos representados por las especies *Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, microorganismos autótrofos facultativos. Estas bacterias utilizan como fuente de carbono moléculas orgánicas de los exudados de la raíz de plantas y como fuente de energía utilizan la luz y la energía calórica del suelo (Su *et al.*, 2017).

1.7.3. Levaduras

Las levaduras son un grupo presente en la preparación de los microorganismos probióticos capaces de utilizar múltiples fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* forman parte de esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos (Fayemi y Ojokok, 2014).

1.7.4. Hongos de fermentación

Los hongos ayudan con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además muchos hongos son antagónicos de especies fitopatógenas. Por

otro lado, los hongos tienen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la segunda les permite multiplicarse de manera más rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo condiciones adversas (Yang *et al.*, 2017).

1.8. Microbiota intestinal en las aves

En las aves, las bacterias se multiplican activamente en el buche, intestinos y ciego. Entre las aves silvestres, las recién nacidas obtienen sus primeras bacterias de la boca, buche o excremento de la madre (Milian *et al.*, 2008). Por consiguiente, una población aceptable, y equilibrada de bacterias se produce rápidamente en el ave joven. Los pollitos que nacen en plantas incubadoras no tienen esta oportunidad. Esto puede resolverse proporcionando cultivos vivos de bacterias probióticas al momento de la eclosión (Garlich, 1999). En el tracto gastrointestinal de las aves habita una comunidad de diferentes bacterias, hongos, protozoos y virus, que interactúan con el huésped. La adquisición y desarrollo de este microbiota intestinal en las aves se origina desde la eclosión del pollito, junto con los microbios que se encuentran en la superficie de la cáscara del huevo, los cuales son microorganismos que porta el intestino de la madre, además de fuentes presentes en el medio ambiente, el alimento y el personal que maneja los animales (Rinttilä *et al.*, 2013).

El microbiota intestinal no debe ser estudiada de manera individual como especies aisladas de microorganismos, sino en forma de comunidades que interactúan entre sí, que tienen la capacidad de estimular o inhibir el desarrollo de otras cepas de microorganismos. De tal forma, una población bacteriana compuesta

por organismos benéficos interactúa con el hospedero promoviendo mejores condiciones de salud (Salanitro *et al.*, 1974).

El desarrollo óptimo del sistema digestivo de los pollitos recién nacidos depende de una población microbiana equilibrada. La administración de probióticos en criadero acelera el desarrollo del tracto gastrointestinal (Matté, 2017). El intestino delgado del pollo recién nacido es inmaduro y su desarrollo necesita cambios a nivel morfológicos, bioquímicos y moleculares. Estos cambios ocurren durante las dos primeras semanas de vida, y los más trascendentes son los que suelen ocurrir dentro de las 24 h después del nacimiento (Londero, 2012). La estabilidad del microbiota intestinal es imprescindible para que estas funciones se desarrollen. Al existir un desequilibrio de esta microflora, conocido como disbiosis que hace referencia a la alteración en la cantidad y composición de bacterias no patogénicas en el intestino y le pueden generar distintas perturbaciones gastrointestinales (Abad-Guamán *et al.*, 2017).

El microbiota del intestino delgado completa su conformación en aproximadamente dos semanas después del nacimiento, por lo cual, tanto las funciones digestivas como las de defensas del animal frente a infecciones no se desarrollan completamente hasta después de los primeros 15 días de vida. Durante este período, la salud del animal depende, casi completamente, de los anticuerpos transmitidos por la madre a través del huevo (Hamal *et al.*, 2006).

1.9. Factores que afectan el microbiota intestinal animal

Diferentes factores externos influyen en la microbiota intestinal durante el desarrollo del animal y sobre la composición de la microbiota del adulto. Entre éstos, los más significativos son la relación con los progenitores y otros adultos (crecimiento aislado o en contacto con adultos), tipo y forma de alimentación, cambios en la composición o tipo de alimentos, cambios fisiológicos durante el desarrollo y madurez sexual, interacción con el ambiente (confinamiento en jaulas, galpones, o cría en corrales a cielo abierto), traslado de animales (a diferentes alojamientos o lugares geográficos), y medidas higiénicas de los establecimientos como limpieza, calidad microbiológica del agua y almacenamiento de los alimentos (Argañaraz *et al.*, 2018).

II. MARCO METODOLÓGICO

El estudio se llevó a cabo en un galpón convencional del programa de Producción Avícola en el Centro de Investigación Agropecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, ubicado en el corregimiento de Chiriquí, localizado a los 8°23'15.12" de Latitud norte y 82°19'47.48" de Longitud oeste y con una elevación de 26 msnm.

Se utilizaron 200 pollos de engorde, machos y hembras de un día de edad (40.68 ± 0.45 gr), de la línea Cobb-Vantress 500. Todos los pollos fueron sometidos al mismo plan nutricional, basado en un alimento tipo harina formulado para suplir o exceder los requerimientos nutricionales establecidos por las tablas brasileras para aves y cerdos (Rostagno *et al.*, 2017) según las siguientes etapas: Pre-inicio (F1: 1-7 días), Inicio (F2: 8-21 días), Crecimiento (F3: 22-33 días), y Engorde (F4: 34-42 días).

