



Efecto de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), sobre el desarrollo morfométrico del paquete visceral en pollos de engorde en zonas de altura.

Caiza Tupiza, Michelle Alejandra

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo

25 de mayo del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Efecto de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), sobre el desarrollo morfométrico del paquete visceral en pollos de engorde en zonas de altura”** fue realizado por la señorita **Caiza Tupiza, Michelle Alejandra**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de mayo del 2022

MARIO
LEONARDO
ORTIZ
MANZANO

Firmado digitalmente
por MARIO LEONARDO
ORTIZ MANZANO
Fecha: 2022.05.25
21:01:59 -05'00'

.....
Caiza Tupiza, Michelle Alejandra

C. C. 1722696612



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de autoría

Yo, **Caiza Tupiza Michelle Alejandra**, con cédula de ciudadanía n° **1722696612**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Efecto de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), sobre el desarrollo morfométrico del paquete visceral en pollos de engorde en zonas de altura** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 25 de mayo del 2022

Caiza Tupiza, Michelle Alejandra

C. C. 1722696612



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de publicación

Yo **Caiza Tupiza, Michelle Alejandra**, con cédula de ciudadanía n° **1722696612**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Efecto de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), sobre el desarrollo morfométrico del paquete visceral en pollos de engorde en zonas de altura”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 25 de mayo del 2022

Caiza Tupiza, Michelle Alejandra

C. C. 1722696612

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

Caiza Tupiza Michelle Alejandra_Trabajo de titulación revis

Scanned on: 13:58 May 25, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	256
Words with Minor Changes	251
Paraphrased Words	164
Omitted Words	3044

MARIO
LEONARDO
ORTIZ
MANZANO

Firmado digitalmente
por MARIO LEONARDO
ORTIZ MANZANO
Fecha: 2022.05.25
21:00:12 -05'00'

Ing. Ortiz Manzano, Mario Leonardo

C. C. 0602065435

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen del Quinche por las bendiciones recibidas cada día, por iluminarme, fortalecerme, darme sabiduría y permitirme culminar con esta etapa de mi vida.

Con mucho amor a mi madre Pilar, que con sus consejos, palabras de aliento, paciencia, apoyo incondicional, confianza y amor me motivó y supo guiarme en cada etapa de mi vida, a ser mejor persona, cumplir mis metas y vencer los obstáculos día a día.

A mi novio David, por ser mi amigo, por su comprensión, paciencia, amor y apoyo que siempre me ha brindado, dándome ánimos impulsándome a seguir adelante siempre.

A mis hermanos Gaby y Richard, que estuvieron conmigo en todo momento para apoyarme, darme ánimos de seguir adelante, por sus consejos, por estar pendiente de mí y por su cariño siempre.

A mis sobrinos Samy y Alejo, por permitirme cuidarlos como su segunda mamá, por quererme mucho y especialmente por hacer mis días entretenidos.

A mis cuñados Hernán, Paty por darme una mano cada vez que lo necesité.

Agradecimientos

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y la Facultad de Ingeniería Agropecuaria-IASA 1, por la oportunidad de cursar mis estudios y desarrollarme profesionalmente.

A mis maestros por brindarme sus conocimientos y por el tiempo dedicado durante mi formación.

A mi tutor de tesis, el Ingeniero Mario Ortiz, por el tiempo compartido, por sus enseñanzas y sabiduría compartida, por su apoyo y por la confianza depositada.

Al Ingeniero Jhon Cueva, por el tiempo dedicado, experiencia compartida, por estar pendiente de la realización del proyecto y por la confianza depositada.

Al módulo de avicultura con sus trabajadores Nelson Oña y Jorge Pachacama por su colaboración, consejos, ayuda y compañía.

A mis amigas, Lesly Simbaña y Mishell Damián por su amistad sincera, por su apoyo, tiempo y compañía que me brindaron en el transcurso de mi vida universitaria.

Índice de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Responsabilidad de autoría.....	3
Autorización de publicación.....	4
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas	12
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Capítulo I	16
Introducción.....	16
Antecedentes	16
Justificación.....	18
Objetivos	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos	19
Hipótesis	20
Capítulo II	21

Marco referencial.....	21
La Avicultura	21
Situación Avícola en Ecuador	21
Nutrición de los pollos de engorde.....	22
Pollo de Engorde.....	22
Línea Cobb 500	23
Anatomía del sistema digestivo de las aves	23
Glándulas anexas del sistema digestivo.....	25
Integridad Intestinal.....	25
Histología Duodenal.....	26
Túnica mucosa	26
Morfometría de las vellosidades del duodeno	27
Microflora del tracto intestinal.....	29
Microorganismos en las distintas partes intestinales.....	30
Probióticos	31
Mecanismos de acción de los probióticos.....	31
Beneficios del uso de probióticos.....	32
Potencial de <i>Bacillus subtilis</i> como probiótico	33
Capítulo III.....	35
Materiales y métodos	35
Ubicación del área de investigación	35
Establecimiento del proyecto	36

Manejo del lote de aves.....	37
Limpieza, desinfección de las instalaciones.....	37
Manejo de pollitos.....	37
Manejo de temperatura y espacio.....	38
Manejo complementario.....	38
Manejo sanitario.....	38
Manejo de mortalidad.....	39
Manejo de Alimentación.....	39
Manejo del probiótico <i>Bacillus subtilis</i> sp.....	40
Variables evaluadas.....	41
Evaluación de parámetros morfométricos del paquete visceral.....	41
Peso de los órganos.....	41
Longitud de los órganos.....	41
Morfometría de las vellosidades intestinales.....	41
Evaluación Integridad intestinal.....	42
Relación de vellosidad / cripta.....	42
Crecimiento alométrico de órganos.....	42
Diseño experimental y Análisis estadístico.....	42
Capítulo IV.....	44
Resultados y discusión.....	44
Evaluación de parámetros morfométricos del paquete visceral.....	44
Peso de los órganos.....	44
Longitud de los órganos.....	48

Morfometría de las vellosidades intestinales	50
Evaluación Integridad Intestinal	53
Relación de vellosidad / cripta	53
Crecimiento alométrico de órganos	55
Capítulo V	57
Conclusiones y Recomendaciones	57
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59

Índice de tablas

Tabla 1 Bacterias en el tracto gastrointestinal más frecuentes.	30
Tabla 2 Programa de vacunación.....	39
Tabla 3 Nivel de nutrientes y aminoácidos digeribles por edad y rango de peso en Pollos de Engorde	40
Tabla 4 Promedio \pm Desviación estándar del peso de los órganos viscerales (g) a los 21 y 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.....	44
Tabla 5 Promedio \pm Desviación estándar de la longitud de los órganos viscerales (cm) a los 21 y 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.	48
Tabla 6 Promedio \pm Desviación estándar de la morfometría de las vellosidades intestinales (duodeno) a los 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.	50
Tabla 7 Promedio \pm Desviación estándar de la relación largo vellosidad/ profundidad cripta.....	53
Tabla 8 Promedio \pm Desviación estándar del crecimiento alométrico (CA) de los órganos a los 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.	55

Índice de figuras

Figura 1 Condición de integridad histológica en el complejo enterocítico con las glicocálix	27
Figura 2 Efectos Etiológicos sobre las condiciones de Vellosidades de aves a las 24 horas post eclosión	28
Figura 3 Efecto del producto Bio Mos, en el desarrollo de las células calciformes	29
Figura 4 Visión satelital del área de estudio	35
Figura 5 Disposición del experimento en campo	36
Figura 6 Comparación entre tratamientos para Largo y Ancho de vellosidad (μm)	51
Figura 7 Comparación entre tratamientos para Profundidad de cripta (μm)	52
Figura 8 Comparación entre tratamientos para relación largo / profundidad	54

Resumen

El *Bacillus subtilis* es considerado una alternativa potencial en la industria avícola como un sustituto a los antibióticos promotores de crecimiento (AGB). El propósito de este estudio fue evaluar el efecto del probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), suministrado en el alimento, para mejorar el desarrollo y morfometría del paquete visceral en pollos de engorde. Un total de 600 pollos de engorde (Cobb 500) machos de un día de edad se distribuyeron aleatoriamente en 3 tratamientos, con 10 réplicas y 20 pollitos en cada réplica. Los tratamientos dietéticos fueron: (T0) dieta basal que contenía bacitracina de zinc (grupo control); (T1) dieta basal suplementado sólo con el probiótico *Bacillus subtilis* sp., y (T2) dieta basal que contenía probiótico combinado con promotor de crecimiento. Las variables evaluadas fueron: peso y longitud de órganos (corazón, buche, hígado, molleja, proventrículo, bazo, páncreas, i. delgado, i. grueso, ciegos y bolsa de Fabricio); morfometría de vellosidades e integridad intestinal y se efectuaron a los 21 y 42 días de edad. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos para los pesos de órganos: corazón, molleja, proventrículo y buche a los 42 días y longitud de los órganos: i. delgado y bolsa de Fabricio a los 21 días y 42 días, las cuales mejoraron en los grupos suplementados con *B. subtilis* sp. (T1 y T2), destacando el (T1) en comparación con el control (T0). Para las variables morfometría e integridad intestinal, no se encontró un efecto significativo pero si numérico, (T1 y T2) presentaron vellosidades más largas y anchas, criptas menos profundas y una relación vellosidad-cripta alta, lo que indica una mejor superficie de absorción intestinal. Por lo tanto se concluye que *Bacillus subtilis* sp., en la industria avícola podría ser una alternativa para reemplazar a los antibióticos en la promoción de la salud intestinal y desarrollo morfométrico.

Palabras Clave: pollos de engorde, probiótico, *Bacillus subtilis* sp., morfometría, vellosidades intestinales.

Abstract

Bacillus subtilis is considered as a potential alternative in the poultry industry as a substitute for antibiotic growth promoters (AGB). The purpose of this study was to evaluate the effect of the probiotic (*Bacillus subtilis* sp.), supplied in the feed, to improve the development and morphometry of the visceral package in broilers. A total of 600-day-old male broilers (Cobb 500) were randomly distribute in three treatments, with 10 replicates and 20 chicks in each replicate. The dietary treatments were: (T0) basal diet containing AGB bacitracin zinc (control group); (T1) basal diet supplemented only with the probiotic *Bacillus subtilis* sp. and (T2) basal diet containing probiotic combined with growth promoter, for a period of 42 days. The variables evaluated were weight and length of organs (heart, crop, liver, gizzard, proventriculus, spleen, pancreas, i. thin, i. thick, blind sacs and bursa of Fabricius); villus morphometry and intestinal integrity and were performe at 21 and 42 days of age. The results showed significant differences ($p>0.05$) between treatments for the variables organ weight: heart, gizzard, proventriculus and crop at 42 days and organ length: i. fin and bursa of Fabricius at 21 days and 42 days, which improved in the groups supplemented with *B. subtilis* sp. (T1 and T2), highlighting (T1) compared to the control (T0). For the morphometry and intestinal integrity variables, no significant effect we found with the addition of probiotic, however numerically (T1 and T2) they presented longer and wider villi, shallower crypts and a high villus-crypt ratio, which could indicate a better intestinal absorption surface. Therefore, it can be conclude that *Bacillus subtilis* sp. in the poultry industry it could be an alternative to replace antibiotics in promoting intestinal health and morphometric development.

Keywords: broilers, probiotic, *Bacillus subtilis* sp., morphometry, intestinal villi.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

El crecimiento constante de la población humana mundial, ha obligado al sector agropecuario a aumentar los niveles de producción de proteína de origen animal en poco tiempo, cumpliendo con la exigencia de brindar excelencia, calidad e inocuidad en los productos finales, de tal forma que permita asegurar el abastecimiento de alimento para una población cada vez mayor. Esta alta demanda conlleva a la búsqueda de sistemas alternativos, que sin alterar el estado fisiológico normal de los animales permita mejorar los índices de producción sin ir en contra de los requerimientos de la salud pública.

