UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACUTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

REVISIÓN DOCUMENTAL DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE PROBIÓTICOS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y EL CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DEL SISTEMA DIGESTIVO EN POLLOS DE ENGORDE

AUTORAS:

Jessica María Buñay Guamán

Diana Elizabeth Vargas Capinoa

DIRECTORA DEL PROYECTO:

Dra. C. Alina Ramírez Sánchez, PhD

PASTAZA - ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jessica María Buñay Guamán, con C.I.: 0302624184, y Diana Elizabeth Vargas Capinoa, con C.I: 1500848906, declaramos que el presente Proyecto de Investigación **Revisión documental del efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde**, es de nuestra propia autoría y que los resultados obtenidos en el mismo son legítimos y originales. Los textos presentes en el documento son provenientes de fuentes de autores, los cuales se encuentran debidamente citados y referenciados de acuerdo a las Normas APA, sexta edición.

Como autoras del presente trabajo asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos presentes en este Proyecto de Investigación para Titulación.





Jessica María Buñay Guamán

C.I.: 0302624184

Diana Elizabeth Vargas Capinoa

C.I.: 1500848906

Certificado de Aprobación por el Tribunal de Sustentación

El presente trabajo de integración curricular titulado: "**REVISIÓN DOCUMENTAL DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE PROBIÓTICOS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y EL CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DEL SISTEMA DIGESTIVO EN POLLOS DE ENGORDE"**, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.



Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

Dra. M.V. María Isabel Viamonte, PhD

Presidenta del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
WILLAN ORLANDO CAICEDO QUINCHE

Dr. Willan Caicedo, PhD

Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
HERNAN ALBERTO UVIDIA CABADIANA

Dr. Hernán Uvidia, PhD

Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 13-SAU-UEA-2021

Puyo, 10 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las egresadas: BUÑAY GUAMAN JESSICA MARÍA con C.I. 0302624184; y VARGAS CAPINOA DIANA ELIZABETH con C.I. 1500848906, con el Tema: **"Revisión documental del efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde."**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora de la investigación Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 4%, Informe generado con fecha 09 de febrero de 2021 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

En primera instancia un profundo agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica, cuerpo docente los cuales contribuyeron en mi formación académica.

A mi tutora de proyecto, Dra. C. Alina Ramírez Sánchez, PhD por compartirnos sus conocimientos en lo académico y de igual forma por ser un pilar fundamental en el desarrollo del Proyecto de Integración Curricular, por su paciencia y motivación que nos ha brindado para concluir nuestra investigación.

A la Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez por guiarnos en nuestro proyecto.

A mi familia quienes estuvieron apoyándome desde el inicio de mi vida universitaria, para poder cumplir mis sueños. Eli gracias por ser esa persona extraordinaria y excelente amiga.

Con afecto,

Jessica Buñay

Agradezco a Dios y a la Santísima Virgen María por bendecirme cada día, por darme la fortaleza para seguir adelante durante todo este proceso.

A mi familia por el apoyo constante que me brindaron a través de sus consejos, cariño, confianza y apoyo incondicional en mis metas propuestas.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica, al Departamento de Ciencias de la Tierra, a mis maestros, especialmente a mi tutora de tesis, Dra. Alina Ramírez, por ser la persona que ha demostrado paciencia, dedicación, profesionalismo y por el gran apoyo que nos ha brindado para direccionar este trabajo de titulación, gracias a ustedes por toda la enseñanza que me han brindado para poder crecer profesionalmente.

Finalmente, a todos mis amigos, especialmente a Jessy Buñay, por todo el apoyo, mis infinitas gracias.

Dios les bendiga a todos.

Con cariño,

Elizabeth Vargas

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios y a la Virgen Santísima porque sin ellos no sería nada, por darme fuerzas en momentos difíciles para no decaer, a mis padres Eduardo Sarmiento y Rosa Guamán por ser un ejemplo de perseverancia y dedicación, gracias por ser mi todo, a mis hermanas Nathaly, Lissbeth a mi hermano Kevin por darme ánimos y ser mi fortaleza, a mi compañero de vida Marlon Martínez por ser mi guía y mi inspiración todos los días, y a todos mis familiares.

Jessica Buñay

Primeramente, a Dios por todas sus bendiciones.

A mi familia, de manera especial a mis padres que, con todo su amor y sacrificio, hicieron posible que se cumpliera esta meta.

A mis maestros por todas sus enseñanzas.

A mis compañeros y amigos por los momentos compartidos y apoyo brindado.

Cordialmente,

Elizabeth Vargas

RESUMEN

La producción avícola es considerada como uno de los sectores más flexibles a diferencia de otras producciones pecuarias. En Ecuador el sector avícola ha aumentado significativamente ya que anualmente se produce entre 230 y 250 millones de pollos de engorde, generando así el 16% del PIB agropecuario. La producción intensiva en los pollos de engorde puede alterar el equilibrio de la microbiota intestinal. Los probióticos confieren un efecto positivo sobre el crecimiento y la producción, otorgándoles resistencia a las infecciones gastrointestinales. Para poder utilizar los probióticos como estrategia en el proceso de alimentación para el control de patógenos y la mejor absorción de los nutrientes, por ello es necesario realizar un estudio documental relacionado con el efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde, como un aporte para los productores avícolas que buscan mejorar de manera sostenible su producción y la salud de las aves. La presente investigación se desarrolló con un diseño exploratorio documental, de tipo no experimental. Se utilizó el método de investigación secundaria y la técnica de recolección con fuentes secundarias donde se realizaron revisiones de la literatura científica. Los mejores resultados en cuanto a los indicadores productivos a los 42 días expresan que el promedio del peso final, la ganancia diaria y la conversión alimenticia es alrededor de 2560 g, 60 g/día y 1,8 cuando se utiliza el género *Lactobacillus* spp, de igual manera el efecto del probiótico *Lactobacillus* en vellosidades y criptas a los 42 días muestra que la altura de las vellosidades en el duodeno es mayor respecto a yeyuno. La revisión de estas investigaciones muestra un efecto positivo en los indicadores productivos y de crecimiento alométrico de pollos Broiler cuando se emplea probióticos en la alimentación.

Palabras claves: Ave, conversión, flora digestiva, ganancia de peso, pollo broiler, tracto intestinal.

ABSTRACT

Poultry production is considered one of the most flexible sectors, unlike other livestock production. In Ecuador, the poultry sector has increased significantly, producing between 230 and 250 million broilers annually, thus generating 16% of agricultural PIB. Intensive production in broilers can alter the balance of intestinal microbiota. Probiotics confer a positive effect on growth and production, giving them resistance to gastrointestinal infections. In order to use probiotics as a strategy in the feeding process for the control of pathogens and the better absorption of nutrients, it is necessary to carry out a documentary study related to the effect of the inclusion of probiotics on the productive parameters and the allometric growth of the digestive system in broilers, as a contribution for the poultry producers who seek to improve their production and the birds' health in a sustainable way. The present research was developed with an exploratory documentary design, of non-experimental type. It was used the secondary research method and the collection technique with secondary sources where scientific literature reviews were carried out. The best results regarding productive indicators at 42 days express that the average of final weight, daily gain and food conversion is around 2560 g, 60 g/day and 1.8 when the genus lactobacillus spp is used, in the same way, the effect of lactobacillus probiotic in villi and crypts at 42 days shows that the height of villi in the duodenum is higher than jejunum. The review of these investigations shows a positive effect on the productive and allometric growth indicators of Broiler chickens when probiotics are used in feed.

Keywords: Bird, broiler chicken, conversion, digestive flora, intestinal tract, weight gain.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.2. OBJETIVOS 3

1.2.1. General 3

1.2.2. Específicos 3

1.3. JUSTIFICACIÓN 3

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5

2.1. Pollos de engorde 5

2.2. Anatomía del sistema digestivo de los pollos de engorde 6

2.2.1. Pico 7

2.2.2. Esófago 8

2.2.3. Buche 8

2.2.4. Estómago glandular 9

2.2.5. Estómago muscular 9

2.2.6. Intestino Delgado 9

2.2.7. Intestino Grueso 10

2.2.8. Órganos Digestivos Complementarios 11

2.3. Requerimientos alimenticios de los pollos de engorde 12

2.4. Factores que influyen en la salud intestinal 13

2.5. Flora del tracto gastrointestinal 14

2.6. Microflora intestinal en cada parte del sistema digestivo 15

2.7. Equilibrio y funciones de la flora intestinal 16

2.8. Probióticos 17

2.8.1. Importancia de los probióticos 17

2.8.2. Requisitos para que un organismo sea considerado probiótico 18

2.8.3. Modo de acción de los probióticos 18

2.8.4. Beneficios de los probióticos en la producción avícola 19

2.8.5. Microorganismos usados como probióticos 20

2.9. Parámetros productivos 22

2.9.1. Ganancia de peso y conversión alimenticia 22

2.9.2. Coeficiente del crecimiento alométrico del sistema digestivo 23

2.9.3. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas 23
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 25
3.1. Tipo de investigación 25
3.2. Métodos de investigación 25
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 26
CONCLUSIONES 38
RECOMENDACIONES 39
REFERENCIAS 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los pollos de engorde 6

Tabla 2. Requerimientos nutricionales para pollos de engorde 13

Tabla 3. Localización específica de bacterias en el tracto gastrointestinal 16

Tabla 4. Utilización de diferentes probióticos y su comportamiento en vellosidades y criptas en pollos broiler 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía del sistema digestivo del pollo de engorde 7

Figura 2. Respuesta de investigaciones que han utilizado probióticos como suplemento, con respecto a indicadores productivos en pollos broilers..... 26

Figura 3. Análisis del comportamiento de la conversión alimenticia en pollos broilers suplementados con diferentes probióticos, según las investigaciones revisadas..... 28

Figura 4. Efecto de diferentes probióticos en los indicadores productivos en experimentos de 42 días de duración 29

Figura 5. Comportamiento de la mortalidad al utilizar probióticos en la alimentación de pollos broilers, según reportes de investigación..... 31

Figura 6. Análisis retrospectivo del efecto del probiótico Lactobacillus en las vellosidades y criptas de pollos broiler a los 42 días 32

Figura 7. Análisis retrospectivo del peso de órganos, alimentados con diferentes probióticos 36

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La producción avícola es considerada como uno de los sectores más flexibles a diferencia de otras producciones pecuarias. Las aves de corral se desarrollan bajo distintos sistemas productivos, desde los rudimentarios hasta los más tecnificados. Con el crecimiento demográfico aumentó la demanda de carne de pollo lo que produjo expansión, consolidación y globalización en países de distintos niveles de ingreso (Ravindran, 2013).

En Ecuador el sector avícola ha aumentado significativamente, anualmente se produce entre 230 y 250 millones de pollos de engorde. En el año 2017 el consumo per cápita de carne de pollo fue de 32 kg/persona/año, siendo esta la proteína más barata y de mayor consumo en el país, esta cifra se habría triplicado en los últimos veinte años, este nivel de consumo es superior al resto de carnes que hay en el mercado (Gutiérrez, 2017).

López (2020) mencionó que existe aproximadamente 1819 granjas avícolas, en el país más de la mitad de la producción se encuentra en las provincias de Guayas (22%), Pichincha (16%) y Santo Domingo de los Tsáchilas (14%), la otra parte se encuentra distribuida entre el resto de provincias.

En una encuesta realizada por INEC (2019) señaló que a nivel nacional se registraron 284,54 millones de pollos de engorde criados en planteles avícolas, de los cuales el 55,99% de aves están en la Costa, la Sierra abarca un total de 41,13% pollos y seguido de 2,88% en la Amazonía.

Las explotaciones intensivas no siempre están exentas de factores que pudiesen causar daños a las aves, las mismas pueden sufrir problemas de desbalances intestinales ya sea por factores estresantes, desbalances en las dietas o problemas de los alimentos, los problemas entéricos conllevan a una ineficiente conversión alimenticia al igual causan trastornos diarreicos, para sobrellevar este problema se suministra dietas suplementadas con antibióticos, estos demuestran ser efectivos en la eliminación de microorganismos patógenos, pero así también causan estragos en la flora intestinal (Aquilón, 2017).

Díaz, Ángel y Ángel (2017) sostienen que debido a múltiples efectos letales que han surgido en el sector avícola y sin dejar de lado también sobre la salud de las personas, ya que muchos

de ellos transmiten genes de resistencia sobre la microbiota humana, por ello es importante introducir en la alimentación diferentes productos biológicos de origen microbiano que subsanen dichos efectos, como probióticos que beneficien la fisiología del hospedante al modular la inmunidad de la mucosa y la inmunidad sistémica, así como mejorar el balance nutricional y microbiano del tacto gastrointestinal, se debe tener claro que dependiendo del tipo de probióticos va a depender la respuesta inmune.