Tabla 1. Perfil calculado de las dietas según la fase experimental

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
	(d0-7)	(d8-21)	(d22-33)	(d34-42)
Ingredientes	TC (lb)	TC(lb)	TC(lb)	TC(lb)
Maíz	53.95	55.95	60.55	66.15
Soya	34.65	33.22	27.54	22.53
Pulidura de Arroz	3.5	2.45	2.73	2.91
Melaza	2.9	2.4	2.4	2.4
Aceite de Palma	1.15	2.45	3.48	3.21
Sal	0.3	0.4	0.45	0.45
Fosfato M-dicálcico	0.6	0.4	0.32	0.05
Carbonato de Ca	1.85	1.7	1.5	1.35
Premix Vit-min	0.25	0.25	0.25	0.25
L- Lisina	0.25	0.22	0.24	0.26
DL-Metionina	0.27	0.25	0.22	0.19
L-Treonina	0.13	0.11	0.12	0.05
L-Triptofano	0	0	0	0
Myco-AD A-Z	0.15	0.15	0.15	0.15
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05

Tabla 2. Contenido nutricional de la dieta experimental

Contenido Nutricional	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
	(d0-7)	(d8-21)	(d22-33)	(d34-42)
	TC	TC	TC	TC
Materia Seca, %	87.3	87.1	86.9	86.8
Energía Metab, (Kcal/kg)	2975.74	3050.99	3150.29	3200.92
Proteína Cruda, %	21	20.3	18	16
Calcio, %	0.97	0.87	0.75	0.63
Fósforo Disp, %	0.46	0.41	0.37	0.29
Lisina, %	1.31	1.25	1.12	1.01
Metionína, %	0.54	0.51	0.46	0.41
Treonína, %	0.86	0.82	0.74	0.6
FND, %	9.03	8.91	8.73	8.7
FAD, %	3.18	3.1	2.88	2.72

Los pollos fueron asignados a cuatro tratamientos suministrados a través del agua, con cinco repeticiones (corral) de 10 pollos/repetición: 1) TC: agua sin adición de Bio-Green; 2) BG1: 0.10 % de Bio-Green; 3) BG2: 0.20 % de Bio-Green; y 4) BG3: 0.30 % de Bio-Green. La dieta de los tratamientos se formuló basándose en los requerimientos nutricionales de las tablas brasileras (Rostagno *et al.*, 2017). Todos los pollos bajo experimentación fueron sometidos al mismo protocolo de sanitario y condiciones micro ambientales.

Los pollos fueron pesados al inicio del experimento (d0) y al final de cada fase para determinar la ganancia promedio (GP) por fase. Similarmente, el alimento no consumido del comedero fue pesado al final de cada fase para determinar el consumo de alimento promedio por fase (CAF). Ambos valores (ganancia de peso y consumo de alimento diario) se utilizaron para determinar la conversión alimenticia (CA) de cada tratamiento por fase.

Al final del experimento, se seleccionaron 5 pollos al azar por cada corral dentro de cada tratamiento (25 pollos/tratamiento) para su sacrificio. Los pollos fueron sacrificados por exanguinación, permitiendo el desangrado por aproximadamente 5 minutos. Posteriormente, fueron sumergidos en agua caliente con una temperatura superior a 100 °C por 10 segundos para facilitar el desplume. Se evisceraron y la canal completa se registró el peso de la carcasa.

Todos los datos se ingresaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2021 para su procesamiento, y el análisis estadístico se realizó con SAS 9.4 (Cary, N.C, USA), (SAS, 2013). Los datos fueron sometidos a evaluación de los supuestos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk's para valorar normalidad y la prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianza. Las variables estudiadas se

analizaron mediante el PROC ANOVA de SAS, y las medias fueron comparadas mediante el método de Tukey. Se realizó un análisis ortogonal para evaluar el efecto lineal y cuadrático de los tratamientos con niveles elevados de probiótico. Valores de $p < 0.05$ son considerados como diferencias, mientras que los valores de p entre 0.05 a 0.10 son consideradas con una tendencia a diferir.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una tendencia a diferir entre tratamientos, como también una tendencia lineal y cuadrática ($p < 0.10$) en la ganancia de peso (GP) durante la F1, mientras que en la F2; hubo diferencias significativas entre tratamientos, con una respuesta cuadrática ($p < 0.05$), donde la suplementación con el tratamiento BG2 mostró la mayor ganancia de peso entre los tratamientos evaluados. Adicionalmente, en la F3 se encontró una tendencia a diferir entre tratamientos como también una tendencia a una respuesta lineal ($p < 0.10$). Durante la última fase de estudio, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), mientras que de manera general (d 1-42), se encontró diferencias significativas, con la mayor GP en aquellos tratamientos suplementados con los tratamientos BG1 y BG2 ($p < 0.05$), con una respuesta lineal negativa ($p < 0.05$), donde a medida que aumentaban la concentración de suministro de probiótico, se reducía la GP (Tabla 3).