La producción avícola ha ganado un lugar destacable en la alimentación de la población a nivel mundial, ya que es una proteína de bajo costo, alto valor nutricional y nutritivo, además sobresale por encima de aspectos culturales y religiosos de la población lo que la hace más accesible en relación a otras proteínas de origen animal (Food and Agriculture Organization of the Nations , 2016)

El consumo de carne de pollo es vital en la dieta de los ecuatorianos y forma parte de la canasta familiar básica. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de carne de aves ocupa el segundo lugar a nivel mundial luego de la carne de cerdo (Sánchez et al., 2019)

El sector avícola en el Ecuador, es un sector que ha crecido paulatinamente, sólo entre el 2018 y 2019, el número de aves criadas en campo y planteles avícolas creció 27% y de acuerdo a la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador – CONAVE, el consumo per cápita de pollo al año fue de 30,43 kilogramos en 2019, presentando un crecimiento de 16% en relación al 2018, cuando el consumo per cápita fue de 26,3 kg anualmente (Sánchez et al., 2019)

En el manejo del pollo de engorde es importante alcanzar el rendimiento de la parvada en lo que se refiere a peso vivo, conversión alimenticia, uniformidad y rendimiento en carne. Las primeras dos semanas de vida de la parvada son críticas y requieren especial atención a los factores que afectan a todo el proceso de producción (COBB VANTRES .COM, 2019)

La salud intestinal es necesaria para mantener una fisiología eficiente y sostenible del tracto gastrointestinal (GIT) por sus funciones digestivas, de absorción, metabólicas, inmunológicas y endocrinológicas; un intestino aviar sano es esencial para optimizar la digestibilidad, minimizar la excreción de nutrientes y, en consecuencia, mitigar los impactos ambientales del amoníaco, los olores y otras emisiones de gases con efectos sobre la salud y el bienestar en el gallinero y para los humanos (Ocejo et al., 2019)

Los probióticos son organismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedero, este efecto debe estar probado y superar al efecto dado por el placebo. Los microorganismos usados como probióticos en nutrición animal no deben ser patógenos para los animales y deben ser resistentes a los procesos de elaboración de alimentos y piensos. Se ha reportado que el beneficio de los probióticos en animales productivos, se debe principalmente a que estos fomentan el balance microbiano en el tubo digestivo y la modulación del sistema inmune, resultando en un aumento en la digestión y absorción de nutrientes, y disminuyen la incidencia de enfermedades infecciosas (Molina, 2019)

Justificación

La carne de pollo es una proteína de alta calidad con múltiples beneficios nutricionales necesarios para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de nuestro organismo; el Ecuador posee 1800 granjas de producción avícola que cumplen con altos estándares de calidad, las cuales alcanzan una producción de 525.000 toneladas de carne de pollo y más de 3.900 millones de huevo anuales. El consumo de carne de pollo per cápita es cerca de 30kg anual (CONAVE, 2019)

(Rajput et al., 2020) expresan que los promotores del crecimiento de antibióticos provocan efectos adversos en la salud humana como resultado de la eliminación de residuos de antibióticos en la carne de pollo y tras la restricción del uso de los mismos se han realizado numerosos estudios del uso de probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y aceites esenciales como alternativa para resolver numerosas patologías que afectan a la microbiota intestinal, ayudan en la digestión de los nutrientes, la mejora de la inmunidad y el rendimiento general de los pollos de engorde para hacerlos eficientes en la producción.

Debido al aumento de la demanda de carne de pollo en el Ecuador y lo que implica el manejo de altas densidades, el confinamiento que provocan el estrés del animal y por ende bajos rendimientos, es necesario tomar en cuenta el empleo de probióticos en la alimentación como alternativa para garantizar la salud de las aves que se identifican como microorganismos o aditivos totalmente confiables (amistosos o benéficos) para los animales, el consumidor y el medio ambiente, estos pueden ser preparados de bacterias ácido lácticas, que ayudan a garantizar una mejor conversión alimenticia, ganancia de peso, excelente digestibilidad y no crean efectos negativos (Gutiérrez et al., 2013).

Los efectos benéficos de los probióticos se expresa con modificaciones en la población microbiana del tracto digestivo, que permite mayor asimilación de nutrientes y degradación de alimentos, disminuyendo en lo posible la pérdida económica haciendo una adecuada inversión

incorporando probióticos en las dietas obteniendo aves con mejores resultados zootécnicos, status inmunológico y salud intestinal (Gutiérrez et al., 2013).

En base a lo mencionado, la presente investigación está orientada a comprobar el efecto de los probióticos compuestos por *Bacillus subtilis* sp., adicionado al alimento balanceado sobre el desempeño morfométrico del paquete visceral en pollos de engorde a partir del primer día de nacidos, con la finalidad de obtener información que permita contribuir con nuevas alternativas que ayuden a mejorar la producción de pollos de engorde.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.), suministrado en el alimento concentrado, en el desarrollo y morfometría del paquete visceral en pollos de engorde en zonas de altura.

Objetivos Específicos

- Determinar los valores morfométricos de órganos viscerales a través del pesaje y medición, a diferentes edades en pollos de engorde.
- Analizar en pollos broilers, el efecto sobre los órganos involucrados con la inclusión del probiótico en comparación de un tratamiento control a los 21 y 42 días de edad.
- Valorar la histomorfometría de las vellosidades intestinales por tratamiento.
- Evaluar el efecto del probiótico sobre la integridad intestinal de pollos de engorde al final de su etapa productiva.

Hipótesis

H0: La adición de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) en dietas alimenticias de pollos de engorde no mejora los valores morfométricos del paquete visceral en pollos de engorde.

H1: La adición de un probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) en dietas alimenticias de pollos de engorde si mejora los valores morfométricos del paquete visceral en pollos de engorde.

Capítulo II

Marco referencial

La Avicultura

Es considerada, como la habilidad de manejar e impulsar la reproducción de aves de corral, buscando el beneficio de sus productos, considerada como la actividad de mayor fuente de aprovisionamiento de carne a nivel mundial y la obtención de huevo comercial (Aillón, 2012). Entendemos por actividad avícola a la crianza de aves con el fin de su comercialización de su carne, huevos, pollitos, entre otros. Con el crecimiento demográfico, y el incremento de las poblaciones urbanas, también aumentó la demanda de carnes, donde la avicultura encontró un gran espacio para su desarrollo, desde el punto de vista económico adquirió gran importancia como una actividad industrial de alta rentabilidad (Simbaña, 2021)

Situación Avícola en Ecuador

En Ecuador, hay 1.819 granjas avícolas. El negocio de la avicultura genera, aproximadamente, 32.000 fuentes directas de trabajo, 220.000 fuentes indirectas y alrededor de 2000 millones de dólares al año, es decir, el 16% del PIB agropecuario y el 2% del PIB total. Más de la mitad de la producción de carne de pollo del país se concentra en las provincias de Guayas (22%), Pichincha (16%) y Santo Domingo de los Tsáchilas (14%) (López, 2020)

En el Ecuador la avicultura está establecida proporcionalmente en la Costa 40%, Sierra 49% y Amazonia 11%. En cada una de estas regiones existen desventajas y ventajas para el óptimo desarrollo de la producción avícola, es por eso que la región Costa y Amazonia son propicias para la crianza de pollo parrillero por sus favorables condiciones meteorológicas, mientras las zonas templadas y

semitempladas que se encuentran en la Sierra son apropiadas para la producción de huevo comercial (Altarmirano, 2015)

En Ecuador, anualmente, se producen entre 230 y 250 millones de pollos de engorde. El consumo per cápita que, en 2017, era de 30 a 32 kilos al año, se habría triplicado en veinte años. Este nivel de consumo es muy superior al de carne de cerdo: 12 kilos, y al de res y pescado: 10 kilos (López, 2020)

Nutrición de los pollos de engorde

La alimentación es muy importante a la hora de sacar los costos totales de la producción en pollos de engorde. Para obtener los mejores resultados, se necesita formular raciones con un balance de proteína, energía, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales.

La nutrición tiene un gran impacto dentro de la productividad, la rentabilidad y el bienestar del pollo de engorde. Es necesario contar con una especialización en nutrición para formular y balancear dietas, es muy importante que el administrador de la explotación tenga conocimiento del contenido nutricional de la dieta y cerciorarse que satisfaga las necesidades nutricionales de las aves (González, 2018)

Pollo de Engorde

También son nombrados como pollos broiler, puesto que su nombre es originario del vocablo inglés “parrilla o pollo para asar”. Estos pollos pertenecen a razas súper pesadas, pues, para lograr estas líneas se hicieron numerosos cruzamientos, llegando a obtener ejemplares con mejor peso, buena presentación física, resistentes a enfermedades, alas cortas que le impiden volar, elevada velocidad de crecimiento y formación de valiosas masas musculares, principalmente pechuga y muslos (Aillón, 2012)

Línea Cobb 500

Es pollo de engorde más efectivo del mundo tiene la conversión de alimento más baja, la mejor tasa de crecimiento y la capacidad de prosperar con una nutrición de baja densidad y menos costosa. La línea Cobb 500 tiene la ventaja competitiva del menor costo por kilogramo o libra de peso vivo producido, incrementa el potencial de desempeño general del pollo de engorde y de la producción de las reproductoras. El éxito de Cobb a nivel mundial ha brindado mucha experiencia a las razas de pollos de engorde en un amplio rango de situaciones tales como climas cálidos y fríos, galpones de ambiente controlado y abiertos (Colaves, 2021)

Anatomía del sistema digestivo de las aves

En las aves, la selección natural ha logrado también minimizar la energía requerida para el vuelo reduciendo el peso del aparato digestivo. Las aves presentan un aparato digestivo de menor longitud y volumen que los mamíferos de igual tamaño. Por ejemplo, las Falconiformes que cazan en vuelo y necesitan desarrollar una gran velocidad, tienen un intestino 20-40% más corto que las rapaces que cazan al acecho (Rodríguez et al., 2017).

Pico: sustituye a los labios y dientes de los mamíferos y está formado por una base ósea que está revestida por un estuche córneo altamente queratinizado pero muy ligero, la ranfoteca, que permite reducir el peso corporal y está implicado en la obtención y manipulación del alimento (Rodríguez et al., 2017)

Lengua: Tiene forma de cabeza de flecha, su función es de pre-hensión, selección y deglución del alimento. Además, este órgano secreta saliva, en la que se encuentra la enzima amilasa (Morán, 2018)

Esófago: Tras la faringe nos encontramos el esófago que aunque, en general, en un principio se sitúa entre la tráquea y los músculos cervicales, posteriormente se coloca en la zona derecha del cuello (Rodríguez et al., 2017)

Buche: constituye una evaginación del esófago donde se encuentran microorganismos y una superficie mucosa que permite la fermentación anaeróbica del alimento durante su almacenamiento (Morán, 2018)

Estómago bicavitario: En las aves el estómago está dividido en dos cámaras: el proventrículo o estómago glandular y el ventrículo o estómago de función mecánica, que se le conoce popularmente como molleja:

Proventrículo o estómago glandular: Es un órgano ovoide, donde se produce el jugo gástrico. La pared del estómago glandular contiene glándulas desarrolladas, visibles macroscópicamente, que segregan ácido clorhídrico (HCl) y pepsina una enzima que ayuda a la digestión de proteínas, además posee un pH que oscila entre 2,5 y 3,5 (Morillo, 2019)

Molleja: representa la única forma de desintegrar las partículas de gran tamaño, dado que estos animales carecen de la capacidad de masticar (Morán, 2018)

Intestino Delgado: Es un tubo corto, el alimento inicia su recorrido por el asa duodenal, en donde se desarrolla el proceso de absorción y digestión, el cual termina en las proporciones más bajas del mismo intestino. Está compuesto por tres partes (Rodríguez et al., 2017)

El intestino grueso: es corto en la mayoría de las especies y está especializado en la absorción de agua y electrolitos, gracias a la presencia de movimientos retroperistálticos; así logra mantener la homeostasis orgánica recuperando agua de la orina. Cuando la dieta es muy pobre en sal se produce un incremento en la longitud de las vellosidades localizadas en los enterocitos del colon, para incrementar su absorción (Rodríguez et al., 2017)

Ciegos: son estructuras saculares pares que se disponen en proximal y paralelamente al íleon, desembocando en la unión íleo-cólica, demarcando el límite entre intestino delgado y grueso. A mitad de su longitud, estos órganos se doblan sobre sí mismos (Morán, 2018)

Cloaca: Es un órgano excretor, común para el sistema digestivo, urinario y reproductor, terminando externamente en el ano. De manera que, las heces y la orina se excretan juntas. Dorsalmente a la cloaca, se encuentra la bolsa de Fabricio, un órgano linfoepitelial exclusivo de las aves, con importante función inmunológica, ya que sirve de sitio para la maduración y diferenciación de los linfocitos B (Morillo, 2019)

Glándulas anexas del sistema digestivo

Glándulas salivales: los pollos poseen pocas glándulas salivales, por lo que la saliva es secretada en pequeñas cantidades (7 a 25 ml en 24 horas). La saliva tiene una coloración lechosa clara y un pH de 6,5; en ella está presente la amilasa salival y una pequeña cantidad de lipasa, que ayuda a reblandecer el alimento (Alfaro, 2013)

Páncreas: Está ubicado al inicio del duodeno del intestino delgado (asa duodenal) y secreta el jugo pancreático (cinco poderosas enzimas), que se vacía en el duodeno, ayudando a digerir proteínas, carbohidratos y grasa (Alfaro, 2013)

Hígado: Su principal función es la de secretar la bilis: líquido amarillo-verdoso, ligeramente pegajoso y contiene ácidos biliares, que ayudan a la digestión de grasas (Herrera et al., 2018)

Integridad Intestinal

La integridad intestinal se define como la funcionalidad óptima del intestino, donde un correcto mantenimiento de la misma nos va a dar como resultado un crecimiento uniforme y eficiente de las

aves. Cualquier agresión del intestino en el pollo, es respondida desde el aparato digestivo, desviando energía que debería ir destinada a reposición de carne o producción de huevos, a la función defensiva. Es por ello que, un tracto digestivo saludable, con su población microbiana asociada balanceada, y adecuadas secreciones enzimáticas digestivas, es esencial para obtener un buen desempeño acorde con el potencial genético del pollo (Sánchez, 2013)

Histología Duodenal

El duodeno de las aves, al igual que el resto del tracto digestivo, presenta una estructura histológica similar a la de los mamíferos, siendo un tubo multicapa con: túnica mucosa, túnica submucosa, túnica muscular y túnica serosa.