El desconocimiento de los beneficios que brindan los probióticos en la productividad es grande por parte de los avicultores debido a esto no se los usa, es por ello que se analizará el efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La explotación avícola se da a nivel mundial y su producción aporta una importante proteína para el consumo humano, es así que en la última década aumentó un 29%, con un crecimiento promedio anual de 2,8% (Ruiz,2019). La avicultura en países de Latinoamérica como Brasil, México, Chile y Colombia se desarrolla en mayor escala, con sus ventajas intrínsecas, con menor desarrollo están Perú, Uruguay, Ecuador, Argentina y Bolivia. Los países productores de carne de pollo en América Latina representan el 44% a nivel mundial (Redmidia, 2019).

Gutiérrez (2019) ratificó que, en un estudio ejecutado por el Instituto Latinoamericano del Pollo, ILP, en el año 2018, Latinoamérica y el Caribe, registró una producción de carne de pollo eviscerado de 26413,6 miles de toneladas métricas, en términos de crecimiento ascendió a 1,1% con respecto al año 2017.

En Ecuador, la rentabilidad de este negocio genera, aproximadamente 32000 fuentes directas de trabajo y alrededor de 2000 millones de dólares al año, es decir el 16% del PIB agropecuario y el 2% del PIB total (López, 2020).

Aquilón (2017) mencionó que, la producción intensiva de los pollos de engorde puede alterar el equilibrio de la microbiota intestinal y por consiguiente debilitar el sistema inmune del animal, esto predispone a que el tracto gastrointestinal pueda ser colonizado por agentes

patógenos, para evitar este problema, durante varias décadas se ha recurrido a la utilización de antibióticos usados como promotores de crecimiento con el propósito de mantener la salud intestinal y mejorar la eficiencia digestiva. No obstante, también ha crecido la preocupación por los efectos deletéreos que puede generar la administración de los mismos en los animales y sobre la salud del hombre, ya que se considera que muchos de ellos transmiten genes inductores de resistencia hacia la microbiota humana (Díaz et al., 2017).

Para poder utilizar los probióticos como estrategia en el proceso de alimentación para el control de patógenos y la mejor absorción de los nutrientes, realizar un estudio documental relacionado con el efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde, como un aporte para los productores avícolas que buscan mejorar de manera sostenible su producción y la salud de las aves.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

- Analizar la información existente acerca del efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde.

1.2.2. Específicos

- Realizar una revisión sistemática de artículos científicos relacionados con el efecto de inclusión de probióticos sobre parámetros productivos en el sistema digestivo de los pollos de engorde.
- Presentar resultados del efecto de los probióticos en el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde a partir de la información de la literatura.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las aves a diario se enfrentan a agentes patógenos que pueden causar daños a nivel intestinal llevando a un sistema inmune que no es capaz de responder efectivamente, para atenuar dichos problemas se hace uso intensivo de los antibióticos promotores de crecimiento como medios para controlar la proliferación de microorganismos patógenos, estos no solo influyen sobre las poblaciones microbianas intestinales y sus actividades, sino que además afectan el metabolismo animal y alteran específicamente la función intestinal, el uso indiscriminado de antibióticos ha producido graves problemas ya que se ha incrementado la aparición de microorganismos resistentes en las aves y en los humanos (Wu, 2018).

Chávez, López y Parra (2015) señalaron que los probióticos son microorganismos vivos que confieren beneficios a la salud, al ser incorporados a la dieta de los pollos de engorde, los mismos ayudan a mantener una microbiota beneficiosa, mejora la protección inmune, lo que repercute en un efecto positivo sobre el crecimiento y la producción, las aves se vuelven resistentes a las infecciones gastrointestinales. Los probióticos pueden estar conformados por un tipo de microorganismos o por la combinación de estos, la mayor parte pertenecen a los probióticos esporulados de los géneros de *Bacillus* spp y *Clostridium* spp, además de otros géneros como los *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp, *Enterococcus* spp, *Streptococcus* spp, y levadura *Saccharomyces* spp, al utilizarlos en conjunto se obtiene mejores resultados en los parámetros productivos.

El desconocimiento de los beneficios que presentan los probióticos, así como su poca inclusión en la alimentación de las aves, ocasionan que estas no sean usadas por los avicultores.

Partiendo de este breve contexto, en el presente trabajo de investigación se pretende realizar una revisión documental relacionadas con el efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Pollos de engorde

Los pollos de engorde también conocidos como Broiler son aves que presentan buenas características entre ellas se destaca una elevada velocidad de crecimiento, formación de grandes masas musculares, especialmente en el pecho y muslos, buena conversión alimenticia; la misma que repercute en una buena ganancia de peso obteniéndose así ejemplares de 6-7 semanas los cuales están listos para el consumo, convirtiéndose así en una producción en la cual se obtienen ganancias a corto tiempo (Barros, 2018).

La industria de los pollos de engorde o "Broiler" genéticamente utilizan híbridos de tres vías las cuales han sido producidas a partir del cruce de estirpes mejoradas de las razas pesadas. La madre es un híbrido simple, la cual se ha obtenido entre dos estirpes de la raza Plymouth Rock Blanca (White Rock) y el padre es una estirpe de la raza Cornish Blanca. La excelente conformación corporal está constituida por grandes masas musculares tanto en el pecho como en los muslos, así como como la alta velocidad de crecimiento y buen rendimiento a la canal que son características aportadas por el padre, mientras que la madre otorga caracteres reproductivos (Dottavio y Di Masso, 2010).

El pollo de engorde es un ave de producción pecuaria, criado exclusivamente para la obtención de la carne. En la tabla 1, se presenta su clasificación taxonómica:

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de los pollos de engorde

Taxonomía	
Reino	Animal
Phylum	Cordados
Subphylum	Vertebrados
Clase	Aves
Orden	Galliformes
Familia	Phaisanidae
Género	Gallus
Especie	*Gallus gallus domesticus*
Línea genética	Broiler Cobb 500, Ross 308, entre otras.

Fuente: Cuesta y Padilla (2003).

2.2. Anatomía del sistema digestivo de los pollos de engorde

El desarrollo del aparato digestivo es enorme a comparación del resto del organismo. La longitud y el peso del intestino delgado, hígado, páncreas, molleja y proventrículo se incrementan considerablemente la primera semana de vida. El páncreas, duodeno y yeyuno crecen en proporción, más aceleradamente que el hígado y el íleon (Chávez, López y Parra, 2016).

De acuerdo con Blajman (2015), el pollo recién nacido tiene un intestino delgado inmaduro y su desarrollo requiere de cambios morfológicos, bioquímicos y moleculares. Estos cambios ocurren durante las dos primeras semanas de vida y los más imprescindibles son los que suceden dentro de las primeras 24 horas después del nacimiento. A medida que el ave va creciendo se establece una comunidad bacteriana más compleja y cada región desarrolla un perfil microbiano específico.

En el intestino se localiza la mayor parte de las células linfoides, las cuales ofrecen inmunidad. La mucosa intestinal está constituida por anticuerpos IgA. Esta barrera evita la

adherencia de patógenos a la pared intestinal y destruye bacterias mediante una acción citotóxica (Betancourt, 2017).

Rodríguez (2011) afirmó que, hablar del aparato digestivo de las aves es referirse a una estructura tubular, la cual se puede observar en la figura 1. Cuyo interior está recubierta por células epiteliales que constituyen una barrera selectiva entre la llamada luz intestinal y el organismo del mismo, en colaboración con otros órganos tales como el hígado y el páncreas, que realizan funciones como:

- Conversión de moléculas complejas a simples, gracias a la secreción de ácido clorhídrico y enzimas digestivas, así como las pancreáticas y hepáticas.
- Los enterocitos absorben los nutrientes.
- Previene el paso de agentes nocivos externos, mediante mecanismos de eliminación inmune.

Las aves no tienen dientes, no mastican, el esófago es continuo con el buche, en el cual el alimento es almacenado y remojado, de aquí el alimento pasa al proventrículo o estómago glandular, el cual presenta una pared gruesa, enseguida se encuentra al frente la molleja o estómago muscular, donde es almacenado temporalmente mientras los jugos digestivos son secretados y mezclados con el alimento. La molleja contiene piedras o grits, para que el alimento sea triturado, después pase al intestino delgado e intestino grueso (Triviño, 2019).

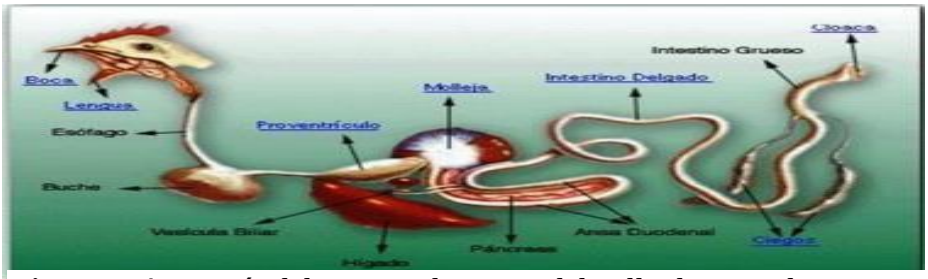

Figura 1. Anatomía del sistema digestivo del pollo de engorde
Fuente: Almirón (2013).

2.2.1. Pico

Floriano (2018) mencionó que, el pico es un órgano prensil, es una estructura que forma parte de la epidermis del ave es queratinizado, el cual es muy duro y a su vez presenta

terminaciones nerviosas sensitivas del nervio trigémino e irrigación que lo convierte en un órgano relativamente táctil. El pico reemplaza a los labios, las mandíbulas y a los carrillos, en la cavidad bucal se puede evidenciar que las aves no poseen paladar blando y hay ausencia del músculo milohioideo, el paladar duro presenta una hendidura la cual conecta la cavidad oral con la nasal. La lengua se presenta en forma de flecha y esta, a su vez está revestida de mucosa tegumentaria, recia, cornificada tanto en la punta como en el dorso, los músculos ayudan a la prehensión, selección y la deglución de los alimentos.

El conjunto de glándulas salivales abre sus canales en la cavidad bucal, derramando una cantidad considerable de saliva. Para humidificar los alimentos estas segregan amilasa y lipasa. La saliva es de color gris lechoso con un olor algo pútrido, está formada por agua, electrolitos, moco y enzimas, con un pH de 6,75. Una gallina adulta en ayunas en 24 horas segrega de 7 a 25 ml de saliva, con 12 ml de promedio. En esta parte se retiene los alimentos por un corto tiempo y luego por gravedad y presión negativa se dirige al esófago.

2.2.2. Esófago

Es un tubo muscular muy dilatado, situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea que se extiende desde la faringe hasta el cardias en el estómago, su función es lubricar los alimentos, este es el encargado del transporte de los alimentos los cuales van desde la boca al buche mediante peristalsis y de ahí a la respectiva molleja (Floriano, 2018).

2.2.3. Buche

Es un ensanchamiento estructural diversificado. Las dos funciones más importantes son: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de estos, y regulación de la repleción gástrica. También, ayuda al reblandecimiento del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco, en este se da el principio de la digestión. En el buche no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro sódico y glucosa. La reacción del contenido del buche es siempre ácida, con un pH de 5. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas. La actividad motora del buche está controlada por el sistema nervioso autónomo y presenta dos tipos de movimientos: contracciones del hambre con carácter peristáltico y vaciamiento del

buche gobernado reflejamente por impulsos provenientes del estómago fundamentalmente (Flores, 2018).

2.2.4. Estómago glandular

Es un órgano ovoide, donde se produce el jugo gástrico, su pared presenta glándulas desarrolladas, visibles macroscópicamente, que produce ácido clorhídrico (HCl), lipasa y pepsina, las cuales intervienen en la digestión gástrica, de proteínas, lípidos, fibra y sales minerales. Posee un pH que oscila entre 2,5 y 3,5 (Díaz, 2020).

2.2.5. Estómago muscular

Presenta una forma redondeada con sus lados aplanados. No produce jugo digestivo, pero son utilizados los jugos secretados por el proventrículo. La parte más importante de la pared del estómago está integrada por dos músculos principales, los cuales son la capa córnea y túnica muscular, unidos a ambos lados por una aponeurosis de aspecto blanco-azulado. Se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está revestido en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos.

Presenta un pH de 4,06 por lo que tiene una reacción ácida. Es desproporcionadamente grande y ocupa la mayor parte de la mitad izquierda de la cavidad abdominal. La pared gástrica esta desprovista de aponeurosis y está ocupada por dos músculos intermedios. Está recubierta interiormente de una mucosa de abundantes pliegues. La túnica muscular está formada por dos parejas de músculos que rodean a la cavidad gástrica. Por su adaptación al tipo de alimento, la molleja es particularmente fuerte y bien desarrollada, ya que es considera netamente motora en la cual se muele y se pulveriza el alimento (Flores, 2018).

2.2.6. Intestino Delgado

Venlasaca (2016) mencionó que, el intestino delgado es un órgano complejo, es el camino para los nutrientes que es utilizado de base para el mantenimiento, metabolismo y crecimiento del ave. El tamaño es largo y uniforme, este empieza desde la molleja hasta el inicio de los ciegos. La microbiota indica que las diferentes secciones presentan una población similar dominada por *Lactobacillus* y *Clostridium.* Este se subdivide en tres partes:

2.2.6.1. Duodeno

Sale del estómago muscular por su parte anterior derecha, localizado a lo largo de la pared abdominal derecha, se forma un asa duodenal en forma de U, entre ambas ramas se encuentra el páncreas. En el duodeno, el jugo gástrico ejerce su mayor acción, presenta un pH de 6,31 (Grond et al., 2018).