Dichos resultados de la GP soportan la respuesta obtenida en el peso corporal (PC) final de cada fase, donde se refleja una tendencia a diferir en el PC en el d7 ($p > 0.05$), pero con una respuesta cuadrática en el d 21 y d 33, con el mayor PC en aquellos pollos suplementados con BG2 (Tabla 3). Aunado a lo anterior, se encontró diferencias significativas entre tratamientos para el PC el d42, con una respuesta lineal negativa, donde a medida que aumentaba la concentración de probiótico sobre 0.20%, se reducía el PC ($p < 0.05$).

Tabla 3. Efecto de la suplementación de probiótico sobre el peso corporal y ganancia de peso de pollos Cobb-500

PC (gr)	Tratamientos				SEM	p-valor		
	TC	BG1	BG2	BG3		Trt	Lineal	Cuadrático
D0	40.8	41.16	40.36	40.4	0.45	0.57	0.28	0.48
D7	136.63	139.42	145.64	123.86	5.74	0.09	0.09	0.08
D21	670.55 ^{ab}	707.95 ^b	730.44 ^b	617.48 ^a	24.13	0.02	0.02	0.04
D33	1465.82 ^{ab}	1574.3 ^b	1622.39 ^b	1384.87 ^a	53.38	0.03	0.03	0.05
D42	2111.28 ^{ab}	2286.84 ^b	2288.1 ^b	2031.9 ^a	72.03	0.04	0.04	0.20
GP (gr)								
F1(d1-7)	95.83	98.26	105.28	83.46	5.54	0.08	0.09	0.06
F2(d8-21)	533.91 ^{ab}	568.53 ^b	584.53 ^b	493.62 ^a	19.58	0.02	0.01	0.04
F3(d22-33)	795.27	866.34	891.95	767.38	35.05	0.07	0.08	0.13
F4(d34-42)	645.45	712.54	665.71	647.03	31.52	0.42	0.22	0.75
F1-4 (d 1-42)	517.62 ^{ab}	561.43 ^b	561.94 ^b	497.88 ^a	17.96	0.04	0.04	0.20

PC: Peso corporal, GP: Ganancia de peso, TC: Tratamiento control, BG1: 0.10% de probiótico, BG2: 0.20% de probiótico, BG3: 0.30% de probiótico

La utilización de probióticos puede ser considerado como promotor de crecimiento durante todo el ciclo productivo del ave debido a que demostró aspectos positivos sobre los parámetros productivos (Chavez *et al.*,2016). En la tabla 3 se observaron que los animales con probiótico BG1 y BG2 tuvieron la mayor ganancia de peso por fase (GP) durante varios periodos del ciclo de producción. Con base en los datos estadísticos analizados anteriormente, los resultados demuestran que existen diferencias significativas en ciertos periodos productivos de los pollos de engorde, lo que se debe, a la inclusión de probiótico líquido suministrado en el agua, favoreciendo el crecimiento acelerado de la raza Cobb-500. Estos resultados, al ser comparados con Barros, (2018) sobre el uso de probióticos en la alimentación de pollos broilers con diferentes porcentajes de inclusión, informaron que los animales alimentados con probióticos obtuvieron la mayor ganancia de peso, donde obtuvieron un promedio numéricamente inferior al encontrado en este presente estudio.

Además, lo mismo sucede al comparar resultados con Arenas, (2014), que realizó una investigación sobre la determinación de algunos parámetros zootécnicos en pollos de engorde suplementado con microorganismos benéficos, e informó que los pollos suplementados con probióticos superaron en ganancia de peso a animales no suplementados con microorganismos benéficos. Adicionalmente, esta investigación va en línea a lo encontrado por Jin *et al.*, (2000) que comparó el efecto de dos tipos de probióticos, obteniendo resultados similares que indican que los animales con inclusión de probióticos fueron superiores a los animales sin tratamiento. Lo que coincide con Barrera, Rodríguez y Torres, (2014) que también

encontraron mejores resultados sobre la ganancia de peso utilizando probióticos en pollos de engorde. Además, los resultados demuestran un comportamiento lineal y cuadrático, donde los datos arrojados mostraron una tendencia lineal negativa, donde a medida que aumentaba la concentración de probiótico sobre 0.20%, se reducía el peso corporal ($p < 0.05$). Se encontraron diferentes resultados con lo encontrado por Carcelén *et al.*, (2020) que informo la respuesta de los niveles crecientes de probióticos sobre la ganancia de peso, donde la ganancia de peso se reducía como respuesta de los niveles crecientes de los probióticos.

Dichos resultados indican que el probiótico suministrado en el agua pudo mejorar la salud intestinal y actuar como promotor de crecimiento, estimulando ciertos parámetros productivos, poniendo en función ciertos mecanismos de acción por parte del probiótico, estimulando el sistema inmune intestinal, actuando como barrera contra patógenos que afectan el desempeño del pollo de engorde, al tener una protección intestinal con dosis correctas de probiótico pudieron aprovechar de mejor manera los nutrientes para su rápido crecimiento, obteniendo una mayor ganancia de peso.