La superficie luminal del duodeno de los animales en general presenta una estructura definida cuyo objetivo es aumentar la superficie de absorción. Así, se presentan tres grados de amplificación que incluyen microvellosidades, vellosidades, y pliegues de la mucosa y submucosa, según la especie. En gallinas (*Gallus gallus domesticus*) no se observan pliegues macroscópicos, delegando el aumento de la superficie a las vellosidades y microvellosidades.

Se observan vellosidades de diversa longitud según el segmento, disminuyendo progresivamente hacia caudal. Durante los primeros días de vida ocurre una disminución en el número de vellosidades, para luego permanecer constante (Herrera et al., 2018).

Túnica mucosa

La túnica mucosa está formada por el epitelio, la lámina propia y la muscular de la mucosa, estando estas últimas dos capas poco desarrolladas en las aves, el desarrollo de la mucosa se debe a dos eventos citológicos primarios asociados: la renovación celular, que involucra la proliferación y diferenciación de las células, resultado de mitosis de células totipotentes en las criptas de Lieberkühn y,

a diferencia de mamíferos, a lo largo de las vellosidades y la muerte celular con descamación en el ápice de las vellosidades (Herrera et al., 2018).

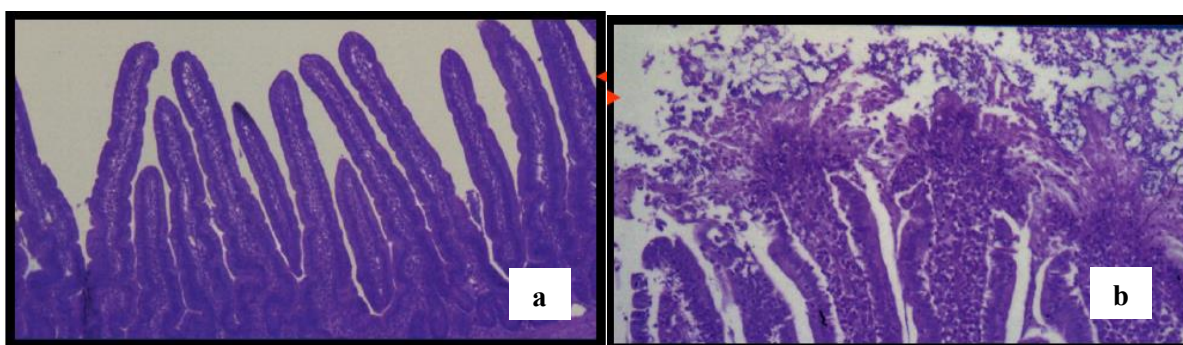
Morfometría de las vellosidades del duodeno

La superficie del intestino esta tapizado por otras expansiones de la mucosa más pequeñas de 0,5 a 1,5 mm de longitud, en forma de dedos de guante, denominadas vellosidades intestinales; en la zona del duodeno tiene el extremo distal romo, pero en porciones del yeyuno e íleon se vuelven puntiagudas. Con ellas se aumentan enormemente la superficie epitelial para la absorción (Roa, 2018)

Los enterocitos originados en las criptas adquieren la capacidad de digerir y absorber nutrientes durante el proceso de migración hacia la extremidad de las vellosidades, mediante dos fases; digestión, enterocitos en el tercio inferior de la vellosidad; mientras que la absorción se da en la porción superior de la vellosidad (Bernal et al., 2015)

Figura 1

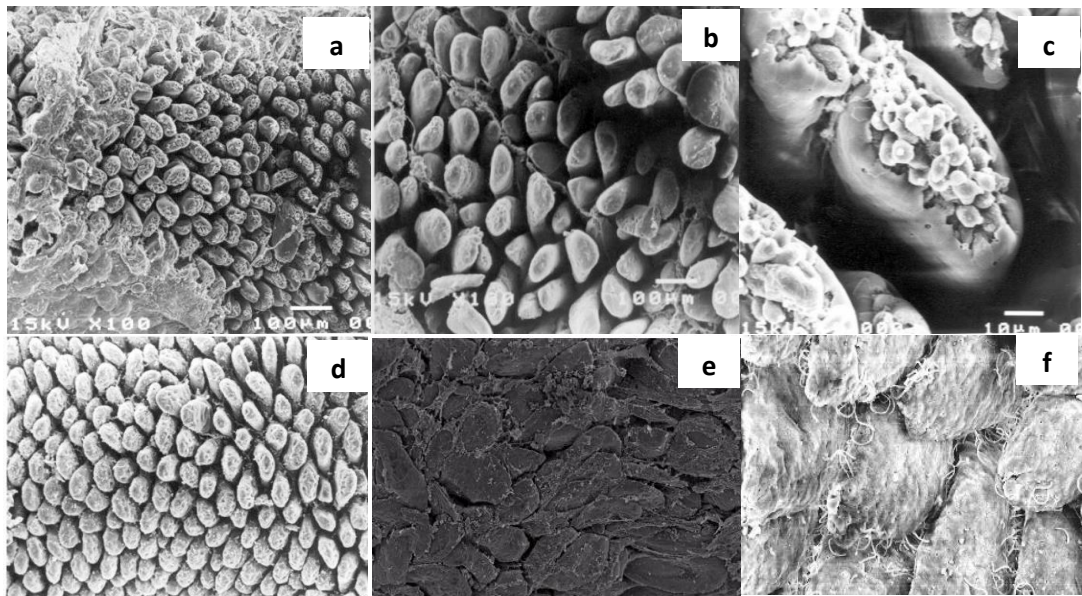
Condición de integridad histológica en el complejo enterocítico con las glicocálix



Nota. El gráfico representa el contraste entre la estructura normal de las vellosidades intestinales (a) y la estructura alterada por un cuadro patogénico (b). Tomado de Salud intestinal en aves de engorde (Rutz, 2012)

Figura 2

Efectos Etiológicos sobre las condiciones de Vellosidades de aves a las 24 horas post eclosión



Nota. Los superíndices de la Figura denotan los siguientes casos; a: Vellosidades 24 horas post eclosión; b: Vellosidades con agua y con alimento 24 horas post eclosión; c: Vellosidades sin agua y sin alimento 24 horas post eclosión; d: Vellosidades con agua y sin alimento 24 horas post eclosión; e: Vellosidades afectada por *Clostridium*; f: Vellosidades alterada por *Eimeria*. Tomado de Salud intestinal en aves de engorde (Rutz, 2012)

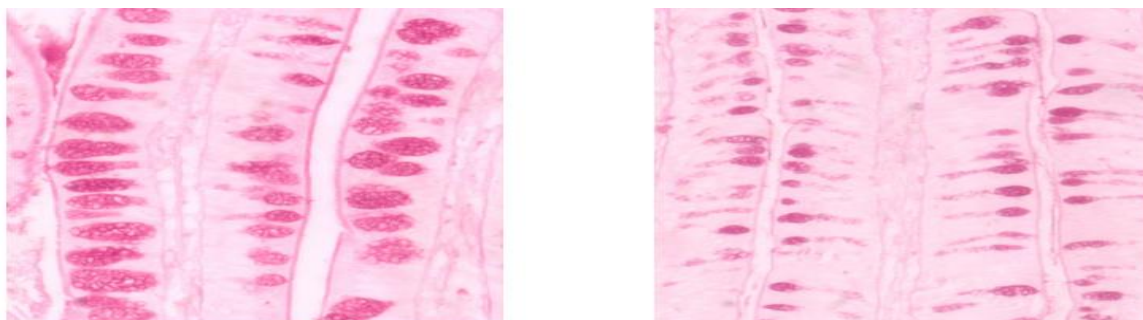
El tercer elemento de la estructura histológica del complejo intestinal, son las células calciformes, las cuales se estiman a nivel de duodeno y yeyuno; donde existe un estudio sobre el efecto de Bio Mos, a los 21 días; donde se plasma el efecto de síntesis y empaquetado de enzimas digestivas por la funcionalidad continua del retículo endoplasmático rugoso y el aparato de Golgi, respectivamente; en este último, ocurren diversas modificaciones postraduccionales, especialmente glicosilación, se concentran y, posteriormente, son transportadas a los gránulos de zimógeno.

La secreción de las enzimas digestivas tiene lugar mediante exocitosis, que incluye el desplazamiento de los gránulos secretores hacia la membrana apical, y el reconocimiento de un lugar de

la membrana plasmática para la fusión. La expresión de las enzimas digestivas mediante la regulación de la transcripción de sus ARN mensajeros (ARNm) (Rutz, 2012)

Figura 3

Efecto del producto Bio Mos, en el desarrollo de las células calciformes



Nota. En el grafico se expresa la potencialidad con la que el género *Saccharomyces* logra adherir bacterias patógenas a través de sus fimbrias expulsándolas naturalmente de la luz intestinal. Tomado de El portal veterinario (Nutrinews, 2018)

Microflora del tracto intestinal

El tracto gastrointestinal de las aves se encuentra colonizado por múltiples especies de microorganismos que conforman la microbiota, siendo una parte integral del mismo y creando un ambiente particular dentro del intestino que afecta también la fisiología del individuo. Incluso, se considera que para lograr la máxima expresión del potencial genético, el animal debe contar con un perfecto equilibrio en su microbiota, ya que la performance del animal y su eficiencia alimenticia se relacionan con el estado de la microbiota, y alteraciones en la misma podrían llevar a afecciones en la salud del individuo (Herrera et al., 2018)

El TGI9 del pollito BB se encuentra en estado anéxico fisiológico al momento de la eclosión. Sin embargo, la colonización microbiana es extremadamente rápida, de modo que de 24 a 48 horas del

nacimiento se alcanzan concentraciones de 10⁹ a 10¹¹ microorganismos/g de heces, cifras similares a las encontradas en aves adultas, detectándose *Lactobacillus*, cocos grampositivos, *Clostridium perfringens*, *E. coli* y Bacteroides (Aguavil, 2012)

Microorganismos en las distintas partes intestinales

El buche está cubierto por lactobacilos en su mayoría, con poca presencia de coliformes y estreptococos. Estos lactobacilos colonizan el buche a las pocas horas del nacimiento y permanecen durante toda la vida de las aves (Pareja, 2005).

El intestino del pollo se encuentra dominado por especies como: *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *E. coli* y Estreptococos; en los sacos Ciegos encontramos *Bifidobacterium* spp., *Budding* coco s, *Clostridium* sp., *Gemmiger formicilis*, Cocos Gram positivos, *bacteroidaceae*, y *Eubacterium* sp. (Cervantes, 2010). En la Tabla 1, se muestra localización específica de bacterias en el tracto gastrointestinal más frecuentes.

Tabla 1

Bacterias en el tracto gastrointestinal más frecuentes.