2.2.6.2. Yeyuno

Consta de diez asas pequeñas, dispuestas como si fueran una guirnalda y estas a su vez suspendidas de una parte del mesenterio. En el yeyuno, se da la absorción de las sustancias del bolo alimenticio, en este tramo actúa el jugo intestinal, el cual degrada los hidratos de carbono, así como las proteínas y los lípidos. Tiene un pH de 7,04 (Grond et al., 2018).

2.2.6.3. Íleon

El íleon presenta una estructura estriada, este se encuentra localizado en el centro de la cavidad abdominal, el íleon termina en la válvula ileocecal, donde desembocan los ciegos y empieza el intestino grueso. En esta parte se da la absorción de los nutrientes. Su pH es de 7,59 (Grond et al., 2018).

2.2.7. Intestino Grueso

Según Vargas (2016) indicó que, anatómica y fisiológicamente esta parte del tracto digestivo se subdivide en tres porciones:

2.2.7.1. Ciegos

Son dos tubos con extremidades ciegas, las cuales se originan en la unión del intestino delgado y el recto. El ciego izquierdo tiene un pH de 7,12 y el derecho de 7,08 en los ciegos se produce la fermentación microbiana de la fibra (Vargas, 2016).

2.2.7.2. Recto

Se realiza la absorción de agua y de las proteínas. Tiene un pH de 7,38 (Vargas, 2016).

2.2.7.3. Cloaca

Zona de encrucijada para la desembocadura de los conductos genitales y urinarios. Fisiológicamente se divide en tres compartimientos:

Coprodeo: compartimiento más craneal donde termina el recto y se acumulan las heces fecales.

Urodeo: compartimiento medio donde desembocan los conductos urogenitales.

Proctodeo: compartimiento caudal, comunica al exterior a través del orifico cloacal, provisto de musculatura esfíntera. Dorsalmente presenta la bolsa de Fabricio, este es un pequeño saco impar de naturaleza linforreticular, situado retroperitonealmente (Vargas, 2016).

2.2.8. Órganos Digestivos Complementarios

Los órganos complementarios cumplen funciones importantes en las aves (Estrada, 2011).

2.2.8.1. Glándulas Salivales

Las glándulas salivales son generalmente tubulares. La saliva contiene enzimas muy esenciales que actúan sobre los carbohidratos, los cuales están contenidos en la dieta y tienen como función principal proporcionar energía. Esta energía se utiliza en funciones vitales como: mantener la temperatura corporal, el movimiento; emplear las reacciones químicas en la síntesis del tejido corporal; utilizar compuestos como hormonas, enzimas, proteínas sanguíneas y anticuerpos, entre otros (Rivera, 2019).

2.2.8.2. Páncreas

Localizado dentro del asa duodenal y este a su vez secreta jugo pancreático en el cual se encuentran cinco enzimas, las mismas que se vacían al duodeno por el conducto pancreático que luego digieren los carbohidratos, proteínas y grasas (Mamani, 2019).

2.2.8.3. Hígado

Es un órgano relativamente grande formado por dos lóbulos, su función principal es secretar la bilis, este es un líquido amarillo-verdoso que contiene sales biliares. La vesícula biliar vierte la bilis al duodeno a través del conducto colédoco, este líquido tiene una función importante la cual consiste en neutralizar la acidez del duodeno, así mismo ayuda a la digestión de las grasas (Mamani, 2019).

2.3. Requerimientos alimenticios de los pollos de engorde

De acuerdo a Terrazas (2015), la edad de los pollos y los requerimientos nutricionales van a ir cambiando. La ingesta del alimento por parte del ave es muy importante, ya que interviene una serie de factores como el mismo alimento, el animal, y el clima el cual influye directamente en la cantidad de alimento que consume el ave y por ende en la producción.

Uno de los factores importantes en la avicultura es la alimentación, puesto que representa entre el 60-70 % de los costos totales de producción. Las dietas para el pollo de engorde están formuladas para proveer la energía y los nutrientes, que son importantes para su salud y producción exitosa. Los nutrientes básicos requeridos son: agua, proteína cruda, energía, vitaminas y minerales. La utilización adecuada de estos componentes garantiza un correcto crecimiento óseo y la formación de músculos. La calidad de los ingredientes, la forma del alimento y la higiene, influyen directamente a la contribución de estos nutrientes básicos.

La forma del alimento varía, este se puede preparar como harinas, peletizados, procesados o extruidos. Los alimentos peletizados o extruidos, generalmente tienen un manejo más fácil cuando se comparan con las harinas. Los alimentos concentrados procesados, muestran una notable mejoría en la eficiencia del lote y en las tasas de crecimiento, cuando se comparan con alimentos en harina (Jiménez y Tintinango, 2018).

En la tabla 2, se puede observar los requerimientos nutricionales para pollos de engorde. En la producción de pollos el punto inicial es una buena alimentación, este debe ser una dieta balanceada, el mismo que proporcione todos los nutrientes que el ave necesita para su desarrollo, la mejor forma es brindarles pellets ya que con ellos no se desperdicia el alimento. El alimento debe ser en base a su edad, balanceado inicial 1 a 7 días, se suministra 6 veces al día, de 8 a 14 días, se suministra 4 veces al día, a la edad de 15 y 21 días solamente se aplica 2 veces al día, y a partir del día 22 es solamente una vez (Castro, 2014).

Tabla 2.

Requerimientos nutricionales para pollos de engorde

Nutriente	Iniciador (0-15 días)	Crecimiento (16-30 días)	Finalizador (31-faenado)
Proteína (%)	23,0	20,0	18,5
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	3100	3200	3200
Relación: Caloría/proteína	135	160	173
Calcio (% min-máx)	0,9-0,95	0,85-0,88	0,80-0,85
Lisina (%)	1,25	1,1-0,95	0,90
Aminoácidos totales (%)	0,96	0,85-0,75	0,76-0,70
Fibra cruda (%)	3,2	2,8	2,7

Fuente (Guía de manejo del pollo de engorde, 2012).

2.4. Factores que influyen en la salud intestinal

Según Barros (2018), los factores que influyen en la salud intestinal son:

Barreras físicas: la integridad intestinal se ve afectada cuando sufre daños la pared de la mucosa, y las células epiteliales son destruidas, se interrumpe la vascularización, así también cuando el sistema inmune se ve muy comprometido.

Factores estresantes: estos factores afectan cuando se cuenta con una producción en la cual existe sobrepoblación en el galpón, transportación inadecuada, calendarios de vacunación poco eficientes, sin dejar de lado el mal manejo que se le brinda a las aves, así también los cambios bruscos que se dan en el ambiente.

Factores de la dieta: desbalances en las fórmulas nutricionales, mala calidad y mal manejo de los granos, la alta carga bacteriana, así como las micotoxinas en el alimento causan problemas en la salud intestinal del ave.

Toxinas del alimento: las toxinas que pueden presentar los alimentos afectan la integridad intestinal.

Micro flora intestinal: debe existir un equilibrio en la flora intestinal el cual permita una excelente integridad intestinal. Las bacterias útiles son (*Lactobacillus acidophilus, L. vulgaris, Bifidobacterium bifidum, B. infantis, Bacillus* spp) estas juegan un rol importante en el control de la flora y a su vez estimulan el desarrollo de la pared intestinal.

Deformidad del pico: influye directamente en el consumo de alimento ya que su ingesta es inadecuada y causa daño al desarrollo intestinal.

Estado sanitario: microorganismos como los virus, bacterias, hongos, parásitos y sin dejar de lado a las toxinas, pueden ser la causa de enfermedades como la coccidiosis y el cólera, estos afectan la producción y son perjudiciales para las células del tracto intestinal.

2.5. Flora del tracto gastrointestinal

Al nacimiento, el intestino del ave presenta un pH que varía entre 5,5 a 6; lo cual permite la proliferación de bacterias patógenas, además de que las aves jóvenes no tienen la capacidad suficiente de producción de ácido clorhídrico para conservar un pH bajo e impedir la proliferación de bacterias patógenas. La flora bacteriana tiene un efecto directo sobre la función y metabolismo del lumen intestinal, por lo que las modificaciones positivas en la microflora reducen las demandas metabólicas de las aves ya que algunos nutrientes son obtenidos directamente de los metabolitos de las bacterias. En la mucosa intestinal ocurre un continuo proceso de renovación, hay proliferación de células en las criptas de la mucosa, diferenciándose predominantemente los enterocitos, los cuales migran hacia las vellosidades y posteriormente son expulsados al lumen del intestino; esta proliferación de enterocitos cumple un papel importante en la determinación del crecimiento del tejido de absorción intestinal. Durante el proceso de migración, los enterocitos adquieren funciones diferenciales en términos de digestión, absorción y secreción de mucina. Es importante anotar que los enterocitos del duodeno tienen una maduración más temprana en las líneas de pollo pesadas que en las livianas (Castro, 2019).

El buche aloja a los lactobacilos, estos a su vez fermentan el alimento al producir ácido láctico, el mismo que reduce el pH del ambiente. El estómago glandular presenta condiciones ácidas creando un ambiente inapropiado para las bacterias. El estómago muscular también posee un ambiente ácido, pero este cuenta con una población de *Lactobacillus*. En el intestino delgado la población bacteriana es de *Lactobacillus*, pero también se puede encontrar Enterococos, *E. coli*, Eubacterias, Propionibacterias, Fusobacterias. El ave al cumplir dos semanas de vida, la población bacteriana evoluciona en el intestino delgado. El intestino cecal presenta un ambiente más estable con ello permite la colonización de bacterias de crecimiento lento, en un inicio están colonizados por los *Lactobacillus*, Coliformes al igual que los Enterococos, pero a las cuatro semanas la flora debe estar bien establecida. El tiempo requerido para el establecimiento de una microbiota estable se puede reducir con óptimas condiciones de crianza, así como la incorporación de un alimento de calidad (Salud intestinal en las aves: el mundo interior, 2013).

2.6. Microflora intestinal en cada parte del sistema digestivo

La tabla 3, presenta la localización específica de bacterias en el tracto gastrointestinal. La comunidad de bacterias de la microflora intestinal forma una barrera protectora que protege el intestino y evita el crecimiento de bacterias patógenas como en este caso es la *Salmonella*, *Campylobacter* y *Clostridium perfringens* (Salud intestinal en las aves: el mundo interior, 2013).

Tabla 3.

Localización específica de bacterias en el tracto gastrointestinal

Sección intestinal	Bacterias
Buche	*Lactobacillus, Estreptococcus, E. coli, Staphyloccocus, Estreptococcus.*
Proventrículo	*Clostridium, Lactobacillus.*
Estómago muscular	*Coliformes, Bacteroides, Eubacterium.*
Yeyuno e íleon	*Lactobacillus, Estreptococcus, E. coli, Staphyloccocus, Clostridium Bacteroides, Eubacterium.*
Ciegos	*Bifidobacterium, Fusobacterium.*

Fuente (Morillo, 2019).

El intestino de las aves está constituido por aproximadamente 640 especies distintas de bacterias y con 140 géneros distintos. Debido a la alta cantidad de movimientos de peristalsis en el intestino delgado, la colonización es menos rápida, demorándose aproximadamente dos semanas en alcanzar una estabilidad y equilibrio de microbiota y se constituye básicamente por bacterias anaerobias facultativas como *Escherichia coli*, *Lactobacillus* sp., y *Enterococcus* sp., representando un aproximado del 60 a 90% de toda la microflora. Otras especies de microbios que se encuentran básicamente en íleon, duodeno y colon, son anaerobias obligados como Eubacterias, Clostridios, Propionibacterias y Fusobacterias (Schaus, 2020).

2.7. Equilibrio y funciones de la flora intestinal

Barros (2018) mencionó que, la microflora intestinal actúa de forma directa e indirecta en la salud de las aves mediante las siguientes funciones:

- Integridad del epitelio intestinal.

- Estímulo de la respuesta inmunitaria.
- Producción de vitaminas y ácidos grasos de cadena corta que aumentan la respuesta inmunitaria.
- Degradación de sustancias alimenticias no digeridas, contribuyendo a mantener la salud intestinal.
- Protección frente a microorganismos enteropatógenos, ya que al producir mucus y existir una mayor renovación epitelial, tiene efectos protectores.

El mantener una microbiota equilibrada en el tracto gastrointestinal es primordial para mantener la homeostasis intestinal de manera positiva, por lo que la fisiología cambia al igual que se evidencia el bienestar de las aves al existir una buena digestión de los nutrientes y el buen metabolismo del huésped. El equilibrio de la flora intestinal involucra un desarrollo de determinadas poblaciones de microorganismos, así como la inhibición de especies indeseadas y también el estímulo del sistema inmunológico (Abad, Capa, Herrera, Herrera y Escudero, 2017).