En la tabla 3 se muestran los valores de peso corporal (PC), donde los tratamientos presentaron diferencias significativas los días D21, D33 y D42, donde los corrales con BG2 (0.20%) obtuvieron el mayor peso corporal, seguido del tratamiento BG1(0.10%), posteriormente el TC y por último el BG3 (0.30%), datos que coinciden, al ser comparados con Salvador *et al.*, (2012) sobre el efecto de un probiótico en pollo de engorde, que informa que había un mayor peso corporal en la cuarta y quinta semana en los animales con inclusión de probiótico, lo que va en línea con lo encontrado por Gutiérrez *et al.*, (2015) que informa que al día 42 los

pollos suplementados con probióticos mostraron un promedio de peso corporal mayor que los animales no suplementados, siendo similar en el presente estudio. En el presente estudio se puede atribuir que las respuestas obtenidas en los resultados se deben a la acción de exclusión competitiva, donde los pollos de engorde al tener un equilibrio en la flora intestinal lograron aprovechar mejor los nutrientes ofrecidos.

Tabla 4. Efectos de la suplementación de probiótico sobre el consumo de alimento y conversión alimenticia de pollos Cobb-500

C.A.P (gr)	Tratamientos					SEM	P-valor		
	TC	BG1	BG2	BG3	Trt		Lineal	Cuadrático	
F1 (d 0-7)	122.94	126.78	132.58	114.02	6.43	0.26	0.18	0.14	
F2 (d 8-21)	838.5	858.95	861.4	772.93	28.68	0.14	0.04	0.19	
F3 (d 22-33)	1171.17 ^{ab}	1252.11 ^b	1294.33 ^b	1096.32 ^a	46.72	0.03	0.04	0.06	
F4 (d 34-42)	1210.29	1290.21	1285.87	1147.18	41.54	0.08	0.04	0.24	
F1-4 (d1-42)	835.73 ^{ab}	882.02 ^b	893.55 ^b	782.62 ^a	24.73	0.02	0.01	0.07	
C.A.									
F1 (d 0-7)	1.28	1.29	1.27	1.38	0.06	0.64	0.43	0.42	
F2 (d 8-21)	1.57	1.51	1.47	1.57	0.04	0.27	0.27	0.19	
F3 (d 22-33)	1.47	1.45	1.45	1.43	0.03	0.88	0.71	0.86	
F4 (d 34-42)	1.87	1.81	1.95	1.78	0.06	0.21	0.76	0.08	
F1-4 (d 1-42)	1.55	1.52	1.54	1.54	0.02	0.83	0.59	0.75	

C.A.F: Consumo de alimento promedio, C.A.: Conversión alimenticia

No hubo diferencias significativas en el CAP en la F1 ($p > 0.05$), mientras que en la F2 se encontró una respuesta lineal ($p < 0.05$) con una reducción en el consumo una vez la concentración de probiótico aumentaba. Los pollos suplementados con TC y BG3 mostraron el menor CAP durante la F3 ($p < 0.05$). Adicionalmente, una respuesta lineal negativa fue encontrada en la F3 y F4, con una reducción en el consumo una vez aumentaba la concentración del probiótico. En la fase general del estudio (d1-42), se encontró diferencia significativa entre tratamientos, con el mayor CAP en BG2 ($p < 0.05$), como también una respuesta lineal ($p < 0.05$) con una reducción en el CAP en los pollos suplementados con concentraciones de 0.20% (Tabla 4).

Quiroa, (2019) evaluó la utilización de *Bacillus subtilis* como probiótico en pollos de engorde, determinando que no había diferencia significativa del consumo de alimento inicial y final en comparación a los pollos del tratamiento control. Adicionalmente, Aliakbarpour *et al.*, (2012) informaron que el consumo de alimento no difirió entre los tratamientos experimentales y el grupo control una vez suplementados con probióticos. En el presente estudio se sospecha que la variabilidad en los resultados se debe a diferentes factores tanto internos como externos, como el ambiente, manejo, salud y nutrición, lo que coincide con Mountzouris *et al.*, (2010) que informa que la eficacia de los probióticos puede depender de factores como la composición de la dieta y la viabilidad, el nivel de administración del probiótico, método de aplicación, frecuencia de aplicación, edad de las aves, higiene general de la granja y los factores de estrés ambiental.

En este estudio el tratamiento BG3 obtuvo en menor consumo de alimento, indicando que la dosis de probiótico suministrada no favoreció al consumo de

alimento de las aves. Esta posible razón está soportada por lo encontrado por Callaway *et al.*, (2008), que informa que reducciones en el consumo de alimento y ganancia de peso con niveles incrementados de probióticos puede deberse al inadecuado tipo y cantidad de probiótico para el animal, con el probable desarrollo de antagonismo, evidenciado por la incorrecta generación de exclusión competitiva de los patógenos en el intestino. En esta investigación los tratamientos BG1 y BG2 obtuvieron el mayor consumo de alimento, se puede atribuir a la concentración incluida evitando así la exclusión competitiva basado en una dosificación correcta.