Sección intestinal	Bacterias
Pro ventrículo	<i>Costridium, Lactobacillus.</i>
Estómago muscular	<i>Coliformes, Bacteroides, Eubacterium.</i>
Yeyuno e íleon	<i>Lactobacillus, Estreptococcus, E. coli, Staphylococcus, Costridium Bacteroides, Eubacterium.</i>
Ciego	<i>Bifidobacterium, Fusobacterium.</i>

Nota. Localización específica de bacterias más frecuentes del tracto gastrointestinal. Realizado por: Autor, 2022. Tomado de (Rojas, 2017)

Probióticos

Los probióticos han sido definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como organismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedero (Food and Agriculture Organization of the Nations , 2016)

Los probióticos y prebióticos actualmente se postulan como una alternativa potencial de reemplazo a los antibióticos utilizados como subterapéuticos, a modo de promotores de crecimiento. Su ventaja es que no dejan residuos en el huevo ni en la carne del ave, y no generan riesgo de resistencia antibiótica en la microbiota humana. El uso de los microorganismos probióticos, principalmente bacterias productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la flora intestinal (Díaz, 2017)

Esto dificulta la proliferación de microorganismos perjudiciales, lo cual ayuda a prevenir la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo. Sin embargo, en cuanto a su efecto como promotor de crecimiento, los resultados son contradictorios, en gran medida debido a la variedad de microorganismos y dosis que se pueden suministrar, al tipo de aves utilizadas, a los métodos de administración, a la composición de las dietas de alimentación de las aves y a las condiciones ambientales en que se realizan los bioensayos (Díaz, 2017)

Mecanismos de acción de los probióticos en animales

Las comunidades o poblaciones microbianas en el sistema digestivo de animales domésticos, son muy complejas y pueden estar formadas por bacterias, protozoarios, hongos y virus. 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, mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal y sirven como barrera contra la colonización por patógenos. Estos mismos autores sugieren que la microbiota afecta directamente la eficacia de la alimentación, productividad, salud y bienestar de los animales. La microbiota del tubo digestivo de animales productivos, puede variar dependiendo de las prácticas de alimentación, de la composición de las dietas y del manejo en finca, entre otros (Molina, 2019)

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 tubo digestivo. Los mecanismos por los cuales los probióticos logran este balance son exclusión competitiva, antagonismo bacteriano e inmuno-modulación (Molina, 2019)

Beneficios del uso de probióticos

Los probióticos son utilizados básicamente con dos fines: la prevención y tratamiento de enfermedades bacterianas al suprimir patógenos intestinales; y la promoción del crecimiento por mejoramiento de conversión alimenticia, ganancia de peso y salud intestinal al promover la microbiota benéfica. La vía y el momento de la administración determinarían la capacidad de la bacteria probiótica de colonizar el intestino y modular la microbiota. Entre las vías más utilizadas en pollos parrilleros se encuentran la inclusión en agua de bebida, la aspersion, el agregado al alimento y las dosis individuales (Herrera et al., 2018).

En la actualidad, el uso de probióticos en animales de producción está destinado a mejorar la conversión alimenticia, a promover el crecimiento y a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas administraron a terneros lactantes un inóculo probiótico formado por una suspensión de 3 microorganismos. El inóculo utilizado produjo una evolución positiva de los pesos de los terneros criados en condiciones artificiales.

La administración de probióticos a cerdos en fase de cría mejoraba el perfil lipídico de la carne. Por otra parte, se evaluó el efecto protector en pollos parrilleros de un suplemento probiótico frente a un desafío con *Salmonella* sp. La administración preventiva de este suplemento probiótico permitió la disminución de la colonización de hígado, bazo y ciego en los pollos tratados (Blajmana et al., 2015)

Potencial de *Bacillus subtilis* como probiótico

Se ha mostrado que el *B. subtilis* como probiótico es seguro para usar en la alimentación de las aves sin efectos negativos en el medio ambiente. Otra de la característica relevante del *B. subtilis* es su acción en la estabilidad de la microbiota intestinal al disminuir la presencia de *E. Coli*, Salmonelas y coccidias, favoreciendo el incremento de microorganismos benéficos y la inmunidad mediante el incremento de IgA e IgG (Median et al., 2017).

En investigaciones recientes se ha encontrado que el *Bacillus subtilis* contribuye en la reducción de niveles de amoníaco en excretas, producción de sustancias antioxidantes y el aumento de la digestibilidad como consecuencia del equilibrio de la ecología intestinal de las aves. Además, también se ha encontrado que las xilanasas que producen los *Bacillus subtilis* tienen un efecto similar a los antibióticos en intestino delgado. Conocer al *B. subtilis* como probiótico representa mejorar parámetros productivos y condiciones sanitarias de las aves (Median et al., 2017).

Las bondades del *Bacillus subtilis* y su uso como probiótico, encontrado en una gran variedad de ambientes tiene ventaja sobre otras especies probióticas debido a la capacidad inherente para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas, cambios en el pH y temperatura (Ramlucken et al. , 2020).

Para la producción avícola, la digestión y la absorción de nutrientes deficientes provocan un desperdicio de alimento, por lo que la suplementación de la dieta con enzimas digestivas producidas por

el probiótico *Bacillus subtilis* sp., es útil para la digestión y el metabolismo del pollo, ya que establece una composición bacteriana óptima lo que permite mejorar el rendimiento del crecimiento y la eficiencia (Yang et al., 2021).

Una ventaja obvia de *B. subtilis* aplicado en el alimento es la estabilidad y la vida útil prolongada sin perder viabilidad. Suplemento *B. subtilis* ha ganado muchos reclamos de beneficios, incluida la modulación inmunológica, la promoción de la digestibilidad de los nutrientes, junto con mejoras en la salud intestinal y el rendimiento del crecimiento en animales (Gadde et al., 2017)

El suplemento *B. subtilis* DSM 32315 mejoró el rendimiento del crecimiento y la estructura intestinal de los pollos de engorde, lo que podría ser al menos parcialmente responsable de la manipulación de la composición microbiana cecal (Ma et al., 2018).

La mejora del rendimiento y la disminución de la tasa de mortalidad observada en la prueba de alimentación podrían atribuirse a los efectos positivos de *B. subtilis* sobre la capacidad de respuesta inmune, la salud intestinal y el equilibrio de la microflora intestinal. Por lo tanto, se puede concluir que las dietas *B. subtilis* A y B podrían usarse como alternativas a los antibióticos sintéticos en la promoción de la salud intestinal y el índice de productividad en la producción de pollos de engorde (Qiu et al., 2021)

Ciertas cepas de *B. subtilis* brindan efectos beneficiosos sobre el crecimiento de pollos de engorde jóvenes y tienen el potencial de reemplazar a los antibióticos promotores del crecimiento ya que después de la infección con *E. maxima*, la virginiamicina dietética y el disalicilato de metileno de bacitracina (BMD) mejoraron significativamente la integridad de la barrera epitelial, y la dieta *B. subtilis* 747 mostró un rendimiento de crecimiento, inmunidad intestinal e integridad de la barrera epitelial significativamente mejorados (Inkyung et al., 2020)

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del área de investigación

El estudio se llevó a cabo en el taller de avicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, hacienda “El Prado” (Figura 4), ubicada en el sector San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Geográficamente se ubica a $78^{\circ}24'44''$ E, $0^{\circ}23'20''$ S y 2 748 m.s.n.m de altitud, con piso altitudinal montano bajo, región altitudinal templada zona de vida: bosque húmedo montano bajo, clasificación bioclimática: húmedo temperado y piso zoo geográfico: temperado – alto andino, la temperatura media anual es $13,96^{\circ}\text{C}$, y la precipitación anual de 1332 mm (Arce & Pozo, 2017)

Figura 4

Visión satelital del área de estudio



Nota. Representación de la ubicación donde se realizó la fase experimental del proyecto, tomado de (Google Maps, 2020)

Establecimiento del proyecto

La presente investigación se efectuó en las instalaciones del proyecto avícola, en la cual se evaluó los valores morfo métricos de un lote comercial de pollos broilers de la línea genética COBB 500 machos de un día de edad, distribuidos en forma aleatoria en tres tratamientos y 10 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 20 aves, las evaluaciones se llevaron a cabo a los 21 y 42 días de edad, durante todo el periodo se realizó un manejo mediante protocolos zootécnicos y control sanitario habitual, con disponibilidad de agua a voluntad, alimento suministrado en comederos, manejo de temperatura y ventilación, entre otros.

Para el análisis de las variables se establecieron 3 tratamientos:

- T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc)
- T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.)
- T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.). La distribución de los tratamientos en el campo se indica en la Figura 5.

Figura 5

Disposición del experimento en campo

T0R2	T2R8	T0R5	T2R6	T2R3	T1R2	T0R9	T1R8	T2R9	T2R10	T2R5	T2R2	T2R7	T1R1	T1R4
Pasillo														
T1R3	T0R7	T0R1	T1R9	T1R7	T0R8	T1R6	T0R10	T1R5	T1R10	T2R4	T0R3	T2R1	T0R6	T0R4

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.).

Manejo del lote de aves

Limpieza, desinfección de las instalaciones

Previo al ingreso de las aves, se realizó una limpieza general de todo el galpón, poniendo énfasis en retirar los residuos del lote anterior, posteriormente se procedió a realizar una desinfección total con la aplicación de un desinfectante de uso comercial, este procedimiento se lo realizó por dos veces consecutivas a fin de llevar hacia un vacío sanitario óptimo para la llegada de los pollitos.

De igual manera se procedió a limpiar y desinfectar todo el equipo y materiales (comederos, bebederos, recipientes, etc.) que se utilizó durante todo el período de la investigación.

El material que se utilizó para las camas fue viruta de madera y se distribuyó dentro de cada corral hasta alcanzar un espesor de 20 cm, para su desinfección se utilizó una solución de formol al 5 % y sulfato de cobre al 10% y con la ayuda de una bomba de mochila de capacidad de 20 L, se realizó de forma manual 3 aplicaciones en toda la superficie de la misma con volteos continuos.

Previo a la recepción del pollito, se realizó un pre calentamiento del galpón, con la ayuda de las criadoras, 12 horas antes de la llegada de los pollitos, para lograr un ambiente adecuado para su confort.

Manejo de pollitos

A la llegada de los 600 pollitos se procedió a realizar una valoración zootécnica de su estado, luego se los pesó para determinar su peso promedio inicial, e inmediatamente de forma aleatoria se colocó en los corrales con los respectivos tratamientos, a fin de que puedan alimentarse, hidratarse y tengan tiempo de adaptarse a las nuevas condiciones ambientales del galpón.

Todos los pollitos fueron recibidos bajo las mismas condiciones ambientales, alimento y agua a voluntad; para el agua de bebida se preparó un contenido de vitaminas más electrolitos en una cantidad de 1 gramo por litro. El manejo del agua de bebida durante todo el proceso se mantuvo con un contenido de 3 ppm de cloro.

Manejo de temperatura y espacio

El manejo de la temperatura se controló durante todo el periodo de crianza, de acuerdo a la edad del pollito y según la recomendación de la línea Cobb, con la ayuda de termómetros ambientales ya que los pollitos no regulan la temperatura corporal en sus primeros días de vida.

Para proveer la temperatura ideal se utilizó 10 criadoras bien distribuidas y ubicadas a lo largo de todo el galpón, a una altura de 1,2 m del suelo.

De igual manera se realizó el manejo de cambio de comederos, bebederos, criadoras y regulación de niples según el crecimiento y desarrollo de los pollos.

Manejo complementario

Como manejo complementario se llevó a cabo la limpieza diaria del galpón y sus alrededores, manejo de pediluvio con una solución de creso al 5%, remoción y movimiento de camas y manejo de cortinas para ventilación.

Manejo sanitario

El programa de vacunación se suministró en el agua de bebida y se llevó a cabo según la edad de los pollitos y al protocolo establecido en la guía de manejo del pollo de engorde (Cobb-Vantress, 2018)

Tabla 2*Programa de vacunación*

Edad (días)	Vacuna	Vía de suministro
7	New Castle	Agua de bebida
	Gumboro	
	Bronquitis	
14	Gumboro	Agua de bebida
21	New Castle	Agua de bebida
	Bronquitis	

Nota. Programa de vacunación realizado en la fase experimental del proyecto.

Manejo de mortalidad

A todas las aves muertas se les realizó una necropsia para identificar la causa de su muerte, posibles problemas y luego se desechó a la fosa séptica para así prevenir posibles contaminaciones.