Un desequilibrio de la microflora beneficiosa puede afectar de forma adversa la salud de las aves. Por lo que, es imprescindible la suplementación de probióticos en la dieta para fortalecer la propagación de una microflora favorable. Por tanto, la administración de probióticos en el TGI con bacterias benéficas, restringe la acción de los patógenos y controla su población (Lizárraga, 2018).

2.8. Probióticos

Los probióticos fueron utilizados por primera vez en la alimentación animal en los años setenta, desde ese entonces su concepto se ha ido modificando hasta años recientes en que la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ampliaron el concepto de probióticos a microorganismos vivos que, al ser administradas en cantidades idóneas, confieren un beneficio a la salud del hospedador (Montijo, 2017).

2.8.1. Importancia de los probióticos

Díaz et al. (2017) manifestaron que los probióticos constituyen una de las estrategias para el control de la excreción de microorganismos patógenos en la granja avícola y mantener una microbiota beneficiosa para la salud general de las aves. Los probióticos pueden estar conformados por un solo tipo de microorganismos o a su vez por la combinación de varios tipos, estos con el único propósito de lograr una mayor eficiencia al colonizar el tracto gastrointestinal de las aves. Los probióticos registrados se engloban en dos grupos, los más utilizados son los probióticos esporulados de los géneros *Bacillus* y *Clostridium* y también bacterias productoras de ácido láctico pertenecientes a los géneros *Lactobacillus, Bifidobacterium*, *Enterococcus, Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus* y se emplean levaduras como prebióticos como la *Saccharomyces cerevisiae*. Los *Lactobacillus* en el intestino crecen de manera rápida, son las más conocidas, estas son capaces de transformar la lactosa en ácido láctico, el aumento del mismo disminuye el pH intestinal de igual forma reducen la supervivencia de microorganismos como *E. Coli*, *Salmonellas*.

2.8.2. Requisitos para que un organismo sea considerado probiótico

De la misma manera Blajman et al. (2015) afirmaron que, un organismo debe contar con una caracterización in vitro, este implica conocer la estabilidad fenotípica y genotípica, y los patrones de utilización de carbohidratos y proteínas, significando que debe ser resistente a la acidez gástrica, resistente a la bilis, adhesión al epitelio intestinal, así como la resistencia a lisozimas. Un factor que se debe considerar es la capacidad de utilizar prebióticos sin dejar de lado la existencia de ensayos *in vivo* e *in vitro* que demuestren los efectos de los probióticos adjudicados.

2.8.3. Modo de acción de los probióticos

El uso de cepas probióticas en pollitos de un día, en el tracto gastrointestinal (TGI), contribuyen a la disminución del peligro de invasiones de microorganismos patógenos. Además, ayuda a estimular el consumo de alimento, mejorando los niveles productivos en pollo de engorde, incrementando la conversión alimenticia, el peso vivo y el crecimiento del ave, ya que las bacterias ácido lácticas brindan nutrientes digeribles, vitaminas y enzimas

digestivas que contribuyen a la digestión, síntesis, absorción de las vitaminas y minerales, lo cual facilita el metabolismo de los alimentos. Así mismo, pueden actuar como antígenos y desencadenar cierta reacción inmunitaria que se traduce en una mayor producción de Ig M e Ig A, a nivel intestinal aumentando la resistencia e inmunidad (Álvarez y Gómez, 2020).

Los mecanismos de acción de los probióticos juegan un papel muy importante en el tracto gastrointestinal de pollos broiler los cuales incluyen: competencia por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y por nutrientes, en la cual las bacterias probióticas llegan a competir con los microorganismos patógenos por los nutrientes y de la misma forma por un lugar en la pared intestinal, cabe mencionar que los probióticos actúan como barreras defensivas llegado a crear ambientes inoportunos para los patógenos, liberación de metabolitos de protección como los ácidos grasos, el peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas que llegan a prevenir el crecimiento de patógenos, además llegan a producir sustancias antimicrobianas como el ácido láctico, ácido acético y propiónico que disminuyen el pH intestinal y como última acción esta la estimulación de la inmunidad, en la cual los probióticos actúan sobre el sistema inmunitario ocasionando a que se dé una mayor actividad de macrófagos con una alta capacidad de fagocitar microorganismos patógenos, de igual forma incrementa la producción de inmunoglobulinas G y M, se incrementa los anticuerpos locales en las mucosas (Barros, 2018).

2.8.4. Beneficios de los probióticos en la producción avícola

Los probióticos conocidos como microorganismos vivos en el tracto digestivo ayudan a establecer una microflora benéfica. Su objetivo es proporcionar al intestino gérmenes positivos, que a su vez previenen la colonización de microorganismos patógenos, mediante exclusión competitiva. Los probióticos ingeridos en cierta cantidad, pueden proporcionar efectos beneficiosos para el organismo, la mayor parte de estos microorganismos son los que se conocen como *Lactobacillus* y bifidobacterias. El uso de probióticos provoca en general, una mejor conversión del alimento, un aumento del peso vivo y del crecimiento del ave (Roa, Guzmán y Navarro, 2018).

Estos microorganismos llevan a cabo procesos de digestión y fermentación de polímeros vegetales, síntesis de vitaminas, bioconversión de compuestos tóxicos, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la peristalsis intestinal, así también conserva la integridad

de la mucosa intestinal del ave y sirven como barrera contra la colonización por bacterias patógenas. Se ha reportado que el beneficio de los probióticos en la salud de los animales, se debe principalmente a que estos fomentan el balance microbiano en el tracto gastrointestinal (Sokale et al., 2019).

Uno de los mecanismos de los probióticos consiste en cambiar la dinámica de la población microbiana, disminuir el crecimiento de microorganismos patógenos y promover el crecimiento de la microflora beneficiosa (Molina, 2019).

2.8.5. Microorganismos usados como probióticos

Iglesias, Charriere y Cabrera (2019) señalaron que, los probióticos registrados para la alimentación avícola se engloban en dos grandes grupos:

- Probióticos esporulados (*Bacillus y Clostridium*)
- Bacterias productoras de ácido láctico (*Lactobacillus, Enterococcus, Pediococcus* y *Bifidobacterium).*

2.8.5.1. Probióticos esporulados

Es la opción más natural para producir aves sanas optimizando sus rendimientos productivos.

Bacillus y Clostridium

- Las especies de *Bacillus* son las de mayor relevancia

Bacillus significa una bacteria grampositiva, en forma de bastoncillo, formadora de esporas, aeróbica o anaerobia facultativa. En general, el género *Bacillus* se nombra a un grupo de habitantes del suelo. Sin embargo, *Bacillus* spp. pueden aislarse de diversas fuentes, como el aire, el agua, el intestino humano y animal, y también de vegetales y alimentos. La capacidad inherente de producción de una gran cantidad de proteínas secretoras, enzimas, compuestos antimicrobianos, vitaminas y carotenoides especifica la importancia de los bacilos en la cadena alimentaria. Son más estables durante el procesamiento y almacenamiento de preparados alimentarios y farmacéuticos, lo que los convierte en candidatos más adecuados para formulaciones promotoras de la salud (Elshaghabee, Rokana, Gulhane, Sharma y Panwar, 2017).

2.8.5.2. Bacterias productoras de ácido láctico

(Lactobacillus, Enterococcus, Pediococcus y Bifidobacterium).

Son un grupo heterogéneo compuesto por cocos y bacilos no esporulados, Gram positivos, catalasa negativos, con bajo contenido de G+C (menor a 54%), carentes de citocromos, exigentes nutricionalmente, ácido-tolerantes y productores de ácido láctico como producto final mayoritario de la fermentación de carbohidratos. Filogenéticamente son un grupo diverso que incluye los géneros *Aerococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Oenococcus, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus*, *Vagococcus y Weissella* entre otros (Bengoa, 2020).

Los lactobacilos son bacilos o cocobacilos grampositivos, que no forman esporas, con un contenido de G + C de ADN generalmente inferior al 50% en moles. Son estrictamente fermentativos, aero tolerantes o anaeróbicos, acidúricos o acidófilos y tienen requisitos nutricionales complejos (por ejemplo, carbohidratos, aminoácidos, péptidos, ésteres de ácidos grasos, sales, derivados de ácidos nucleicos y vitaminas) (González, 2018).

2.8.5.2.1. Características de los *Lactobacillus*

Bacterias del género *Lactobacillus* son organismos benéficos de interés particular por su larga historia de uso. La palabra *Lactobacillus* proviene de «lactis», que significa leche, y «bacillus», que significa pequeños bacilos. Sus propiedades fermentativas y sus productos metabólicos hacen que las bacterias del género *Lactobacillus* estén entre los primeros organismos usados por el hombre para la producción de alimentos (Gil, 2019).

Las industrias lácteas y de auto cuidado de la salud están activamente promocionando el uso de *Lactobacillus* en la comida, y estos son usados cada vez más en la alimentación animal por su potencial de reemplazar los promotores antibióticos de crecimiento.

- ***Lactobacillus acidophilus***

Poseen un pH de 4,5 a 3,5. Fermentan varios carbohidratos como: galactosa, glucosa, maltosa y lactosa. Al ser incorporados en la alimentación puede alterar la microflora intestinal, y aumentar 4, 6, 7 y 10 veces, respectivamente, su cantidad en los ciegos, en comparación con aves que no recibieron suplementación. Además, contribuye en la inhibición del crecimiento

de actinomicetos, lo que evidencia la capacidad que tienen los probióticos de proliferar y proteger el tracto intestinal de microorganismos potencialmente patógenos (Díaz et al., 2017).

- ***Bacillus subtilis***

Bacteria Gram positiva, aerobio facultativo comúnmente encontrada en el suelo. Produce enzimas hidrolíticas que ayudan a mejorar la utilización de los alimentos. Dentro de estas se encuentran las proteasas, amilasas y las glicosidasas que descomponen las complejas moléculas de los alimentos y las transforman en nutrientes más simples. Estos compuestos son absorbidos más rápidamente por el animal o pueden ser empleados por otras bacterias beneficiosas, para el establecimiento de una microflora intestinal balanceada (Zavala, 2014).

2.9. Parámetros productivos

2.9.1. Ganancia de peso y conversión alimenticia

La aplicación de probióticos incrementa el peso y permite tener un mejor índice de conversiónalimenticia (Barros, 2018).

El índice de conversión alimenticia (ICA) permite cuantificar cuántos kilogramos de alimento necesita un ave para producir un kilogramo de carne.

$$ICA = \frac{\text{Consumo}}{\text{Peso Vivo}}$$

La ganancia diaria de peso (GDP) se refiere a cuánto ha ganado un pollo en peso corporal al día (Chávez et al., 2016).

$$GDP = \frac{\text{Peso promedio por ave} - \text{peso promedio inicial}}{\text{días}}$$

El consumo de probióticos se ha asociado con mejoras en algunos parámetros productivos como la conversión alimenticia y la ganancia de peso vivo, lo que se ve reflejado en el desarrollo y salud de las aves. Marrenco (2011) manifestó que, cuando a los pollos de

engorde, se le adiciona a temprana edad el aditivo natural, este ejerce un efecto positivo en la ganancia de peso y en la eficiencia de absorción de nutrientes. Aproximadamente, a partir del día 15 de tratamiento, los pollos suplementados con probióticos superarán en peso a los que no son suplementados, resultados que son beneficiosos con respecto a los parámetros zootécnicos en la producción de pollos de engorde (Gutiérrez, Bedoya y Arenas, 2015).

2.9.2. Coeficiente del crecimiento alométrico del sistema digestivo

La alometría es un estudio bien conocido, particularmente en la forma de análisis estadístico aplicado a las prácticas de las tasas de crecimiento diferenciales de las partes del cuerpo de un organismo vivo. Se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionadas con los cambios en el tamaño total. El principio de la alometría son los cambios morfo genéticos del organismo animal como un todo (Condori, Ayala, Renieri, Rodríguez y Martínez, 2018).

González (2016) expresó que al usar y evaluar las cepas probióticas en aves que consumieron diferentes dietas, presentaron un buen estado de salud, y no presentaron síntoma alguno de enfermedad que causara su retiro y/o sacrificio inmediato. Además, al nivel en que se fijó el suministro diario de alimento no hubo sobrantes. La ingesta de bacterias probióticas influye sobre el desarrollo y función de órganos digestivos, específicamente el intestino, mejorando los parámetros fisiológicos, nutricionales e inmunológicos de este.

El desarrollo y crecimiento de órganos de importancia digestiva, específicamente intestino, se ha reflejado en vellosidades más altas y criptas menos profundas, lo que podría mejorar la absorción de nutrientes y por consiguiente la salud de los animales (Chávez et al., 2016)

2.9.3. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas

El estudio realizado por Chávez et al. (2016), acerca de la evaluación de diferentes cepas probióticas sobre el crecimiento alométrico y desarrollo intestinal de pollos de engorde durante su etapa productiva, indica que la ingesta de bacterias probióticas influye sobre el desarrollo y función de órganos digestivos, específicamente el intestino, mejorando los parámetros fisiológicos, nutricionales e inmunológicos de este, donde se encontraron mayores pesos de órganos en las aves alimentadas con cepas probióticas, específicamente

con *E. faecium*, en comparación con la dieta que contenía antibiótico, constatando que con la utilización de probióticos se incrementa la retención de nutrientes incluidos en la dieta, la ganancia de peso y el desarrollo de órganos del animal.