En cuanto a la CA, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) en ninguna de las fases evaluadas (Tabla 4), indicando que la inclusión del probiótico mejoró las condiciones gastrointestinales para estimular el consumo de alimento y su aprovechamiento, mas no así un aumento en degradación y asimilación de los nutrientes, en comparación a una dieta sin la inclusión de microorganismos benéficos.

Tabla 5. Efecto de la suplementación de probiótico sobre el rendimiento de carcasa de pollo Cobb-500

Peso (Kg)	Tratamientos				SEM	P-Valor		
	TC	BG1	BG2	BG3		Trt	Lineal	Cuadrático
P42	2.1 ^{ab}	2.28 ^b	2.28 ^b	2.02 ^a	0.072	0.04	0.04	0.202
P-Canal	1.57 ^a	1.75 ^b	1.77 ^b	1.57 ^a	0.051	0.018	0.045	0.133
Rendimiento, %	75.1	77.02	78.17	77.93	2.30	0.778	0.779	0.805

P42: Peso vivo al día 42, P-canal: Peso de la canal.

El peso de la canal mostró respuesta similar a el peso vivo final de los pollos, donde se obtuvo una diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$) con el mayor peso de canal en los tratamientos BG1 y BG2. Adicionalmente, una respuesta lineal fue también encontrado ($p < 0.05$) donde se redujo el peso de la canal en aquellos pollos suplementados con el tratamiento BG3, conteniendo el mayor nivel de inclusión de probiótico evaluado (0.30%). En cuanto al porcentaje de la canal, no se reflejan diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo, numéricamente, los pollos suplementados con BG2 obtuvieron el mayor porcentaje de rendimiento de canal.

Dichos resultados demuestran que los tratamientos BG1 y BG2 tuvieron el mayor peso vivo final y peso de canal, datos que, al ser comparados con Vélez *et al.*, (2019) sobre la aplicación del probiótico *Bacillus subtilis* en pollos de engorde

Cobb-500, informaron en cuanto a rendimiento en canal los animales tratados con dicho probiótico obtuvieron mejor rendimiento que los animales no suplementados.

En este estudio no hubo diferencias significativas en cuanto a porcentajes de rendimiento en canal, lo que coincide con Simbaña y Ortiz, (2021) los cuales informan que los porcentajes de rendimiento en canal no se vieron afectados por los tratamientos. Se puede sospechar que la inclusión de probiótico formado por varias bacterias beneficiosas lograron proteger y mantener la salud intestinal, donde las cepas bacterianas quizás ejercieron sus diferentes mecanismos para mejorar la ganancia de peso y por ende el rendimiento en canal.

IV. CONCLUSIONES

La inclusión de probiótico en el agua en concentraciones de 0.20% mejoró la ganancia de peso y peso corporal al final de las fases estudiadas en pollos Cobb-500.

La adición de probiótico estimulo el consumo de alimento en los tratamientos BG1 y BG2, sin embargo, en dosis de 0.30% afectó el consumo de alimento.

El probiótico a concentraciones de 0.20% en el agua de bebida tuvo un efecto beneficioso en el peso final de la canal.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar futuras evaluaciones donde se determine el efecto del probiótico sobre la morfología intestinal, y evidenciar si la ganancia de peso en los pollos de engorde suplementados con 0.20% de probiótico se debe a una mejora en las estructuras morfológicas intestinales, tales como aumento en las vellosidades, reducciones de la cripta.

Adicionalmente, se recomienda realizar evaluaciones de la microbiota, para determinar posibles modos de acción de este probiótico específico sobre la modulación de la microbiota a lo largo del periodo de ceba.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Guamán, R., Capa-Morocho, M., Herrera-Yunga, V., Herrera-Herrera, R. y Escudero-Sánchez, G. (2017). Cambios en la microbiota intestinal de las aves y sus implicaciones prácticas. *Centro de Biotecnología*, 6, 98-108. <https://bit.ly/3FfT24A>
- Ahmad, I. (2006). Effect of probiotics on broilers performance. *International Journal of Poultry Science*, 5(6), 593-597. <https://bitly.ws/Vg7p>
- Aliakbarpour, H. R., Chamani, M., Rahimi, G., Sadeghi, A. A. y Qujeq, D. (2012). El *Bacillus subtilis* y los probióticos de las bacterias del ácido láctico influyen en la expresión génica de la mucina intestinal, la histomorfología y el rendimiento del crecimiento en pollos de engorde. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(9), 1285. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12110>
- Alvarez, L. C., Barrera, E. M., y González, E. A. (1994). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Veterinaria México*, 25(2), 141-144. <https://bitly.ws/UEA4>
- An, B. K., Cho, B. L., You, S. J., Paik, H. D., Chang, H. I., Kim, S. W., y Kang, C. W. (2008). Rendimiento de crecimiento y respuesta de anticuerpos de pollos de engorde alimentados con β -glucano derivado de levadura y probióticos de cepa única. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(7), 1027-1032. <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70571>
- Arenas Arrubla, J. E. (2014). *Determinación de algunos parámetros zootécnicos en pollos de engorde de la línea Ross x Ross, suplementados con un consorcio*

de *microorganismos probióticos*. [Trabajo de grado, Corporación Universitaria Lasallista]. <https://bitly.ws/UEAo>