Manejo de Alimentación

El alimento fue formulado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la línea Cobb 500, elaborando de acuerdo a las diferentes etapas de producción, mismo que fue iso energético, iso proteico e iso fosfórico. Estas dietas fueron preparadas en la Planta de alimentos concentrados de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias con la ayuda del software NUTRION 10, mismo que fue formulado a base de maíz y soya.

El suministro del alimento fue a voluntad durante la primera y a partir de la segunda semana se suministró en base a tabla de consumo desarrollada para esa zona altitudinal. A partir de la tercera semana se realizó una restricción del alimento, en horarios de 7:00 – 11:00 y 15:00-17:00, con el fin de prevenir el síndrome ascítico (Rostagno, 2017).

Tabla 3

Nivel de nutrientes y aminoácidos digeribles por edad y rango de peso en Pollos de Engorde

Edad	días	1 - 7	8 - 21	22 - 33	34 - 42	43 - 46
Rango de peso	kg	0,04 - 0,18	0,21 – 0,79	0,85-1,68	1,77 - 2,46	2,5 - 2,8
		Nutriente				
Proteína cruda total	%	25.31	24.38	22.66	19.54	17.71
Proteína digestible	%	22.50	21.93	20.45	17.67	16.01
Calcio	%	0.92	0.86	0.75	0.65	0.58
Fósforo digerible	%	0.40	0.34	0.31	0.27	0.24
Potasio	%	0.59	0.59	0.58	0.58	0.58
Sodio	%	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19
Cloro	%	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17
Ácido linoleico	%	1.09	1.06	1.04	1.02	1.00
		Aminoácido		Digerible		
Metionina	%	0.548	0.535	0.516	0.437	0.396
Metionina + cistina	%	0.989	0.966	0.914	0.79	0.716
Treonina	%	0.882	0.862	0.815	0.704	0.638
Triptófano	%	0.241	0.235	0.222	0.192	0.174
Arginina	%	1.434	1.397	1.321	1.142	1.035
Valina	%	1.029	0.879	0.815	0.756	0.695
Isoleucina	%	0.895	0.765	0.711	0.659	0.606
Leucina	%	1.438	1.221	1.129	1.047	0.962
Histidina	%	0.494	0.422	0.387	0.359	0.33
Fenilalanina	%	0.842	0.719	0.659	0.611	0.56

Nota. La tabla detalla los requerimientos nutricionales necesarios para el desarrollo del ciclo productivo del pollo de engorde. Tomado de Tablas Brasileñas de Aves y Cerdos (p. 223), por (Rostagno, 2017) Universidad Federal de Visosa.

Manejo del probiótico *Bacillus subtilis* sp.

El suministro del probiótico fue administrado en el agua de bebida los primeros 7 días de vida a los pollos de los tratamientos correspondientes (T1 y T2) a una dosis de 3 ml/L a partir de la segunda semana hasta el final de la producción, el probiótico fue incluido en el alimento balanceado al momento de la preparación. El probiótico contenía una concentración de 10^{12} .

Variables evaluadas

Evaluación de parámetros morfométricos del paquete visceral

Los componentes morfométricos se evaluaron a los 21 y 42 días de edad mediante el sacrificio por dislocación cráneo-cervical de 5 aves por tratamiento tomados al azar.

Peso de los órganos

Posterior al sacrificio, de cada ave se realizó el pesaje en gramos (g) de los órganos: corazón, buche, hígado, molleja, proventrículo, bazo y páncreas con la ayuda de una balanza marca Digi-Key y una precisión de 0,001 g

Longitud de los órganos

Con la ayuda de una cinta métrica, se determinó el largo en centímetros (cm) del intestino delgado, intestino grueso y sacos ciegos de las 15 aves, a los 21 y 42 días de muestreo registrados. Para el diámetro de la bolsa de Fabricio, se utilizó un calibrador digital.

Morfometría de las vellosidades intestinales

Para el análisis y valoración histológica de las micro vellosidades intestinales del asa duodenal, a los 42 días de edad se sacrificaron 15 aves en total (5 por cada tratamiento tomados al azar) y se efectuó la necropsia de acuerdo al protocolo establecido, obteniendo muestras de tejido intestinal de aproximadamente 2 cm del asa duodenal en la porción media del páncreas, se conservó en frascos tapa rosca con formol al 10 %, las muestras fueron etiquetadas y enviadas al Laboratorio de Histopatología del Departamento de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Central del Ecuador, en el que se determinó el largo y ancho de vellosidad intestinal y profundidad de las criptas en micras (μm).

Evaluación Integridad intestinal

Relación de vellosidad / cripta

Este parámetro histológico es un indicador del estado de la mucosa intestinal, el mismo que al mostrar mayor relación de vellosidad – cripta, indica una adecuada eficiencia nutricional (Martinez, 2017)

Para determinar este parámetro se realizó la división entre el largo de la vellosidad y la profundidad de la cripta de cada uno de los tratamientos obtenidos del análisis histopatológico.

Crecimiento alométrico de órganos

Para determinar el desarrollo individual de los diferentes órganos y su relación con el peso corporal, se utilizó la constante de crecimiento alométrico:

$$CA = \frac{\frac{O_{42 \text{ días}}}{O_{21 \text{ días}}}}{\frac{PC_{42 \text{ días}}}{PC_{21 \text{ días}}}} ;$$

Dónde O = Peso del Órgano

PC = Peso Corporal

Diseño experimental y Análisis estadístico

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y diez repeticiones con un tamaño de la unidad experimental de 20 teniendo un total de 600 aves en todo el experimento.

Una vez terminado la fase experimental en campo, se recopiló la información en Excel y luego se realizó el análisis con el programa estadístico INFOSTAT.

Las variables de los órganos involucrados se analizaron mediante estadística descriptiva (media, desviación estándar y coeficiente de variación) y para determinar el efecto de las dietas sobre las variables mencionadas se realizó un análisis de varianza (ANAVA) y en todos los casos, se efectuó una comparación de medias bajo un nivel de significancia por la prueba de Tukey con un nivel de confianza de 95%. Para evaluar los tratamientos se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta (pesos en gramos del corazón, hígado, bazo, molleja, proventrículo, páncreas, buche; longitud en cm del intestino delgado, intestino grueso, ciegos, bolsa de Fabricio; largo, ancho de vellosidades, profundidad de criptas e integridad intestinal)

u = media general de las observaciones

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i=1,2,3$)

e_{ij} = efecto del error experimental

Capítulo IV

Resultados y discusión

Evaluación de parámetros morfométricos del paquete visceral

Peso de los órganos

Tabla 4

Promedio \pm Desviación estándar del peso de los órganos viscerales (g) a los 21 y 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.

Variable	Edad (días)	Tratamientos			p – valor
		T0 Media \pm D.E.	T1 Media \pm D.E.	T2 Media \pm D.E.	
Corazón	21	5,00 \pm 0,71 ^a	5,60 \pm 0,89 ^a	6,40 \pm 1,14 ^a	0,0974
	42	16,20 \pm 2,05 ^b	21,00 \pm 1,22 ^a	19,80 \pm 2,17 ^a	0,0041
Hígado	21	23,20 \pm 3,11 ^a	22,60 \pm 1,52 ^a	24,60 \pm 2,41 ^a	0,4370
	42	71,80 \pm 11,43 ^a	79,60 \pm 3,36 ^a	76,00 \pm 13,93 ^a	0,5249
Bazo	21	1,60 \pm 0,55 ^a	1,60 \pm 0,55 ^a	1,60 \pm 0,55 ^a	0,9999
	42	3,60 \pm 1,14 ^a	4,20 \pm 1,10 ^a	5,00 \pm 0,71 ^a	0,1267
Molleja	21	16,80 \pm 2,59 ^b	21,40 \pm 1,82 ^a	21,80 \pm 3,03 ^a	0,0154
	42	52,00 \pm 0,71 ^b	59,40 \pm 8,65 ^a	58,40 \pm 10,74 ^a	0,0367
Proventrículo	21	4,00 \pm 0,71 ^a	4,20 \pm 0,84 ^a	4,40 \pm 0,55 ^a	0,6789
	42	10,00 \pm 0,71 ^b	12,60 \pm 0,89 ^a	12,00 \pm 2,00 ^{a b}	0,0231
Páncreas	21	2,80 \pm 0,45 ^a	3,20 \pm 0,45 ^a	3,40 \pm 0,55 ^a	0,1780
	42	7,20 \pm 1,92 ^a	8,00 \pm 1,41 ^a	8,01 \pm 1,87 ^a	0,7131
Buche	21	6,80 \pm 1,64 ^a	6,40 \pm 1,82 ^a	7,80 \pm 0,84 ^a	0,3451
	42	15,60 \pm 2,07 ^b	20,00 \pm 3,08 ^a	17,20 \pm 2,05 ^{a b}	0,0431

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.).

Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

El peso del corazón de los pollos sometidos a tres tratamientos, luego del sacrificio a los 21 días de edad, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($F=2,85$; $p=0,097$) mientras que a los 42 días si se evidenció diferencias significativas ($F=9,00$; $p=0,004$) en los tratamientos que tenían incluido probiótico en su dieta, el T1 y T2 frente al testigo (T0), siendo el mayor T1 suplementado sólo con probiótico (*Bacillus subtilis* sp.) con un peso promedio de $21,00 \pm 1,22$ g como se indica en la Tabla 4.

En el estudio actual se reportó que el tamaño del corazón fue afectado por la adición de probiótico a las dietas al día 42 de evaluación, lo que difiere con (Malik et al., 2016) que en su estudio realizado a 200 pollos Ross 308 para evaluar el efecto de los probióticos, acidificantes y su combinación, no mostró ningún efecto significativo ($p>0,05$) con respecto al peso relativo de los órganos internos, entre ellos el corazón, sin embargo de manera numérica el grupo que presenta un mayor porcentaje es el suplementado con probiótico con un valor de 0,53%.

Al evaluar el peso del hígado de los pollos sacrificados, no se observó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a los que fueron sometidos tanto a los 21 días de edad ($F= 0,89$; $p=0,437$) y a los 42 días de edad ($F=0,68$; $p=0,524$).

Sin embargo numéricamente los tratamientos suplementados con probiótico T1 Y T2 presentaron un mayor peso del hígado a los 42 días de evaluación, con respecto al tratamiento T0 que no contiene probiótico (Tabla 4) coincidiendo con (Zhang et al., 2013) en su investigación realizada en pollos de engorde Arbor Acres, reportaron que los pesos relativos del hígado, bazo y bolsa de Fabricio a los 35 días de edad no se diferenciaron estadísticamente ($p > 0,05$) es decir, no se vieron afectados con la suplementación de *B. subtilis* o enramicina.

El órgano de la molleja presentó diferencias significativas ($F=6,03$; $p=0,015$) a los 21 días de edad comparando T1 y T2 frente al control, destacando el T2 con un promedio de $21,80 \pm 3,03g$ y a los 42 días de edad ($F=1,19$; $p=0,03$) siendo mayor el tratamiento T1 con un promedio de $59,40 \pm 8,65g$ (Tabla 4) en ambos casos se evidencia el aumento de peso del órgano en los tratamientos que fueron suplementados con probiótico (*Bacillus subtilis*).

El peso del proventrículo no registró diferencias significativas a los 21 días de evaluación ($F=0,40$; $p=0,678$), mientras que a los 42 días el peso con el tratamiento T1 suplementado sólo con probiótico resultó ser mayor en comparación con el tratamiento T0 con un promedio de $12,60 \pm 0,89g$; presentando así diferencias significativas entre los tratamientos ($F=5,25$; $p=0,02$) (Tabla 4)

En su investigación de los efectos de la vacunación y alternativas dietéticas antimicrobianas realizadas en pollos de engorde machos Ross x Ross 708, (Wang et al., 2019) obtuvieron datos semejantes para el proventrículo al día 14 de evaluación, los pollos alimentados con las dietas de probióticos suplementados con 3 cepas de *Bacillus subtilis* (2084, LSSAO1 y 15A-P4) presentaron un mayor peso relativo del proventrículo que los alimentados con las dietas Control, Antibióticos, Prebióticos y Prebióticos + Probióticos ($p= 0,009$). Sin embargo, de manera contraria para el caso de la molleja reportaron que los pollos alimentados con dietas Prebióticos exhibieron el mayor peso relativo de la molleja ($p= 0,018$).