Como consecuencia, existe una mejora en el ambiente intestinal, aumentando la eficiencia de los procesos de digestión y absorción de nutrientes, los cuales se ven reflejados en las ganancias de peso y por consiguiente en el desarrollo de los órganos (Rodríguez y Moreno, 2015).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación desarrollada es de tipo no experimental ya que se trabajó con variables e información de la literatura relacionadas con la situación actual del efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde.

3.2. Métodos de investigación

Se utilizó el método de investigación secundaria y la técnica de recolección con fuentes secundarias donde se realizó revisiones de la literatura científica, lo que permitió recopilar información, que pudo ser analizada y sintetizada para dar cumplimiento a los objetivos de esta investigación, por lo que se trabajó con investigaciones científicas originales, relacionadas con el efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde, teniendo en cuenta el peso y la edad de engorde. Con respecto, a los datos del crecimiento alométrico se tuvo en cuenta la información existente en Ecuador. Para ello se consultó las bases de datos científicas como Scopus, Scielo, Redalyc, Latindex, Google Académico, al igual la revisión de libros, tesis de doctorados, maestría y pregrado. La literatura con la que se trabajó está publicada en español e inglés.

También se recopiló datos que reflejan los indicadores productivos (peso, ganancia de peso y conversión alimenticia); así como parámetros que reflejen el crecimiento alométrico en vísceras y sistema gastrointestinal (TGI); procedentes de los artículos científicos lo que permitió crear una base de datos y analizar los resultados. La base de datos se conformó en el Excel al que se hizo un análisis descriptivo; utilizando el SPSS versión 21. (2016).

En el siguiente estudio se utilizó un diseño de investigación exploratoria documental acerca del efecto de la inclusión de probióticos sobre los parámetros productivos y el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra el efecto de la utilización de los diferentes probióticos en indicadores productivos de pollos broilers, referidos en distintos trabajos de investigación. Los pesos iniciales en los experimentos con diferentes probióticos varían entre 44 a 682,1 g; en el caso de *Bacillus* este género utilizó diferentes pesos al inicio de cada experimento; mientras que el empleo de levaduras, *Lactobacillus* y la combinación de probióticos ha sido con pesos iniciales entre 44 y 50,99 g.

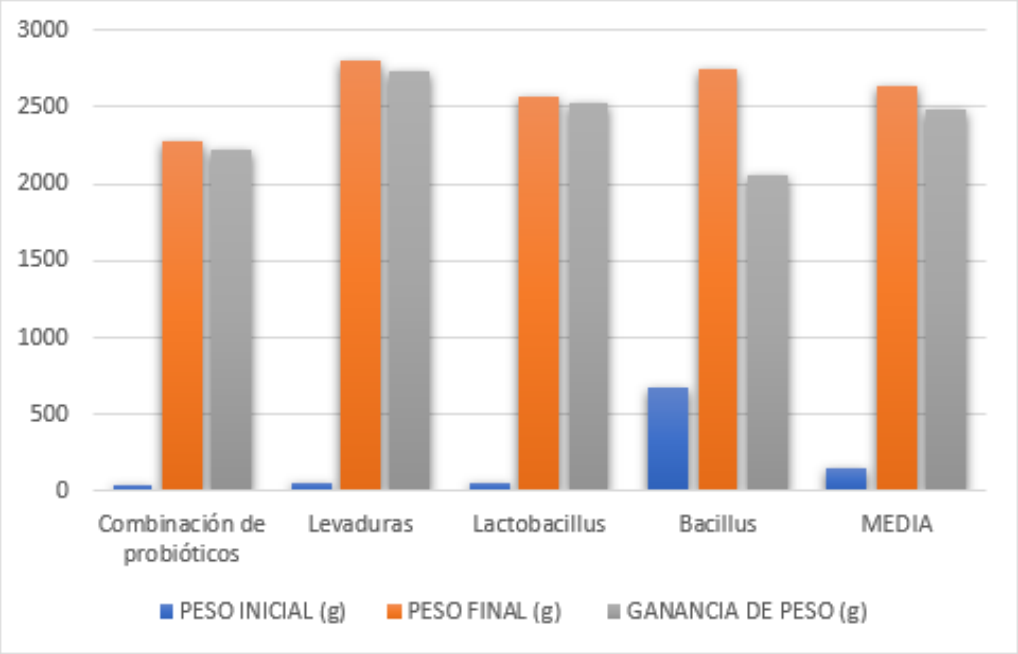

Figura 2. Respuesta de investigaciones que han utilizado probióticos como suplemento, con respecto a indicadores productivos en pollos broilers.

Con respecto a los pesos finales, en todos los experimentos con probióticos los pesos oscilaron entre 2271 y 2798 g. En el análisis se demuestra que las levaduras presentan el mayor peso y ganancia de peso en los pollos broilers, no ocurriendo así cuando se aplican en la alimentación combinaciones de probióticos, donde se observa una disminución en ambos indicadores de 526 y 509 g para el peso final y ganancia de peso respectivamente. De forma

general se observa un efecto positivo en los indicadores productivos cuando se emplea en la alimentación los probióticos.

Pilla (2018) demostró que, el efecto de la utilización de levaduras respecto a los demás probióticos en cuanto al peso corporal final y ganancia de peso, los cuales fueron los más altos con 2740 g y 2602 g respectivamente, iniciando con un peso de 42,1 g considerando así que la dieta suministrada al pollo es la más rápida para producir un lote en la crianza de esta ave. Como promotor del crecimiento en animales monogástricos, este microorganismo recorre a lo largo del tubo digestivo logrando ejercer un efecto de barrera, controlando los patógenos ante infecciones subclínicas. De esta forma, las levaduras constituyen el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad.

Gutiérrez et al. (2015) afirmaron que, al trabajar con la suplementación de microorganismos probióticos en pollos de engorde se logra un efecto positivo en los parámetros productivos al compararlo con pollos que no recibieron la acción del probiótico, con ganancias superiores a los 67,97 g. Es conocido que el uso de los probióticos está destinado a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas que puedan afectar la salud del animal y a la vez afecten el crecimiento y la respuesta positiva en los indicadores productivos.

Entre las estrategias más importantes está la adhesión a la pared del tracto digestivo que evita la colonización de patógenos, compite con ellos por los nutrientes y los sitios de adhesión, y la producción de sustancias antimicrobianas, como el ácido láctico, que afectan las membranas celulares de microorganismos patógenos alterando su permeabilidad, y los niveles de pH y de oxígeno que los hacen desfavorables a los patógenos (Barros, 2018). Activando el sistema inmune, lo cual se ve reflejado directamente en el aumento de los parámetros productivos y el bienestar animal.

En la figura 3, se presenta el análisis del comportamiento de la conversión alimenticia en pollos broilers suplementados con diferentes probióticos. La conversión alimenticia es más que la relación del consumo del alimento y la ganancia de peso. En la revisión realizada, la influencia de los probióticos en la conversión alimenticia muestra valores medios de conversión alimenticia buenos por debajo de dos; variando entre 1,87 y 2,06 resultando el género *Lactobacillus* y la combinación de los probióticos con los mejores comportamientos.

El análisis de estos resultados indica la eficiencia del pollo broiler cuando se utiliza probióticos.

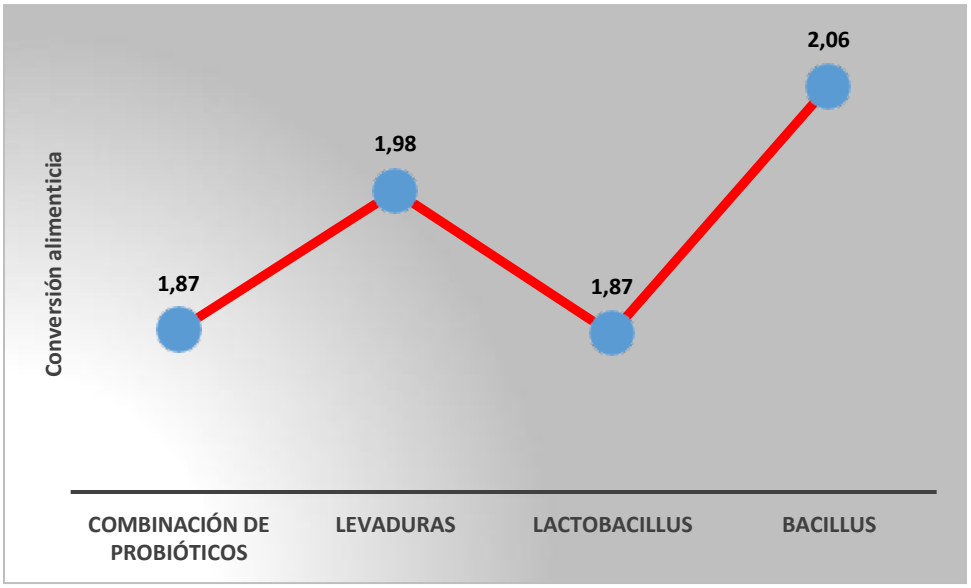

Figura 3. Análisis del comportamiento de la conversión alimenticia en pollos broilers suplementados con diferentes probióticos, según las investigaciones revisadas.

La eficiencia del pollo broiler al utilizar probiótico es muy variable, autores como Colin, Morales y Ávila (1994); Vélez (2018); Jurado et al. (2020) utilizaron el género *Bacillus* y encontraron conversiones 1,94; 3,15 y 5,4 respectivamente, lo que demuestra una variabilidad importante en los resultados obtenidos en las diferentes publicaciones científicas.

Por otra parte, también se reportan variaciones en la conversión al utilizar la combinación de probióticos, ejemplo de ello es el trabajo desarrollado por Martínez (2015) quien obtuvo 1,83 valor que demuestra que fue eficiente la conversión del alimento.

En la investigación de Bai et al. (2016), el valor reportado de conversión alimenticia para la etapa de engorde (21-42 días) fue de 1,43 para el tratamiento (BS-2), lo cual denota una diferencia con la actual investigación, ya que las aves que fueron tratadas con *Bacillus* obtuvieron una conversión de 2,06.

En la Figura 4 se expresa el efecto de aplicar los diferentes probióticos en los indicadores productivos a la edad de los 42 días en pollos Broiler. Según la revisión realizada en las diferentes bases de datos científicas, las investigaciones referentes a la utilización de probióticos y duración de la aplicación indican que se han utilizado más el género *Lactobacillus* hasta los 42 días.

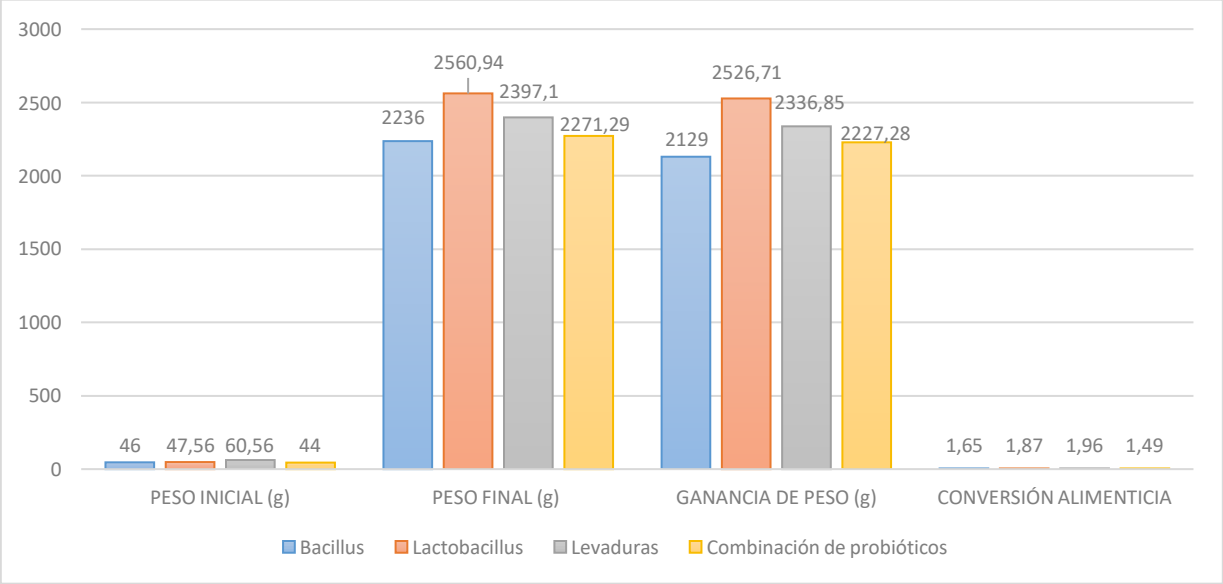

Figura 4. Efecto de diferentes probióticos en los indicadores productivos en experimentos de 42 días de duración.