Argañaraz Martínez, F. E., Babot, J. D., Apella, M. C., y Perez Chaia, A. B. (2018). *Probióticos y nutrición animal*. Asociación Civil Danone para la Nutrición, la Salud y la Calidad de Vida. <https://bitly.ws/TBAY>

Bajagai, Y.S., A.V. Klieve, P.J. Dart, and W.L. Bryden. (2016). Probiotics in animal nutrition: Production, impact and regulation. paper 179. FAO Animal Production and Health, Rome, ITA. <https://bitly.ws/UIWi>

Barrera, H. M., Rodríguez, S. P., y Torres, G. (2014). Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno y parámetros zootécnicos en pollo de engorde. *Orinoquia*, 18(2), 52-62. <https://bitly.ws/UEAX>

Barros Cajilima, M. V. (2018). *Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión* [Tesis de Licenciatura, Universidad politécnica salesiana]. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8.5953>

Blajman, J. E., Zbrun, M. V., Astesana, D. M., Berisvil, A. P., Romero Scharpen, A., Fusari, M. L., y Frizzo, L. S. (2015). Probióticos en pollos parrilleros: ¿una estrategia para los modelos productivos intensivos? *Revista argentina de microbiología*, 47(4),360-367. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.08.002>

Brown, M. (2011). Modes of action of probiotics: recent developments. *Journal of animal and veterinary advances*, 10(14), 1895-1900. <https://dx.doi.org/10.3923/javaa.2011.1895.1900>

- Caballero, Franco C., Keller K., De Simone C., Chadee K. (2007). The VSL#3 probiotic formula induces mucin gene expression and secretion in colonic epithelial cells. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 292(1), G315-22. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00265.2006>
- Callaway, T. R., Edrington, T. S., Anderson, R. C., Harvey, R. B., Genovese, K. J., Kennedy, C. N., y Nisbet, D. J. (2008). Probióticos, prebióticos y exclusión competitiva para la profilaxis contra enfermedades bacterianas. *Revisiones de investigación de salud animal*, 9(2), 217-225. <https://doi.org/10.1017/s1466252308001540>
- Carcelén, F., San Martín, F., Ara, M., Bezada, S., Asencios, A., Jimenez, R., ... y Guevara, J. (2020). Efecto de la inclusión de diferentes niveles de probiótico sobre los parámetros productivos y morfología intestinal en cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). *Revista de investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18735>
- Chambers, J. R. y Gong, J. (2011). La microbiota intestinal y su modulación para el control de Salmonella en pollos. *Food research international*, 44(10), 3149-3159. <https://bit.ly/4079nk1>
- Chavez, L. A., López, A., y Parra, J. E. (2016). El uso de *Enterococcus faecium* mejora parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(2), 113-123. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v63n1.59358>

- Díaz, E. A., Isaza, A. J., y Ángel, B. D. (2017). "Probióticos en la avicultura: una revisión." *Revista de Medicina Veterinaria*, 35,75-189.
<https://doi.org/10.19052/mv.4400>
- Díaz, J. C. (2021). Efecto del uso prebiótico y un simbiótico a base de un probiótico nativo *Lactobacillus* en el agua de bebida sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. [Trabajo de grado, Universidad de Córdoba].<https://bitly.ws/TBFa>
- Eckert, N. H., Lee, J. T., Hyatt, D., Stevens, S. M., Anderson, S., Anderson, P. N. & Caldwell, D. J. (2010). Influence of probiotic administration by feed or water on growth parameters of broilers reared on medicated and nonmedicated diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(1), 59-67.
<https://doi.org/10.3382/japr.2009-00084>
- Estrada P, M. M., y Márquez G, S. M. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 18(3), 246–257.
<https://bit.ly/3mMnsoH>
- FAO/WHO. (2001). Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. *Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report*, 1-34.
<https://bitly.ws/UIYR>
- Fayemi, O. E., & Ojokoh, A. O. (2014). The Effect of different fermentation techniques on the nutritional quality of the cassava product (fufu). *Journal of*

food processing and preservation, 38(1), 183-192.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00763.x>

Fox, S. (1994). Probióticos en la nutrición animal. *Mundo Porcino*, 17, 28-32.

Fuller R. (1989). Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol*, 66(5), 365-78.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1989.tb0510>

Garlich, J.D. 1999. Microbiología del tracto intestinal aviar. XVI Congreso Latinoamericano de Avicultura. Lima, Perú, 16, 110-121.