En el presente estudio se evidencia que el *Bacillus subtilis* estimuló en el crecimiento del proventrículo, lo que podría estar relacionado con el enriquecimiento de bacterias ácidas, como *Lactobacillus* spp. , que pueden estimular el crecimiento del proventrículo (Jeong & Kim, 2014). Además de que la inclusión de células de *B. subtilis* mejora la inmunidad innata del proventrículo en pollos de engorde promoviendo indirectamente su crecimiento (Mohammed et al., 2015).

Al evaluar el bazo, no se encontró diferencias significativas en los pesos del órgano a los 21 días (F=0,24; p=>0,999) y 42 días de edad (F=2,47; p=0,126). Así mismo de manera similar, para el páncreas no se encontró diferencias significativas en los pesos del órgano a los 21 días (F=2,00; p= >0,178) y 42 días de edad (F=0,35; p=0,713), no obstante de manera numérica se observó que el tratamiento que más destaca en cuanto al peso, es el suplementado con promotor de crecimiento más probiótico (T2) (Tabla 4)

Estos resultados coinciden con un estudio realizado por (Wang et al., 2018) en pollos de engorde machos Ross x Ross708 en el que se reportó que el porcentaje de PV del bazo no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos a los 26 y 40 días de evaluación. Para el caso del páncreas, el porcentaje de PV fue afectado por las dietas, obteniéndose un mayor peso en el grupo suplementado con $1,1 \times 10^5$ CFU de *B. subtilis* PB6.

El peso evaluado del buche a los 21 días de edad no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (F=1,16; p=0,345) sin embargo al evaluar el peso a los 42 días de edad resultó que hubo diferencias significativas entre tratamientos (F=4,13; p=0,04) ya que el órgano con mayor peso fue el perteneciente al tratamiento (T1) suplementado sólo con probiótico, en comparación con el T0 que fue suplementado solo con promotor de crecimiento. (Tabla 4).

El principal sitio de acción del probiótico *Lactobacillus acidophilus*, es el buche al menos en el primer período de crianza, ya que a los 14 días *Lactobacillus acidophilus* fue significativamente mayor en los buches de pollos tratados con la dosis alta en comparación con el control (14.094 v s 1.741%, p = 0.036) (Cesare et al., 2020). Mientras que al día 35 de evaluación, esta diferencia desapareció, pero hubo un aumento general de otras especies de *Lactobacillus*, incluidos *Lactobacillus amylolyticus*, *Lactobacillus amylovorus*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus helveticus* y *Lactobacillus reuteri*, lo que de alguna manera explicaría el comportamiento del buche en el presente

estudio, a los 21 y 42 días de edad pero con el suministro de *Bacillus subtilis* en las dietas y de alguna manera podrían competir con *L. acidophilus* afectando así su abundancia.

Longitud de los órganos

Tabla 5

Promedio ± Desviación estándar de la longitud de los órganos viscerales (cm) a los 21 y 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.

Variable	Edad (días)	Tratamientos			p – valor
		T0 Media ± D.E.	T1 Media ± D.E.	T2 Media ± D.E.	
Intestino delgado	21	138,20 ± 9,62b	158,00 ± 10,7a	153,50 ± 6,93a b	0,0118
	42	218,40 ± 14,43b	5243,80 ± 15,48a	6234,00 ± 9,97a b	0,0349
Intestino grueso	21	5,28 ± 0,41a	6,40 ± 0,96a	6,80 ± 1,44a	0,0917
	42	8,90 ± 1,82a	10,22 ± 2,12a	11,10 ± 1,43a	0,0968
Sacos ciegos	21	11,70 ± 1,57a	12,80 ± 1,79a	12,14 ± 1,35a	0,5567
	42	21,60 ± 2,88a	25,00 ± 1,41a	23,00 ± 2,65a	0,1210
Bolsa de Fabricio	21	18,80 ± 0,84b	22,76 ± 3,59a	20,20 ± 0,84a b	0,0406
	42	25,20 ± 2,47b	30,38 ± 1,08a	24,49 ± 3,18b	0,0042

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.).

Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

Según la Tabla 5 el intestino delgado si mostró diferencias significativas entre los tratamientos analizados durante los dos días de evaluación ($F=6,57$; $p=0,01$) y ($F=4,50$; $p=0,03$) respectivamente, donde el T1 presentó una mayor longitud a los 21 días de edad y el T2 resultó mayor al día 42 en comparación con el tratamiento que no contenía probiótico *Bacillus subtilis* (T0) coincidiendo con (Yu et al., 2020) que

con la administración de una dieta basal de 0,1% de probióticos en pollitos Lohmann Brown reportaron que la longitud de los segmentos del intestino delgado, duodeno e íleon fueron significativamente más largos frente al grupo control al día 63 de evaluación.

Igualmente mencionan que la adición del grupo probiótico mejoró la longitud del duodeno y el yeyuno de los pollitos Lohmann Brown en el día 63, similar a los resultados informados por (Awad et al., 2009) en el que se indicó que la mezcla de probióticos podría haber mejorado el rendimiento del crecimiento al aumentar la longitud intestinal y una mayor absorción de nutrientes. Los resultados mostraron que los probióticos podían mejorar el rendimiento de crecimiento de los pollos, que era similar al de los antibióticos.

Por otra parte, se observó que tanto para el intestino grueso, como para los sacos ciegos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 5) al comparar las dos edades evaluadas; sin embargo se evidenció que en los pollos a los que se incluyó probiótico en la dieta T1 Y T2 destacaron numéricamente en comparación con el grupo control (T0).

Al valorar la bolsa de Fabricio se encontró que si hubo diferencias significativas al comparar los tratamientos T1 y T0 destacando el grupo de pollos suplementado sólo con probiótico a los 21 días de edad ($F=4,23$; $p=0,04$) con un diámetro de $22,76 \pm 3,59$ cm y a los 42 días de edad ($F=8,92$; $p=0,004$) el T1 destacando frente al T2 y T0 con un diámetro $30,38 \pm 1,08$ cm como se muestra en la Tabla 5

Semejante a este estudio (Wang et al., 2022) observaron diferencias significativas ($p<0,01$) entre tratamientos, los pollos de engorde alimentados con la dieta de 10^7 , 10^8 y 10^9 CFU/kg de *Bacillus subtilis* mostraron un aumento notable del peso relativo de la bolsa de Fabricio y el bazo comparados con el grupo control a las 6 semanas de edad; estos resultados indicaron que la suplementación con *Bacillus subtilis* mejoró la inmunidad de los pollos.

El peso relativo del timo, la bolsa de Fabricio y el bazo son marcadores importantes del estado inmunológico de los pollos por lo que su crecimiento, desarrollo y división de las células inmunitarias podrían provocar un mayor peso de los órganos inmunitarios de los animales, ya que un mayor peso absoluto y relativo indica una función inmunitaria más fuerte de los pollos (Chen et al., 2020)

Morfometría de las vellosidades intestinales

Tabla 6

Promedio ± Desviación estándar de la morfometría de las vellosidades intestinales (duodeno) a los 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.

Variable	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.	
Largo (µm)	3425,87 ± 814,88a	3654,46 ± 561,75a	3635,61 ± 647,0a	0,8434
Ancho (µm)	596,65 ± 207,87a	764,63 ± 274,15 a	694,13 ± 127,73a	0,4751
Profundidad (µm)	752,36± 132,98a	725,60 ± 115,56a	656,94 ± 139,72a	0,5072

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.).

Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

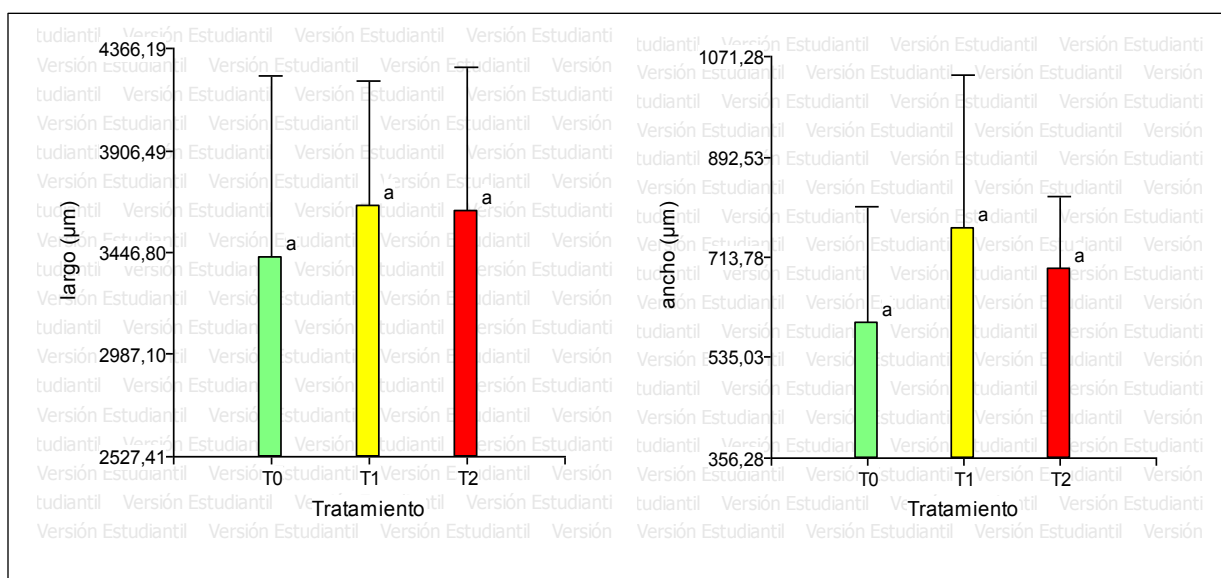
El análisis morfométrico de los pollos sometidos a tres tratamientos, luego del sacrificio al día 42, no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos para ninguna de las variables tal y como se muestra en la Tabla 6 sin embargo al comparar el largo y ancho de las vellosidades, se aprecia una diferencia numérica a favor del tratamiento T1 (Figura 6) con valores de $3654,46 \pm 561,75 \mu\text{m}$ y $764,63 \pm 274,15 \mu\text{m}$ respectivamente, es decir el grupo alimentado con una dieta basal suplementada únicamente con probiótico *Bacillus subtilis*.

Este reporte es similar a lo expuesto por (Jayaraman et al., 2017) en donde se observó que la altura de las vellosidades del duodeno a los 35 días de ensayo, mejoró significativamente en el grupo que fue suplementado con *B. subtilis* PB6 en comparación con el control negativo y los grupos que fueron tratados con avilamicina y disalícilato de metileno de bacitracina (BMD).

Las vellosidades duodenales en el grupo suplementado con probiótico *Bacillus subtilis* PB6 tenían una apariencia alargada, paralela y ondulada, lo que promovió un mejor contacto entre los nutrientes y la superficie de absorción del epitelio intestinal para una mejor utilización de los nutrientes.

Figura 6

Comparación entre tratamientos para Largo y Ancho de vellosidad (μm)



Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.).

Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

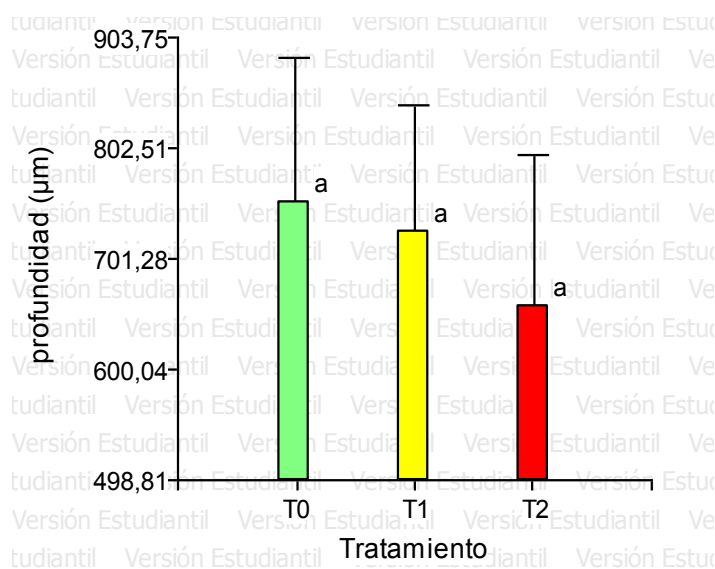
Así mismo al analizar la profundidad de la cripta y al comparar los tratamientos, según la Tabla 6 se evidenció que no hubo diferencias estadísticas pero si numéricas, el tratamiento T2 de las aves

suplementadas con *B. subtilis* en combinación con el promotor de crecimiento presenta un menor valor de $656,94 \pm 139,72 \mu\text{m}$, seguido del T1 con $725,60 \pm 115,56 \mu\text{m}$ en comparación con el control (T0) tal y como se observa en la Figura 6 lo que indicaría efectos benéficos en las aves alimentadas con *B. subtilis*.