El comportamiento de los indicadores productivos en las diferentes investigaciones da a conocer que, el promedio del peso final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia es alrededor de 2560 g, 60 g/d y 1,8 respectivamente, cuando se utiliza en género (*Lactobacillus spp).* Entre la utilización del género *Lactobacillus spp* con respecto a las levaduras, *Bacillus* y la combinación de diferentes probióticos existen diferencias numéricas en 189; 397,7; 299 g respecto a la ganancia de peso correspondientemente. Por el análisis que se ha realizado se muestra que la combinación de probióticos, aunque no es lo más común que se utilice aporta los peores resultados, por lo que puede relacionarse con la interacción del efecto de los diferentes probióticos en la microbiota intestinal, aunque ningún trabajo refiere dicha suposición.

Boroojeni et al. (2018) reportaron que, la suplementación de *B. subtilis* mejora la digestibilidad aparente, haciendo más eficiente el uso de los nutrientes presentes en la dieta, lo cual se ve reflejado en mayores ganancias diarias de peso y una menor tasa de conversión alimenticia.

Loor et al. (2020) en su artículo referente a la "Actividad probiótica de (*Lactobacillus spp.*), y su incidencia en el desarrollo de los parámetros zootécnicos, alométricos y de la microbiota gastrointestinal en pollos broilers" afirmó que independientemente de las diferentes dosis de inclusión de probióticos *Lactobacillus spp* en pollos broilers hubo una respuesta aceptable para los parámetros productivos, así el estado de salud sin determinar la presencia de algún agente infeccioso o patológico que obligue a sacrificar de manera inmediata a las aves en estudio.

Es así como de forma general se observa un efecto destacado en la producción de pollos Broiler con la adición de probióticos en la alimentación.

En la Figura 5 se muestra la influencia de los probióticos en el indicador de mortalidad en los pollos broiler, referidos en diferentes trabajos de investigación. La mortalidad en los experimentos con diferentes probióticos varía entre 1,05 a 6,23%; la cual se considera aceptable, por lo que la revisión de estas investigaciones muestra que de acuerdo con el tipo de utilización de probióticos se reduce la mortalidad en pollos de engorde en comparación con aquellas investigaciones donde no se utilizan.

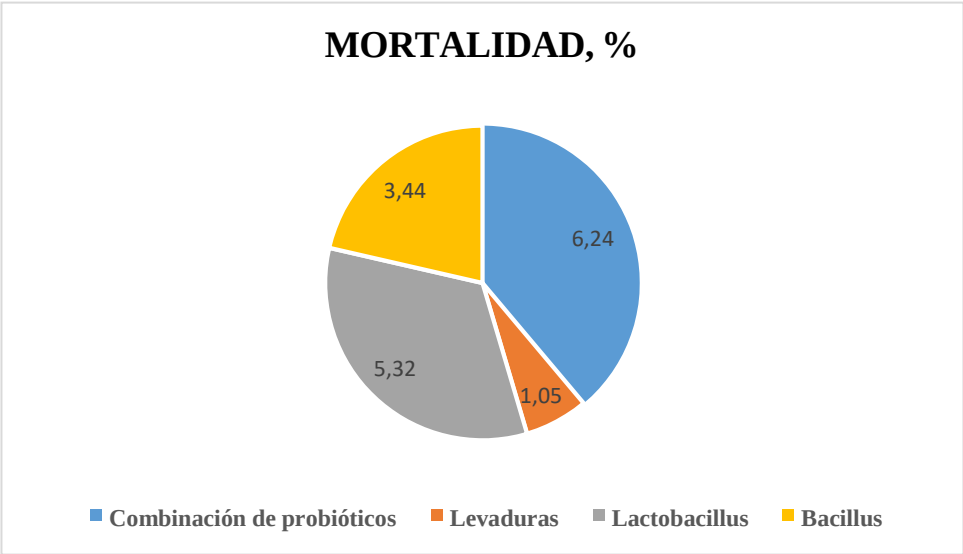

Figura 5. Comportamiento de la mortalidad al utilizar probióticos en la alimentación de pollos broilers, según reportes de investigación.

Hoyos (2008) indicó que al evaluar la utilidad de los microorganismos eficientes en dos lotes de pollos en una explotación avícola de Córdoba – Colombia, encontró que los mismos mejoraron los parámetros productivos de los pollos como: ganancia de peso (2257 g vs 2136 g), índice de conversión (1,6 vs 1,71) y reducción de la tasa de mortalidad (3,4% vs 6,2%).

Además, Aguavil (2012) afirmó que, al aplicar bacterias benéficas o microorganismos eficientes a través del agua de bebida, los probióticos influyeron positivamente en los parámetros productivos disminuyendo la tasa de mortalidad (2,69% vs 5,5%) con respecto al control, no reportándose parásitos gastrointestinales mediante análisis en laboratorio y contribuyendo a mejorar el estado sanitario de las aves, evidenciándose pollos libres de *Escherichia coli, Eimeria sp. y Salmonella sp.*

Por otro lado, Ortiz y Mallo (2013) mencionaron que los probióticos pueden disminuir la mortalidad y como ejemplo es el caso, *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 (Ecobiol®) que inhibió el crecimiento de varias cepas de Salmonella *in vitro,* ayudando a controlar la infección por Salmonella al reducir la excreción en heces, así como la infección por Salmonella a nivel de buche, ciego e hígado. Por lo tanto, los probióticos tienen efectos positivos en la salud del ave al prevenir la colonización de Salmonella en la fase intestinal y

la sistémica, mejorando el rendimiento de pollos de engorde durante la exposición a patógenos entéricos, en comparación a antibióticos promotores de crecimiento y otros probióticos comercialmente disponibles.

Las vellosidades intestinales y las criptas son estructuras que se encuentran a nivel de la mucosa intestinal que facilitan y definen la eficiencia de la absorción de los nutrientes. Las vellosidades y criptas presentan en su base células de Paneht encargadas de la secreción del jugo entérico, siendo esta la responsable de la digestión de los alimentos (Gutiérrez, 2014).

El efecto del probiótico *Lactobacillus* en las vellosidades y criptas de pollos broiler a los 42 días, se muestra en la (Figura 6). Al analizar diferentes estudios, se pudo constatar que la mayor altura de las vellosidades está presente en el duodeno con 1405,55 (µm), mientras que en el yeyuno la altura es inferior 909,16 (µm), por otro lado, el ancho de las vellosidades es prominente en el duodeno con 155,23 (µm) muy por encima del yeyuno. En cuanto a profundidad y ancho de las criptas no existen diferencias importantes entre ellas, pero en el yeyuno es donde se presenta el valor más alto.

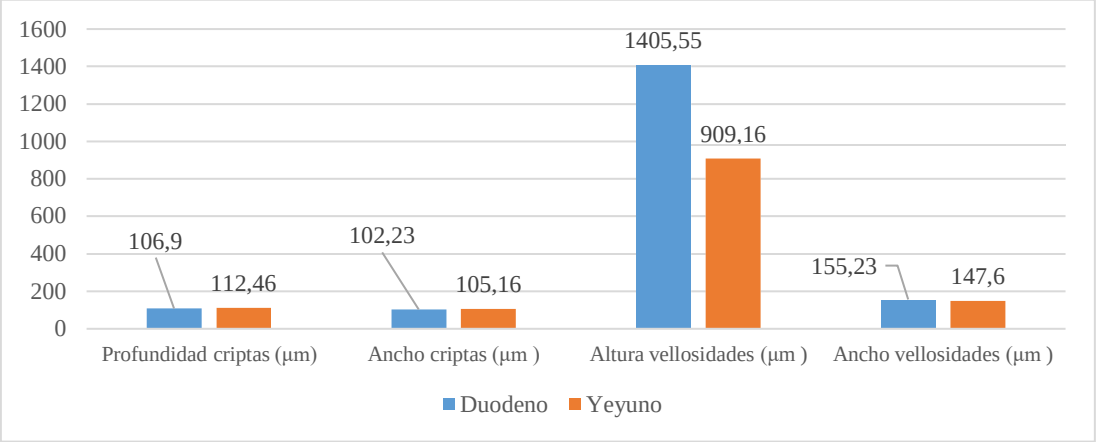

Figura 6. Análisis retrospectivo del efecto del probiótico *Lactobacillus* en las vellosidades y criptas de pollos broiler a los 42 días.

Autores como, Fallah et al. (2013) afirmaron que con la suplementación con el probiótico comercial Protoxin (1,5 kg/ton de alimento) que contiene *Lactobacillus*, se obtienen alturas de vellosidades de 1326 (µm), en el duodeno y a nivel del yeyuno 1179 (µm), estos valores referentes al ancho de las vellosidades son muy inferiores en las dos porciones del intestino

delgado, en el duodeno y yeyuno; la profundidad de la cripta es netamente alta, lo que puede favorecer a la absorción de nutrientes y por ende ayuda a la microflora intestinal.

Los estudios realizados por Park et al. (2016), sobre la evaluación de cortes histológicos en pollos suplementados con probióticos, mostraron que al administrar *Lactobacillus casei* Probio-65 aumentó la longitud de las vellosidades intestinales y se redujo la profundidad de las criptas a nivel del yeyuno, mientras que las aves alimentadas con antibióticos presentaron menor longitud y profundidad de criptas.

Loor et al. (2020) refirieron que la actividad probiótica de (*Lactobacillus spp*) influye en la altura de las vellosidades por lo que el valor 1501 (µm), se consideran alto en el intestino delgado.

En la Tabla 4, se presentan los resultados encontrados al analizar diferentes investigaciones desarrolladas con la utilización de probióticos en diferentes etapas de desarrollo del pollo broiler. Estos resultados demuestran la relación de la suplementación de probiótico con respecto al desarrollo de las vellosidades y criptas, facilitando un efecto positivo para la absorción de los alimentos. No obstante, la aplicación de los diferentes probióticos muestra variabilidad en los resultados con respecto a los indicadores de crecimiento de las vellosidades y criptas en pollos broiler.

Tabla 4.

Utilización de diferentes probióticos y su comportamiento en vellosidades y criptas en pollos broiler.

	Vellosidades		**Criptas**	
Probióticos	**Altura (µm)**	**Ancho (µm)**	**Profundidad (µm)**	**Ancho (µm)**
Lactobacillus	1157,35	151,41	109,68	103,69
Bacillus	1377,59		384,72	-
Levaduras	1662,72	299,16	-	-
Combinación de probióticos	1833,79	193,57	300,8	-

Fuente: Rodríguez, Torres, Hortúa, Madrigal (2017); Vélez (2018); Vélez et al., (2019).

La altura de las vellosidades es representativa en la combinación de probióticos con una media de 1833,79 (μm), seguida de las levaduras con 1662,72 (μm), estos valores son superiores en 676,4; 456,79; 505,3; 208,13 (μm) de la combinación de probióticos y levaduras respectivamente con respecto a los *Lactobacillus* y *Bacillus.* Sin embargo, de acuerdo a los datos que se obtuvieron relacionado a la altura de las vellosidades no se observan diferencias importantes entre los probióticos.

En los pocos trabajos que han medido la profundidad y ancho de las criptas se observa un mayor desarrollo de la profundidad de las criptas cuando se utiliza *Bacillus* (384,72 μm), en comparación con la Combinación de probióticos y *Lactobacillus* (300,8 y 109,68 μm) respectivamente. El ancho de las criptas sólo se logró analizar en publicaciones donde utilizaban *Lactobacillus* con promedio de 103,69 (μm).

Jayaraman, Das, Saini, Roy y Chatterjee (2017) reportaron que, la inclusión de *Bacillus subtilis* mejora la histomorfología del intestino, principalmente incrementando la altura y ancho de las vellosidades a nivel de duodeno y yeyuno, segmentos donde se dan los mayores procesos de digestión y absorción de los nutrientes a nivel intestinal, mejorando así la digestibilidad de los nutrientes.