Giannenas, I., Papadopoulos, E., Tsalie, E., Triantafillou, E. L., Henikl, S., Teichmann, K. y Tontis, D. (2012). Evaluación de la suplementación dietética con probióticos sobre el rendimiento, la morfología intestinal y la microflora de pollos infectados con *Eimeria tenella*. *Parasitología veterinaria*, c188(1-2), 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.02.017>

Gorozabel, B. E. L., Solórzano, M. V. T., Nevárez, G. J. C., & Flor, F. G. I. (2020). Actividad probiótica de (*Lactobacillus* spp.), y su incidencia en el desarrollo de los parámetros zootécnicos, alométricos y de la microbiota gastrointestinal en pollos broilers. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 4, 96-108. <https://bitly.ws/Vg6Y>

Gutiérrez, L. A., Montoya, O. I. y Vélez, J. M. (2013). Probióticos: una alternativa para una producción más limpia y una posible sustitución de los antibióticos como promotores del crecimiento en la alimentación animal. *Producción+limpia*, 8(1), 135-146. <https://bit.ly/3Tdxv1S>

Gutiérrez, L., Bedoya, O., y Arenas, J. (2015). Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde suplementados con microorganismos probióticos. *Temas agrarios*, 20 (2), 81-85. <https://bitly.ws/UJcP>

- Hamal, K. R., Burgess, S. C., Pevzner, I. Y., & Erf, G. F. (2006). Transferencia de anticuerpos maternos de las madres a sus yemas de huevo, claras de huevo y pollitos en líneas de carne de pollos. *Ciencia avícola*, 85(8), 1364-1372. <https://doi.org/10.1093/ps/85.8.1364>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G. *et al.*, (2014). Declaración de consenso de la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos sobre el alcance y el uso apropiado del término probiótico. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 11, 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Iñiguez, C. M., Bolado, E., y Acedo, E. (2010). Probióticos: Principios y aplicaciones prácticas. *Los alimentos Funcionales-Un nuevo reto para la industria de alimentos*, 251-292. <https://bitly.ws/UKHC>
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N. y Jalaludin, S. (2000). Actividades enzimáticas digestivas y bacterianas en pollos de engorde alimentados con dietas suplementadas con cultivos de *Lactobacillus*. *Ciencia avícola*, 79(6), 886-891. <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.886>
- Johnson, K. C., Hagen, K. E., Gordonpour, M., Tompkins, T. A. y Sherman, P. M. (2007). Los extractos de proteínas de capa superficial de *Lactobacillus helveticus* inhiben la adhesión enterohemorrágica de *Escherichia coli* O157:H7 a las células epiteliales. *Microbiología celular*, 9(2), 356-367. <https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2006.00791.x>
- Konstantinov, S. R., Smidt, H., Akkermans, A. D., Casini, L., Trevisi, P., Mazzoni, M., y De Vos, W. M. (2008). La alimentación de *Lactobacillus sobrius* reduce los niveles de *Escherichia coli* F4 en el intestino y promueve el crecimiento

- de lechones infectados. *Ecología microbiológica FEMS*, 66(3), 599-607.
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2008.00517.x>
- Korver, D. R. (2012). Implicaciones de cambiar la función inmune a través de la nutrición en aves de corral. *Ciencia y tecnología de la alimentación animal*, 173(1-2), 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.019>
- Král, M., Angelovičová, M., Alfaig, E. y Walczycka, M. (2013). Calidad de la carne de pollos de engorde alimentados con dietas con *Bacillus subtilis* y aditivos de ácido málico. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies*, 46(2), 375-378. <https://bitly.ws/UJyx>
- Lilly, K. G. S., Shires, L. K., West, B. N., Beaman, K. R., Loop, S. A., Turk, P. J., y Moritz, J. S. (2011). Estrategias para mejorar el rendimiento y reducir la *Salmonella* presacrificada en pollos de engorde orgánicos. *Revista de investigación avícola aplicada*, 20(3), 313-321.
<https://doi.org/10.3382/japr.2010-00245>
- Lodemann, U. (2010). Efectos de los probióticos sobre el transporte intestinal y la función de barrera epitelial. En *Bioactive foods in promoting health*, 303-333. Prensa Académica. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374938-3.00021-9>
- Londero, A. (2012). *Alimentos funcionales: obtención de un producto probiótico para aves a partir de suero de quesería fermentado con microorganismos de kéfir* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata].
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2776>
- Matté, F. (2017). "Influencia de la microflora sobre la salud intestinal de las aves." *VETANCO*. Obtenido de *VETANCO*. <https://bit.ly/3Jx6FPb>

- Mead, G. C. (2000). Perspectivas de tratamiento de «exclusión competitiva» para controlar las salmonelas y otros patógenos transmitidos por los alimentos en las aves de corral. *The Veterinary Journal*, 159(2), 111-123. <https://doi.org/10.1053/tvjl.1999.0423>
- Milián, G., Pérez, M., & Bocourt, R. (2008). Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 117-122. <https://bit.ly/3ZXL8o4>
- Mountzouris, K. C., Balaskas, C., Xanthakos, I., Tzivinikou, A. y Fegeros, K. (2009). Efectos de un probiótico multiespecie sobre biomarcadores de eficacia de exclusión competitiva en pollos de engorde desafiados con *Salmonella enteritidis*. *Ciencia avícola británica*, 50(4), 467-478. <https://doi.org/10.1080/00071660903110935>
- Nava, J. (2008). Evaluación de Bacterias Ácido Lácticas Comercializadas como Probióticas [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes, Mérida, Colombia]. <https://bitly.ws/UJjc>
- Patterson, J. A. y Burkholder, K. M. (2003). Aplicación de prebióticos y probióticos en la producción avícola. *Ciencia avícola*, 82(4), 627-631. <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.627>
- Plaza, J., Gómez, C., Fontana, L. y Gil, A. (2014). Modulación de la inmunidad y la expresión génica inflamatoria en el intestino, en enfermedades inflamatorias del intestino y en el hígado por probióticos. *Revista mundial de gastroenterología: WJG*, 20(42), 15632. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i42.15632>