Los resultados obtenidos coinciden con un estudio realizado por (Poudel et al., 2021) en el que reportan que al día 27 los pollos con la suplementación dietética de *B. subtilis* no afectó la profundidad de las criptas de las 3 partes del intestino (duodeno, yeyuno e íleon). Al día 36 solo se tomó muestras del yeyuno para el análisis morfológico, contrario a este estudio que se tomó muestras del duodeno al día 42; en los resultados del yeyuno se mostró que no fue afectado por el probiótico; sin embargo numéricamente los grupos tratados con probiótico tuvieron una menor profundidad de cripta: $331 \mu\text{m}$ y $322 \mu\text{m}$ a los 27 y 36 días respectivamente.

Figura 7

Comparación entre tratamientos para Profundidad de cripta (μm)



Nota. Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

Evaluación Integridad Intestinal

Relación de vellosidad / cripta

La relación entre la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas es considerada un parámetro importante para la salud intestinal y la recuperación de la enteritis necrótica (EN). (Star et al., 2010) mencionan que las proporciones altas indican vellosidades largas, en las que el epitelio es lo suficientemente maduro y funcionalmente activo, combinado con criptas poco profundas con recambio celular constante aumentando la superficie de absorción de nutrientes.

Tabla 7

Promedio ± Desviación estándar de la relación largo vellosidad/ profundidad cripta

Variable	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.	
Largo/Profundidad	4,58 ±1,06 ^a	5,017±1,32 ^a	5,75±1,60 ^a	0,4139

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.). Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

Al evaluar la inclusión de probiótico en dietas de pollos de engorde durante 42 días, la relación largo de vellosidad y profundidad de cripta cabe mencionar que no se encontró diferencia numérica mas no estadística ($p > 0,05$) entre los tratamientos.

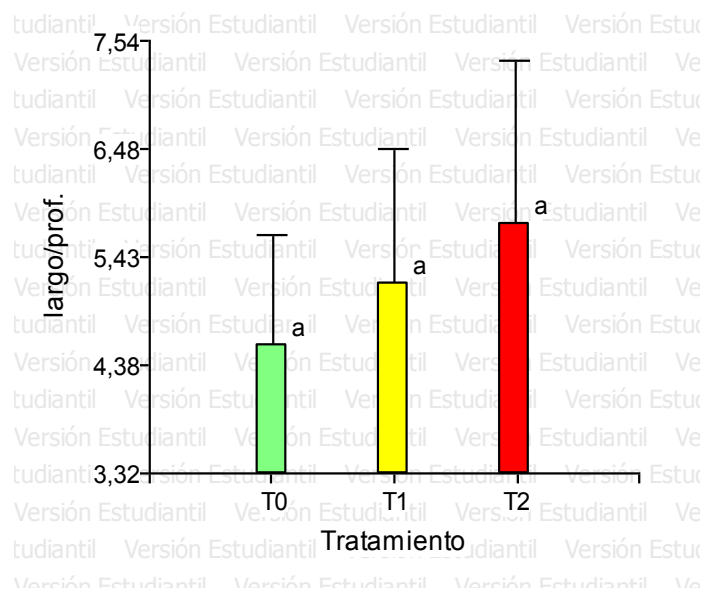
A nivel intestinal el tratamiento T2 y T1 mostraron una mayor relación con un promedio de 5,75 y 5,017 (Tabla 7) respectivamente, a diferencia del tratamiento control (T0) (Figura 8), lo que indicaría

una adecuada eficiencia nutricional según se menciona en los resultados obtenidos por (Jayaraman et al., 2017) ya que la relación V/C resultó ser mayor para las aves alimentadas con *B. subtilis* PB6, presentando diferencias estadísticamente significativas comparado con el grupo control y el grupo alimentado con BMD.

Igualmente (Mohamed et al., 2022) evidencian una adecuada eficiencia nutricional al mostrar que la relación vellosidad-cripta aumentó significativamente en los grupos BS-5 (pollitos alimentados con dieta basal que contenía 3×10^8 CFU/g de alimento de BS-ATCC19659) y BS-3 (pollitos alimentados con dieta basal que contenía 3×10^8 CFU/g de alimento de BS-ATCC19659) comparados con el grupo control con valores de 7,47 y 6,87.

Figura 8

Comparación entre tratamientos para relación largo / profundidad



Nota. Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

Crecimiento alométrico de órganos

Tabla 8

Promedio ± Desviación estándar del crecimiento alométrico (CA) de los órganos a los 42 días de edad de pollos de engorde sometidos a tres tratamientos.

Variable	Tratamientos			p – valor
	T0	T1	T2	
	Media ± D.E.	Media ± D.E.	Media ± D.E.	
Corazón	1,03 ± 0,18 ^a	1,21 ± 0,12 ^a	1,07 ± 0,17 ^a	0,1978
Hígado	1,13 ± 0,26 ^a	1,01 ± 0,12 ^a	1,03 ± 0,18 ^a	0,6026
Bazo	1,18 ± 0,37 ^a	1,63 ± 0,35 ^a	1,34 ± 0,23 ^a	0,1209
Molleja	0,90 ± 0,16 ^a	1,03 ± 0,21 ^a	0,92 ± 0,25 ^a	0,5646
Proventrículo	0,85 ± 0,22 ^a	1,01 ± 0,21 ^a	0,99 ± 0,12 ^a	0,4905
Páncreas	0,78 ± 0,16 ^a	0,84 ± 0,09 ^a	0,80 ± 0,17 ^a	0,8095
Buche	0,72 ± 0,27 ^a	1,00 ± 0,47 ^a	0,80 ± 0,06 ^a	0,1674

Nota. T0= Alimento más (Bacitracina de Zinc); T1= Alimento más probiótico (*Bacillus subtilis* sp.); T2= Alimento más (Bacitracina de Zinc) y probiótico (*Bacillus subtilis* sp.). Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente (HSD Tukey, $p < 0,05$)

La adición de probióticos a las dietas de pollos de engorde promueve el rápido desarrollo de bacterias beneficiosas en el tracto digestivo, mejorando así su rendimiento, dando como resultado, una mejora el ambiente intestinal, aumentando la eficiencia del intestino, en la digestión y absorción de nutrientes, que luego se ve reflejado la ganancia de peso y por ende en el desarrollo de órganos (Alkhalfa et al., 2010).

De acuerdo con la Tabla 8 para el análisis alométrico, no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) al comparar los tratamientos para ninguno de los órganos involucrados, además se evidenció

que los órganos del corazón, hígado y bazo presentaron un crecimiento rápido ($CA>1$) en relación con el peso corporal; de manera semejante y al analizar de manera numérica con los resultados obtenidos actualmente, (Kabir et al., 2004) en su estudio concluyeron que suplementación con probióticos tuvo un efecto significativo en el rendimiento del crecimiento y respuesta inmune en pollos de engorde, al valorar que el crecimiento alométrico (CA) y pesos de bazo y bursa se encontraron más altos en pollos de engorde no vacunados en comparación con los pollos vacunados.

Para el caso de la molleja, T1 fue el único que mostró un crecimiento rápido ($CA>1$) en relación con el peso corporal en comparación con los otros grupos con un promedio de $1,03 \pm 0,21$. De manera contraria, los órganos proventrículo y páncreas, presentaron un crecimiento lento ($CA<1$) en relación con el peso corporal del ave, no obstante al compararlos entre tratamientos se evidencia un valor numérico más alto en el T1 en ambos órganos. El buche en cambio, fue el único órgano que presentó un crecimiento proporcional ($CA=1$) en relación al peso corporal a diferencia del resto de los órganos (Tabla 8).

El consumo de probióticos ha sido asociado a mejoras en parámetros productivos, los cuales influyen sobre el peso y desarrollo de órganos, además de que cuando se agrega a la dieta elementos que mejoran la disponibilidad de nutrientes, como los probióticos, se estimula el crecimiento y desarrollo de la molleja (Svihus, 2011). En este estudio se encontró que a pesar de no presentar diferencias significativas entre los tratamientos, las aves alimentadas con *B. subtilis* (T1), el proventrículo y la molleja, presentaron el mayor crecimiento ($CA>1$) a los 42 días de evaluación, lo que concuerda con lo expuesto por (López et al., 2016) donde proventrículo y molleja, presentaron el mayor crecimiento al día 42 para la dieta D5 (Alimento comercial sin antibiótico + cepa probiótica *E. faecium*).

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se pudo concluir lo siguiente:

- La suplementación del probiótico *Bacillus subtilis* sp., solo (T1) y en combinación con el promotor de crecimiento Bacitracina de zinc (T2) a los pollos de engorde línea Cobb 500, mejoró significativamente sobre los índices morfométricos del paquete visceral, al tener un efecto positivo en el desarrollo de los órganos involucrados y la integridad intestinal de las aves durante su etapa productiva. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2.
- Al analizar los datos, se estableció que el grupo de pollos que fue alimentado con una dieta a base de sólo probiótico (T1) presentaron diferencias significativas frente al grupo suplementado únicamente con el promotor de crecimiento (T0) en los pesos de los órganos: corazón, molleja, proventrículo y buche a los 42 días de evaluación lo que indicó que la adición de *B. subtilis* sp., en la dieta sirve como alternativa al uso de los antibióticos en el desarrollo de la salud intestinal y el índice de productividad.
- En la longitud de los órganos, se determinó que el intestino delgado y la bolsa de Fabricio se vieron influenciados por los tratamientos, observándose efectos positivos a los 21 y 42 días de evaluación principalmente en los pollos pertenecientes al T1 presentando diferencias significativas en comparación al control (T0), lo que mejoró la morfología intestinal promoviendo el aumento de la longitud intestinal y por ende una mayor absorción de nutrientes.

- En referencia a la morfología histológica del intestino (duodeno) con la adición de probiótico en las dietas de los pollos (T1 y T2) presentaron vellosidades más largas y anchas, con criptas menos profundas y relación vellosidad-cripta alta, a pesar de que no existieron diferencias significativas, podría indicar una adecuada eficiencia nutricional lo que conllevaría a mejorar la absorción de nutrientes y por consiguiente la salud de los animales.
- Estos resultados muestran que la alimentación con un aditivo probiótico *Bacillus subtilis* sp., en la industria avícola podría, hasta cierto punto, ser una alternativa para reemplazar a los antibióticos estimulando el desarrollo de los órganos, el crecimiento alométrico, mejorar la integridad intestinal y aumentar la resistencia a las enfermedades en los pollos de engorde.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el probiótico *Bacillus subtilis* sp., como alternativa a los antibióticos, al garantizar la inducción de la inmunidad intestinal, promover el correcto desarrollo de los órganos internos a través de la suplementación ya sea en el agua de bebida o en el alimento concentrado.
- Los estudios futuros deberían incluir probar el probiótico en diferentes dosis, así como sus modos de acción en el mecanismo involucrado en el desarrollo de la inmunidad a través de los receptores de las células epiteliales del intestino.
- Realizar un estudio comprando el probiótico utilizado en este ensayo, con otros antibióticos promotores de crecimiento y probióticos comerciales disponibles.