Rodríguez y Moreno (2015) señalaron que, son muchos los agentes que parecen tener acción trófica sobre la mucosa intestinal, entre ellos están: aminas biogénicas, aminoácidos (como glutamina), manano-oligosacáridos, fruto-oligosacáridos, prebióticos, probióticos. Estos agentes son los principales inductores de mecanismos de transcripción genética por la activación de enzimas importantes en el proceso mitótico en la región cripta-vellosidad; otros tienen acción indirecta, ya que favorecen los mecanismos de proliferación, estos permiten mayor sanidad en la mucosa intestinal a través de procesos denominados de exclusión competitiva, estudios relacionados con el uso de *Lactobacillus spp* suministrado desde el momento de la recepción del pollito bb en la granja avícola, este tipo de microorganismos producen un efecto directo sobre la cripta de Lieberkünh, favoreciendo de manera directa el desarrollo de la mitosis de los enterocitos, de esta forma se incrementa la longitud y el ancho de las vellosidades, por el efecto trófico de los hidratos de carbono, grasas y proteínas suministrados en la dieta, estos llegan a ejercer funciones sobre la mucosa digestiva como promotores del crecimiento, cubriendo así las necesidades energéticas de los enterocitos, los

cuales hacen parte del homeostasis del lumen intestinal, por lo consiguiente mejoran la salud y conducen a un incremento del número de vellosidades. El intestino delgado es capaz de aumentar su superficie de absorción no solo mediante su longitud, sino también a través del incremento en el número de sus vellosidades. La longitud de las vellosidades intestinales en los pollos de engorde varía con la actividad fisiológica del mismo, tienen como función la secreción de enzimas y de igual forma la absorción de nutrientes. Entre más largas sean las vellosidades más rápido será el proceso digestivo, esto ocurre en el intestino delgado siempre dependiendo del efecto del probiótico y su comportamiento en las vellosidades y criptas, sucede lo opuesto en el intestino grueso el cual contiene cortas vellosidades y un elevado número de células caliciformes, se puede decir que son las únicas diferencias sustanciales con la composición del intestino delgado, estas células aportan mucus por exocitosis, lubricando y protegiendo la mucosa intestinal.

La energía neta utilizada por las aves está definida en buena medida por los requerimientos para el mantenimiento de esta y el crecimiento del intestino, de igual forma por el área superficial de este órgano. El área superficial del intestino va a depender del desarrollo de la estructura morfológica, como es la longitud, el área trasversal de los segmentos duodeno, yeyuno e íleon, y sin dejar de lado la estructura morfométrica, como en este caso es la altura y la anchura de las vellosidades. La cripta puede ser considerada como una fábrica de vellosidades (López, Afanador y Ariza, 2008). Es importante mencionar que la longitud del tracto gastrointestinal se desarrolla mayormente durante los primeros días luego de su eclosión (Arteaga et al., 2020).

Con respecto, al análisis de los pesos en los órganos en los distintos experimentos con probiótico (Figura 7), se observó que existe variabilidad en el comportamiento de los mismos, por lo que el hígado que es un órgano tan importante en el metabolismo y la salud del animal, mostró variaciones en el peso de 1,93 a 3,4%, con diferencias que van desde 1,03 a 1,47% con respecto al PV. La molleja o estómago muscular manifestó el mayor peso en los animales que fueron alimentados con *Bacillus*, lo que favorece la consistencia y desarrollo del órgano.

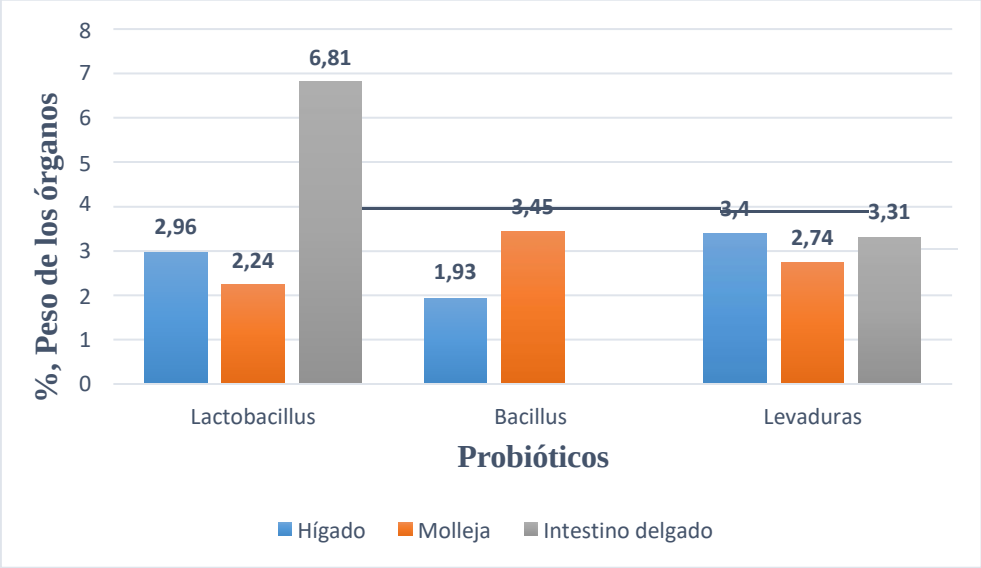

Figura 7. Análisis retrospectivo del peso de órganos, alimentados con diferentes probióticos.

Svihus (2011) mencionó que, al incorporar microorganismos benéficos a la dieta de las aves, esta va a favorecer al crecimiento de los órganos como es el caso de la molleja.

Alkhalf et al. (2010) manifestaron que, el crecimiento de los órganos cuando se suministra probiótico está muy relacionado con las proporciones idóneas que se suministre, por lo que tendrá múltiples benéficos en el tracto gastrointestinal.

Franz, Huch, Abriouel, Holzapfel y Gálvez (2011) mencionaron que, al suministrar diferentes probióticos a las aves, estos cumplen un rol específico en los mismos, puesto que llegan a incrementar la retención de nutrientes ayudando de esta forma a que ganen peso y al desarrollo de los órganos, el mayor peso de los órganos se obtiene al incorporar probióticos en dosis y cantidades adecuadas ya que estos mejorarán el ambiente intestinal favoreciendo los procesos digestivos. Las líneas utilizadas hoy en día tienen un crecimiento relativamente rápido por lo que conviene que sus órganos digestivos tengan un desarrollo veloz lo que facilita el comportamiento productivo del ave y esto en gran medida va de acorde a las exigencias de la industria avícola actual ya que se ha vuelto muy exigente en cuanto a la demanda del producto es por ello que varios productores sacan su producción a los 42 días de vida.

La inclusión de probióticos en la dieta produce una mejora de la función de la barrera epitelial y mucosa, modulación de la microbiota intestinal y un efecto directo sobre las células inmunitarias del sistema inmunitario tanto innato como adaptativo, produce metabolitos secundarios los cuales generan una especie de antagonismo ante el crecimiento de microorganismos patógenos, logrando así la disminución poblacional y con ello favorece el rendimiento productivo (Menconi, Morgan, Pumford, Hargis y Tellez, 2013).

Los probióticos cumplen un rol muy importante en la alimentación de los pollos broiler puesto que han sido asociados con mejoras en los parámetros de rendimiento productivo como la conversión alimenticia, la ganancia de peso y de igual forma en el crecimiento alométrico del sistema digestivo, sin dejar de lado el desarrollo de los órganos concretamente el hígado, la molleja y el intestino (Latorre et al., 2017).

Arocena, Zonco y Rubio (2017) expresaron que, los probióticos cumplen funciones a nivel intestinal como, el incremento del transporte y la absorción de los nutrientes, las vellosidades intestinales son favorecidas por la inclusión de microorganismos benéficos, de igual forma inhiben el desarrollo de bacterias patógenas las cuales son las causantes de enfermedades en los pollos, estas destruyen la microflora intestinal del ave.

CONCLUSIONES

1. La respuesta de probióticos a los indicadores productivos (peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia) es favorable y depende del tipo de probiótico que se emplee, ya que a los 42 días se obtuvo mejores pesos finales, con una mejor ganancia de peso, con una excelente conversión alimenticia y sin dejar de lado que el índice de mortalidad está dentro de los parámetros aceptables.
2. El efecto de los probióticos en el crecimiento alométrico del sistema digestivo en pollos de engorde fue positivo dado que en el intestino delgado se evidenció que la mayor altura y ancho de las vellosidades está presente en el duodeno; mientras que las criptas muestran un mayor desarrollo en el yeyuno. *Lactobacillus* fue el probiótico con la mejor respuesta. Existió variabilidad respecto al peso de los órganos (molleja, hígado e intestino delgado) al utilizar probióticos del género *Bacillus, Lactobacillus* y levaduras.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de reseñas bibliográficas en el presente trabajo se recomienda:

- Que los productores avícolas de Ecuador utilicen los probióticos en la dieta alimenticia de los pollos debido a que mejora los parámetros productivos sin afectar la salud del animal y del ser humano.
- Mantener una sanidad adecuada en los lotes para prevenir la mortalidad de las aves ya que los probióticos no eliminan completamente las enfermedades, sino que disminuyen la tasa de mortalidad.
- Ampliar los estudios de los probióticos con la utilización de frutas Amazónicas que se ha demostrado científicamente tienen efecto de probiótico para poder administrarlos en las dietas de pollos broiler.
- Continuar con investigaciones basadas en probióticos para poder tener resultados eficaces relacionados con la evaluación de los efectos en el tracto gastrointestinal de los pollos de engorde debido a que no existe mucha información, y así poder dar solución a los problemas que enfrentan día a día los productores avícolas del país.

REFERENCIAS

1. Abad, R., Capa, M., Herrera, V., Herrera, R., y Escudero G. (2017). Cambios en la microbiota intestinal de las aves y sus implicaciones prácticas. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/323152630_Cambios_en_la_microbiota_intestinal_de_las_aves_y_sus_implicaciones_practicas
2. Aguavil, J. (2012). Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross 308 en Santo Domingo de los Tsáchilas. Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5213/T-ESPE IASA%20II%20-%20002399-A.pdf?sequence=3&isAllowed=y
3. Almirón, E. (2013). Bioquímica de la digestión de las aves. Recuperado de https://aprenderly.com/doc/996868/bioqu%C3%ADmica-de-la-digesti%C3%B3n-de-las-aves
4. Alkhalf, A., Alhaj, M., y Al-homidan, I. (2010). Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. *Saudi Journal of Biological Sciences,* 17(3), 219-225. doi: 10.1016/j.sjbs.2010.04.005
5. Álvarez d., y Gómez, J. (2020). Efecto de la suplementación de *Allium sativum* en la población de agentes patógenos intestinales y parámetros productivos en pollos de engorde (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá.
6. Aquilón CyL S.L. (2017). Probióticos para aves. Recuperado de https://www.aquiloncyl.com/proyectos-i-d/probioticos-para-aves/
7. Arteaga, F., Rondón, A., Milián, G., Laurencio, M., Narváez, G., Vélez, L., y Muñoz J. (2020). Efecto de una mezcla probiótica de *Bacillus subtilis* 20Bp y *Lactobacillus brevis* 40Lp en indicadores productivos y de salud de pollos de ceba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(1), 67-76. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000100067&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., y Wang, T. (2016). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity,

and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96(1), 74-82. doi: http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew246

9. Barros, M. (2018). Uso de probióticos en la alimentación de pollos Broiler con diferente porcentaje de inclusión (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
10. Bengoa, A. (2020). Alimentos Funcionales: Leches fermentadas con bacterias ácido lácticas productoras de exopolisacárido con propiedades antiinflamatorias en el tracto gastrointestinal. (Tesis previa a la obtención del título de Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
11. Betancourt, S. (2017). Efecto de un núcleo de integridad en pollos de engorde en la avícola "MEGAVES" ubicada en el sector de Ascázubi, provincia de Pichincha-Ecuador (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas, Quito.
12. Blajman, J., Zburn, M., Astesana, D., Berisvil, A., Romero, A., Fusari, M., y Frizzo, L. (2015). Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(4), 360-367. doi: https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.08.002
13. Boroojeni, F., Vahjen, W., Manner, K., Blanch, A., Sandvang, D., y Zentek, J. (2018). *Bacillus subtilis* in broiler diets with different levels of energy and protein. *Poultry Science*, 97(11), 3967-3976. doi: http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey265
14. Castro, K. (2014). Evaluación del comportamiento del pollo broiler durante el proceso productivo, alimentado con harina de camarón a diferentes niveles (7, 14, 21 y 28%) en sustitución parcial de la torta de soya como fuente de proteína en formulación de balanceado (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
15. Castro, V. (2019). Efecto de la inclusión de butirato de sodio encapsulado sobre los parámetros productivos y económicos de pollos de engorde (Monografía técnico científico para obtener el título de Diplomado en Sanidad y Producción Aviar). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.