- Quiroa, A. D. (2019). *Utilización de bacillus subtilis como probiótico en pollos de engorde para la reducción de Escherichia coli* [Tesis de Doctorado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://bitly.ws/UJ6P>
- Reid, G. (2016). Probióticos: definición, alcance y mecanismos de acción. *Mejores prácticas e investigación Gastroenterología clínica*, 30(1), 17-25. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2015.12.001>
- Requena, T., & Peláez, C. (1995). Revisión: Actividad antimicrobiana de bacterias lácticas. Producción de bacteriocinas. *Revista española de ciencia y tecnología de alimentos*, 35(1), 19-44. <https://bitly.ws/Vg6H>
- Rinttilä, T. y Apajalahti, J. (2013). Microbiota intestinal y metabolitos: implicaciones para la salud y el rendimiento de los pollos de engorde. *Revista de investigación avícola aplicada*, 22(3), 647-658. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00742>
- Rodón, A. y Laurencio, M. (2008). Utilización de las mezclas de exclusión competitiva en la avicultura moderna. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(1), 3-11. <https://bitly.ws/UJ6P>
- Rosmini, M. R., Sequeira, G. J., Legarreta, I. G., Martí, L. E., Dalla Santina, R., Frizzo, L., y Bonazza, J. C. (2004). Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista mexicana de ingeniería química*, 3(2), 181-191. <https://bitly.ws/UJkd>
- Rostagno, H., Teixeira, L., Hannas, M., Juarez, D., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodrigues, P., Oliveira, R., Barreto, S., & Brito, C. (2017). Tablas Brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y

- requerimientos nutricionales. (4^a ed.). Rostagno. Universidad Federal de Viçosa. <https://bitly.ws/UP9f>
- Salanitro, J. P., Fairchilds, I. G., y Zgornicki, Y. D. (1974). Aislamiento, características de cultivo e identificación de bacterias anaeróbicas del ciego de pollo. *Microbiología aplicada*, 27(4), 678-687. <https://doi.org/10.1128/am.27.4.678-687.1974>
- Salvador, M.J., Contreras, D.B., Prado, F.O., Contreras, L.J., Macedo, J.R., García, J.L., Morales, E.J., y Téllez G.I., (2012). Efecto de un probiótico en pollos de engorda. *Abanico veterinario*, 2(1), 28-31. <https://bitly.ws/UJ8J>
- SAS. (2013). SAS User's guide: Statistics. Cary, N.C, USA: SAS Institute.
- Seuna, E., Raevuori, M. y Nurmi, E. (1978). Una epizootia de Salmonella typhimurium var. copenhagen en pollos de engorde y el uso de flora intestinal de pollo cultivada para su control. *Ciencia avícola británica*, 19(3), 309-314. <https://doi.org/10.1080/00071667808416481>
- Simbaña, L. D., y Ortiz, M. L. (2021). Uso de un probiótico (Bacillus subtilis sp.), en la alimentación de pollos broilers, en zonas de altura. [Tesis de Licenciatura, Universidad de las fuerzas armadas]. <https://bitly.ws/UJ9S>
- Su, P., Tan, X., Li, C., Zhang, D., Cheng, J. E., Zhang, S., y Lu, X. (2017). La bacteria fotosintética R hodopseudomonas palustris GJ-22 induce resistencia sistémica contra virus. *Bioteología microbiana*, 10(3), 612-624. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12704>
- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93-103. <https://bitly.ws/UJAc>

- Tuomola, E., Crittenden, R., Playne, M., Isolauri, E. y Salminen, S. (2001). Criterios de garantía de calidad para bacterias probióticas. *La revista americana de nutrición clínica*, 73(2), 393s-398s. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.393s>
- Vélez, K., Castro, C., y Molina, R. (2019). Aplicación del probiótico *Bacillus subtilis* en pollos de engorde COBB 500: evaluación de parámetros productivos. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 2(4), 1-17. <https://doi.org/10.56124/allpa>
- Yang, Z., Jiang, Z., Hse, C. Y. y Liu, R. (2017). Evaluación del impacto de los hongos de descomposición de la madera en el módulo de elasticidad del pino de tala (*Pinus elliottii*) mediante ensayos no destructivos por onda de tensión. *Biodeterioro y biodegradación internacional*, 117, 123-127. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.12.003>