16. Colin, I., Morales, E., y Ávila, E. (1994). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorde. *Rev. Veterinaria México*, 25(2), 141-144. Recuperado de https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=23435
17. Chávez, L., López, A., y Parra, J. (2016). Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Revista archivos de zootecnia*, 65(249), 51-58. Recuperado de https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/441/420
18. Chávez, L., López, A., y Parra, S. (2015). La inclusión de cepas probióticas mejora los parámetros inmunológicos en pollos de engorde. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 10 (2), 160-169. doi: https://doi.org/10.21615/3649
19. Condori, G., Ayala, C., Renieri, C., Rodríguez, T., y Martínez, Z. (2018). Crecimiento alométrico en camélidos sudamericanos. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(Especial), 48-53. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5nEspecial/v5_a07.pdf
20. Cuesta, A. y Padilla, F. (2003). Zoología aplicada. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos
21. Díaz, E., Ángel, J., y Ángel, D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(35), 175-189. doi: https://doi.org/10.19052/mv.4400
22. Díaz, J. (2020). Efecto del uso de prebiótico y un simbiótico a base de probiótico nativo *Lactobacillus* en el agua de bebida sobre los parámetros productivos en pollos de engorde (Tesis previa a la obtención del título de Magíster en Biotecnología). Universidad de Córdova, Montería.
23. Dottavio, A., y Di Masso, R. (2010). Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *Journal of Basic and Applied Genetics*, 21(2), 1-10. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262504730_Mejoramiento_avicola_para_sistemas_productivos_semi-intensivos_que_preservan_el_bienestar_animal
24. Elshaghabee, F., Rokana, N., Gulhane, R., Sharma, C., y Panwar, H. (2017). El bacilo como probióticos potenciales: estado, preocupaciones y perspectivas futuras. *Frontiers in Microbiology*, 8(1490), 1-15. doi: https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01490

25. Estrada, M. (2011). Anatomía y Fisiología Aviar. Recuperado de http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/247268/mod_resource/content/0/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento_2011.pdf
26. Fallah, R., Saghafi, M., Rezaei, H., y Parvar, R. (2013). Effect of Bioplus 2B and Protoxin Probiotics Supplementation on ®Growth Performance, Small Intestinal Morphology and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. *British Journal of Poultry Sciences*, 2(2), 11-15. doi: 10.5829/idosi.bjps.2013.2.2.73137
27. Franz, C., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., y Gálvez, A. (2011). *Enterococci* as probiotics and their implications in food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 151(2), 125-40. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014
28. Floriano, L. (2018). Anatomia e fisiologia das aves domésticas. Recueprado de http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1470/An_Fi_Av_Do_Livro_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. Flores, M. (2018). Efecto del uso de dos acidificantes en agua para minimizar la carga bacteriana en pollo parrillero en la zona de Cotapachi-Quillacollo (Monografía técnico científico para obtener el título de Médico Zootecnista). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.
30. Gayon, J. (2000). History of the Concept of Allometry. American Zoologist. Recovered from http://aerg.canberra.edu.au/library/sex_general/2000_Gayon_History%20of%20Allometry_AmerZool.pdf
31. Gil, M. (2019). *Lactobacillus*: características, morfología, beneficios. Recuperado de https://www.lifeder.com/lactobacillus/
32. González, C. (2018). Aplicación de Lactobacillus spp. como cultivos iniciadores de la fermentación de aceitunas verdes (Trabajo de fin de grado en Biología). Universidad de Jaén, Andalucía.
33. Guía de manejo de Pollo de Engorde (2012). Recuperado de https://www.avesca.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/Cobb500-Guiademanejo.pdf
34. Gutiérrez, L., Bedoya, O. y Arenas, J. (2015). Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde suplementados con microorganismos probióticos. Recuperado de https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/761

35. Gutiérrez, C. (2014). Determinación de los parámetros morfométricos del duodeno de pollos de engorde después de la administración de una mezcla probiótica. Recuperado dehttps://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1248&context=medicina_veterinaria
36. Gutiérrez, M. (2017). Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal. Recuperado de: https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/
37. Gutiérrez, M. (2019). Instituto Latinoamericano del Pollo: Prevé crecimiento de 2,3% en la región. Recuperado de https://avicultura.info/instituto-latinoamericano-del-pollo-preve-crecimiento-de-23-en-la-region/
38. González, I. (2016). Evaluación de probióticos sobre los índices productivos y la morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde (Proyecto de investigación para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos.
39. Grond, K., Sandercock, B., Jumpponen, A., y Zeglin, L. (2018). The avian gut microbiota: community, physiology and fuction in wild birds. *Journal of Avian Biology*, 49(11). doi: https://doi.org/10.1111/jav.01788
40. Hermans, D., De Laet, M., y Roqués, J. (2014). La importancia de un pienso optimizado para el pollito recién nacido. Recuperado de https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/6/032-035-Publirreportaje-Pienso-optimizado-SA201406.pdf
41. Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., y Mattar, S. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola de Córdoba: parámetros productivos y control ambiental. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1369-1379. doi: https://doi.org/10.21897/rmvz.397
42. Iglesias, B., Charriere, V., Cabrera, A., y Zamprile, T. (2019). Uso de un probiótico como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en pollos parrilleros. Recuperado de https://www.engormix.com/avicultura/articulos/uso-probiotico-como-alternativa-t44302.htm
43. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. (2019). Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_

agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

44. Jayaraman, S., Das, P., Saini, P., Roy, B., y Chatterjee, P. (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. doi: https://doi.org/10.3382/ps/pex079
45. Jiménez, O., y Tintinango, D. (2018). Evaluación de parámetros productivos y económicos en pollos de engorde en etapa de finalización, alimentados con harina de chachafruto *Erythrina edulis*, en la granja de la Fundación Universitaria de Popayán. Universidad de Popayán (Trabajo de grado previo a la obtención del título de Administrador (a) de Empresas Agropecuarias). Universidad de Popayán, Popayán.
46. Jurado, H., Zambrano, E., Fajardo, C. (2020). Adición de *Lactobacillus plantarum* microencapsulado sobre parámetros intestinales, inmunes, productivos y bioquímica sanguínea en pollos. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 230-243. Recuperado de https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1502
47. Latorre, J., Hernández, X., Vicente, J., Wolfenden, R., Hargis, B., y Tellez, G. (2017). Effects of the inclusion of a Bacillus direct-fed microbial on performance parameters, bone quality, recovered gut microflora, and intestinal morphology in broilers consuming a grower diet containing corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 96(8), 2728-2735. doi: 10.3382 / ps / pex082
48. La Red Midia. (2019). Informe anual de la industria cárnica y avícola 2018. Obtenido de https://redmidia.com/avicola/informe-anual-de-la-industria-carnica-y-avicola-2018/
49. Lizárraga, S. (2018). Uso de simbióticos en los primeros tres días de vida del pollo de engorde y su efecto en el peso a los 7 días en Granja Carlitos del Municipio de Sacaba (Monografía técnico científico previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.
50. López, F. (2020). El pollo nuestro de cada día: los impactos de la industria de la carne en el Ecuador. Recuperado de

https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador

51. López, N., Afanador, G., y Ariza, C. (2008). Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades intestinales y productos de la microflora en pollos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55(2), 63-76. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639218002.pdf
52. Loor, B., Talledo, M., Cuenca, G., y Intriago, F. (2020). Actividad probiótica de (*Lactobacillus* spp), y su incidencia en el desarrollo de los parámetros zootécnicos, alométricos y de la microbiota gastrointestinal en pollos broiler. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 4(2), 1-13. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/344942407_Articulo_Pollos_Broiler
53. Menconi, A., Morgan, M., Pumford, N., Hargis, B., y Tellez, G. (2013). Physiological Properties and Salmonella Growth Inhibition of Probiotic *Bacillus* Strains Isolated from Environmental and Poultry Sources. *International Journal Bacteriology*, 2013, article ID 958408, 1-8. doi: https://doi.org/10.1155/2013/958408
54. Martínez, T. (2015). Evaluación de la inclusión de probióticos en el agua de bebida de pollos broiler sobre parámetros productivos y morfometría intestinal (Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario). Universidad de Chile, Santiago.
55. Marrenco, P. (2011). Influencia de la inclusión de pronutrientes y probiótico en los indicadores productivos de pollos de engorde en la etapa de arranque (Tesis para optar al título de: Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad de El Salvador, San Salvador.
56. Mamani, F. (2019). Evaluaciòn del comportamiento productivo de aves de postura (*Gallus gallus domesticus*) de la linea Isa Brown bajo una alimentaciòn ad-libitum y restringida en la estaciòn experimental de Patacamaya (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andres, La Paz.
57. Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 30 (2), 602-611. doi:10.15517/am. v30i2.34432

58. Montijo, S. (2017). Estudio del potencial probiótico de *Lactobacillus plantarum* C4 (Tesis previa a la obtención de Doctorado de Biología Fundamental y Sistemas). Universidad de Granda, Granada.
59. Morillo, L. (2019). Estudio del efecto de la inclusión del probiótico *Lactobacillus acidophilus*, sobre la salud intestinal, la exclusión competitiva y los parámetros productivos de pollos cobb-500 en la granja experimental de la PUCESI (Previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra.
60. Ortiz, A. y Mallo, J. (2013). Probióticos conceptos. Recuperado de https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2013/09/probioticos-conceptos
61. Park, Y., Hamidon, F., Rajangan, C., Soh, K., Gan, C., Lim, T., y Liong, M. (2016). Application of Probiotics for the Production of Safe and High-quality Poultry Meat. *Korean J. Food Sci. Un.*, 36(5). doi: http://dx.doi.org/10.5851
62. Pilla, J. (2018). Evaluación de probióticos (ácido láctico, levadura de cerveza y hongos) sobre el desempeño de parámetros zootécnico para pollos de engorde (Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
63. Ravindran, V. (2013). Avances en la nutrición de las aves de corral. Recuperado de: http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf
64. Rivera, A. (2019). Evaluación del efecto de la treonina en la ganancia de peso en pollos parrilleros de la línea Ross en la fase inicial de 1 a 14 días de crianza de la granja Manhattan – Cochabamba (Monografía técnico científico para obtener el título de Diplomado en Sanidad y Producción Aviar). Universidad Mayor de Simón, Cochabamba.
65. Rodríguez, E. (2011). Pronutrientes y Aparato Digestivo en Broilers. Recuperado de https://www.veterinariadigital.com/articulos/pronutrientes-y-aparato-digestivo-en-broilers
66. Rodríguez, S., y Moreno, G. (2015). Evaluación del efecto de *Lactobacillus* spp. en el desarrollo del intestino delgado en pollos de engorde. *Revista Ciencia y Agricultura*, 13(1), 4-58. doi: 10.19053/01228420.4805

67. Rodríguez, S., Torres, J., Hortúa, L., y Madrigal, K. (2017). Evaluación del desarrollo alométrico duodenal y los parámetros zootécnicos al suministrar diferentes porcentajes de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de pollos de engorde. *Revista Científica, FCV-LUZ,* 27(4), 249-254. Recuperado de http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/43873/articulo7.pdf?sequence=1&isAllowed=y
68. Roa, M., Guzmàn, Y., y Navarro, C. (2018). Efecto del uso de probióticos en la morfometría intestinal de pollos de engorde. Archivos de Zootecnia, 67(260), 486-492.
69. Ruiz, B. (2019). Baja producción de pollo en Latinoamérica, sube la de huevo. Industria Avicola , 4-6. Recuperado de https://www.industriaavicola.net/empresas-lideres/baja-produccion-de-pollo-en-latinoamerica-sube-la-de-huevo/
70. Salud intestinal en las aves: el mundo interior. (2013). Recuperado de https://www.elsitioavicola.com/articles/2463/salud-intestinal-en-las-aves-el-mundo-interior-1/
71. Schaus, L. (2020). Importancia y funcionalidad de probióticos en la producción de pollos de engorde (Trabajo de Investigación para optar el grado académico de: Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Científica del Sur, Lima.
72. Sokale, A., Menconi, A., Mathis, G., Lumpkins, B., Sims, M., Whelan, R., y Doranalli, K. (2019). Effect of *Bacillus subtilis* DSM 3231on tha intestinal structural integrity and growth performance of broiler chickens under necrotic enteritis challenge. *Poultry Science,* 98(11), 5392-5400. doi: 10.3382/ps/pez368.
73. Svihus, B. (2011). La molleja: influencia de la estructura de la dieta y efectos sobre la disponibilidad de nutrientes. *World's Poultry Science Journal*, 67(2), 1-11- Recuperado de https://docplayer.es/57091850-La-molleja-influencia-de-la-estructura-de-la-dieta-y-efectos-sobre-la-disponibilidad-de-nutrientes.html
74. Terrazas, K. (2015). Evaluación de tres niveles de jipi de quinua (*Chenopodium quinoa willd* en la ración alimenticia de pollos parrilleros línea COBB-500 en la provincia de Murillo del departamento de la Paz (Tesis de grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

75. Triviño, L. (2019). Influencia del nivel de proteína en la etapa de crecimiento del pollo semipesado comercial kariokos (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Chone.
76. Vargas, O. (2016). Avicultura. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846
77. Venlasaca, P. (2016). Evaluación de diferentes niveles de metionina orgánica en la alimentación de pollos broilers línea Cobb 500 (Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
78. Vega, D. (2007). Efecto de una mezcla probiótica (*Lactobacillus Acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus*) en el comportamiento productivo y en la fisiología digestiva de la gallina ponedora (White legorhon l_{33}) de 24 a 36 semanas de postura (Tesis de grado previa a la obtención de Título de Ingeniero Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
79. Vélez, K. (2018). Uso de probiótico *Bacillus subtilis*, durante la fase de finalización de pollos de engorde (Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manabí.
80. 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. Recuperado a partir de https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/3
81. Wu, Z. (2018). Antimicrobial use in food animal production: situation analysis and contributing factors . *Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 5*(3), 301-311. doi: https://doi.org/10.15302/J-FASE-2018207
82. Zavala, L. (2014). Adición de Bacterias Biocontroladoras (Oxydol) para el control de amoníaco en cama de pollos (Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.