Bibliografía

- 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 (Tesis de pregrado)*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE , Santo Domingo. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5213/1/T-ESPE-IASA II - 002399.pdf>
- Aillón, M. (2012). *“PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO COMUNITARIO QUE SE DEDICA A LA CRIANZA, PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AVÍCOLA EN LA PARROQUIA DE ASCÁZUBI*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1473/1/T-UCE-0003-272.pdf>
- Alfaro, L. (2013). Importancia de la Salud intestinal en las aves y diseño de programas anticoccidiales. *Engormix*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/importancia-salud-intestinal-aves-t30275.htm>
- Alkhalifa, A., M.Alhaj, & Al-homidan. (2010). Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(3), 219-225. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.04.005>
- Altarmirano, A. (2015). *Diseño de sistema de costos y fijación de precios para alimentos balanceados (tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8995/>
- Arce, M., & Pozo, W. (2017). *Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema conveccional con lactoreemplazador [Universidad Zamorano]*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5984/1/CPA-2017-017.pdf>

- Awad, W., K.Ghareeb, S.Abdel-Raheem, & J.Böhm. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1), 49-56. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119388947>
- Bernal, J., & González, D. (2015). *Evaluación de cinco Planes de Vacunación contra la Enfermedad de Newcastle en Pollos de Engorde*. Universidad de Cuenca .
- Blajmana, J., Zbrunab, M., Astesanaa, D., & Berisvil, A. (2015). Probiotics in broilers' rearing: A strategy for intensive production models. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(4), 360-367. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.08.002>
- Cervantes, M. (2010). *Bayer Sanidad Animal* . Obtenido de Principales fundamentos de exclusión competitiva: http://www.bayersanidadanimal.com.mx/index.php?art_
- Cesare, A. d., Sala, C., Castellani, G., Astolfi, A., Indio, V., Giardini, A., & Manfreda, G. (2020). Effect of *Lactobacillus acidophilus* D2/CSL (CECT 4529) supplementation in drinking water on chicken crop and caeca microbiome. *PLOS ONE*, 15(1), e0228338. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228338>
- Chen, C., Li, J., Zhang, H., Xie, Y., Xiong, L., Liu, H., & Wang, C. (2020). Effects of a probiotic on the growth performance, intestinal flora, and immune function of chicks infected with *Salmonella pullorum*. *Poultry Science*, 99(11), 5316-5323. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579120304867>
- COBB VANTRES .COM. (2019). *Pollo de Engorde -Guía de manejo* . Obtenido de https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf
- Cobb-Vantress. (2018). *Guía de manejo del pollo de engorde*. Obtenido de https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf

Colaves. (2021). *Genética avícola más productiva de Colombia*. Obtenido de Pollo de Engorde Cobb 500:

<https://colaves.com/project/pollos-cobb-de-engorde/>

CONAVE. (2019). *Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador*. Obtenido de Estadísticas del Sector

Avícola: <https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

Díaz, E. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista Unisalle: Revista de Medicina*

Veterinaria, 1(35), 175-189. doi:<https://doi.org/10.19052/mv.4400>

Food and Agriculture Organization of the Nations . (2016). *STATE OF FOOD AND AGRICULTURE. S.I.:*

FOOD & AGRICULTURE ORG.

Gadde, U. D., oh, S., lee, J. s., Davis, E., Zimmermann, N., rehberger, T., & Lillehoj, H. S. (2017). ietary

Bacillus subtilis-based direct-fed microbials alleviate LPS-induced intestinal immunological stress

and improve intestinal barrier gene expression in commercial broiler chickens. *Research in*

veterinary science, 114(1), 236–243. doi:10.1016/j.rvsc.2017.05.004

González, K. (2018). *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión*. Obtenido de Alimentación en pollos de

engorde: <https://zoovetespasion.com/avicultura/pollos/alimentacion-del-pollo-de-engorde/>

Google Maps. (2020). Obtenido de

[https://www.google.com/maps/place/Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas++ESPE/@-](https://www.google.com/maps/place/Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas++ESPE/@-0.3142861,-78.446841,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd12538eb13b:0x907c61f1abbe45ab!8m2!3d-0.3142861!4d-78.4446523)

[0.3142861,-](https://www.google.com/maps/place/Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas++ESPE/@-0.3142861,-78.446841,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd12538eb13b:0x907c61f1abbe45ab!8m2!3d-0.3142861!4d-78.4446523)

[78.446841,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd12538eb13b:0x907c61f1abbe45ab!8m2!](https://www.google.com/maps/place/Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas++ESPE/@-0.3142861,-78.446841,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd12538eb13b:0x907c61f1abbe45ab!8m2!3d-0.3142861!4d-78.4446523)

[3d-0.3142861!4d-78.4446523](https://www.google.com/maps/place/Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas++ESPE/@-0.3142861,-78.446841,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd12538eb13b:0x907c61f1abbe45ab!8m2!3d-0.3142861!4d-78.4446523)

Gutiérrez, L., Montoya, O., & Vélez, J. (2013). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de

reemplazo a los anitbióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Scielo*, 8(1),

1-135. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v8n1/v8n1a10.pdf>

Herrera, J., Huberman, Y., & Felipe, A. (2018). *Evaluación de la protección conferida por Lactobacillus*

reuteri como probiótico en pollos mediante histomorfometría intestinal. Tandil. Obtenido de

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1687/Herrera%2C%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=A%20su%20vez%2C%20cuenta%20con,de%20Fabricio%3B%20ver%20Figura%20II.>

- Inkyung, P., lee, J. s., Doyun-goo, zimmerman, N., smith, A., Rehberger, T., & Lillehoj, H. S. (2020). The effects of dietary *Bacillus subtilis* supplementation, as an alternative to antibiotics, on growth performance, intestinal immunity, and epithelial barrier integrity in broiler chickens infected with *Eimeria maxima*. *Poultry Science*, *99*(2), 725-733. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32036975/>
- Jayaraman, S., Das, P. P., Saini, P. C., Roy, B., & Chatterjee, P. N. (2017). Use of *Bacillus Subtilis* PB6 as a potential antibiotic growth promoter replacement in improving performance of broiler birds. *Poultry Science*, *96*(8), 2614-2622. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pex079>
- Jeong, J., & Kim, I. (2014). Effect of *Bacillus subtilis* C-3102 spores as a probiotic feed supplement on growth performance, noxious gas emission, and intestinal microflora in broilers. *Poultry Science*, *93*(12), 3097-3103. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119385657?via%3Dihub>
- Kabir, S., Rahman, M., Rahman, M., Rahman, M., & Ahmed, S. (2004). The Dynamics of Probiotics on Growth Performance and Immune. *International Journal of Poultry Science*, *3*(5), 361-364. Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.529.3835&rep=rep1&type=pdf>
- López, A., Chávez, L., & Parra, J. (2016). Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Archivos de Zootecnia*, *65*(249), 51-58. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49544737008>

- López, F. (24 de abril de 2020). El pollo nuestro de cada día: los impactos de la industria de la carne en el Ecuador. *Plan V*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador>
- Ma, Y., Wang, W., Zhang, H., Wang, J., Zhang, W., Gao, J., . . . Qi, G. (2018). Supplemental *Bacillus subtilis* DSM 32315 manipulates intestinal structure and microbial composition in broiler chickens. *Scientific Reports*, *8*(15358). Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-33762-8#citeas>
- Malik, H. E., Hafzalla, R. H., A, A. O., O, E. M., Dousa, B., Ali, S., & Elamin, K. M. (2016). Effect of Probiotics and Acidifiers on Carcass Yield, Internal Organs, Cuts and Meat to Bone Ratio of Broiler Chicken. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, *9*(12), 18-23. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312589977_Effect_of_Probiotics_and_Acidifiers_on_Carcass_Yield_Internal_Organs_Cuts_and_Meat_to_Bone_Ratio_of_Broiler_Chicken
- Martinez. (2017). Desarrollo de un sistema de variables histológicas como indicadores de salud intestinal y eficiencia nutricional. *Actualidad Avipecuaria*, 4-7. Obtenido de <https://actualidadavipecuaria.com/?s=indicadores+de+salud+intestinal+y+eficiencia+nutricional>
- Medina, T., Arroyo, G., Herrera, C., & Mexicano, L. (2017). *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes. *SciELO*, *7*(3), 14-20. doi:<https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.1>.
- Mohamed, T. M., Weizhong, S. d., Bumbie, R. Z., Elokil, A. A., Mohamed, K. A., Zebin, R., . . . 1, Z. t. (2022). Feeding *Bacillus subtilis* ATCC19659 to Broiler Chickens Enhances Growth Performance and Immune Function by Modulating Intestinal Morphology and Cecum Microbiota. *Frontiers Microbiol*, *12*(798350), 1-14. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.798350>

- Mohammed, E. S., Igarashi, Y., Isobe, N., & Yoshimura, Y. (2015). Effects of Probiotics on the Expression and Localization of Avian β -defensins in the Proventriculus of Broiler Chicks. *52*(1), 57-67.
doi:<https://doi.org/10.2141/jpsa.0140114>
- Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Revista Agronomía Mesoamericana*, *30*(2), 601-611. Obtenido de
http://www.mag.go.cr/rev_meso/v30n02_601.pdf
- Morán, E. (2018). Anatomofisiología del tracto digestivo de aves y cerdos y la influencia de los alimentos . *LPN Congress*, 69-71. Obtenido de <https://lpncongress.com/wp-content/uploads/2018/10/anatomofisiologia-del-tracto-digestivo-de-aves-y-cerdos-y-la-influencia-de-los-alimentos-edwin-moran.pdf>
- 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*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra. Obtenido de
<https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/368/1/1.%20TESIS%20LENNIN%20MORILLO.pdf>
- NutrineWS, *issu_agrinews* (Tabla de Prebióticos y Probióticos 22 de Agosto de 2018).
- Ocejo, M., Oporto, B., & Hurtado, A. (2019). *SCIENTIFIC REPORTS*. Obtenido de Evolución temporal de la microbiota intestinal de pollos de engorde – dos razas, dos sistemas productivos:
<http://www.blogsanidadanimal.com/evolucion-temporal-de-la-microbiota-intestinal-de-pollos-de-engorde-dos-razas-dos-sistemas-productivos/>
- Pareja, J. (2005). *Scribd*. Obtenido de Anatomía y fisiología del aparato digestivo de las aves:
<https://es.scribd.com/doc/36440314/Anatomia-y-Fisiologia-Intestinal>
- Poudel, S., Zhang, L., Tabler, G. T., Lin, J., & Zhai, W. (2021). Effects of riboflavin and Bacillus subtilis on internal organ development and intestinal health of Ross 708 male broilers with or without

- coccidial challenge. *Poultry Science*, 100(4), 100973. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579120310245#tbl11>
- Qiu, K., Li, C.-l., Wang, J., Qi, G.-h., Gao, J., Zhang, H.-j., & Wu, S.-g. (2021). Effects of Dietary Supplementation With *Bacillus subtilis*, as an Alternative to Antibiotics, on Growth Performance, Serum Immunity, and Intestinal Health in Broiler Chickens. *Frontiers in Nutrition*, 8(786878). doi:<https://doi.org/10.3389/fnut.2021.786878>
- Rajput, D., Zeng, D., & Khalique, A. (2020). Pretreatment with probiotics ameliorate gut health and necrotic enteritis in broiler chickens, a substitute to antibiotics. *AMB Express*, 10(220). doi:<https://doi.org/10.1186/s13568-020-01153-w>
- Ramlucken, U., Laloo, R., Roets, Y., Moonsamy, G., Rensburg, J. v., & Thantsha, M. (2020). Advantages of *Bacillus* based probiotics in poultry production. *Livestock Science*, 241(104215). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141320300500>
- Roa, M. (2018). Efecto del uso de probióticos en la morfometría intestinal de pollos de engorde. *Archivos de Zootecnia*, 67(260), 486-492. doi:<https://doi.org/10.21071/az.v0i0.3878>
- Rodríguez, C., Waxman, S., & Burneo, J. (2017). Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica en medicina aviar. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias Buenos Aires*. Obtenido de <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2017/3/10/113722.pdf>
- Rojas, C. (2017). *Estudio de la prevalencia de Salmonella y E. coli, en pollos de engorde de planteles avícolas del cantón Ibarra, mediante análisis microbiológicos y PCR, para la propuesta de un plan de manejo (trabajo de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra.
- Rostagno, H. (2017). Tablas Brasileñas de Aves y Cerdos. En H. Rostagno, L. Texeira, M. Hannas, & C. De Oliveira, *Compuestos de Alimentos y Requerimientos Nutricionales* (págs. 220-267). Minas Gerais: Universidad Federal de Viçosa.

- Rostagno, H. S. (2017). Tablas Brasileñas de Aves y Cerdos. *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*, 220-267. Universidad Federal de Viçosa.
- Rutz, F. (2012). SALUD INTESTINAL DE LAS AVES . En *Parámetros Fisiológicos, Metabólicos y Rendimiento Productivo, Tracto Gastrointestinal, Patologías* (págs. 89-112). Rio Grande do Soul.
- Sanchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). *Observatorio Económico y Social de Tungurahua*.
Obtenido de Panorama del Sector Avícola Ecuador: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf>
- Sánchez, L. (2013). Importancia de la Integridad Intestinal y uso de probióticos en gallinas de postura. *Agrovet Market Animal Health*. Obtenido de <http://isvbolivia.com/investigacion/articulo-integridad-intestinal-2071d612b.pdf>
- Simbaña, G. (2021). *ANALISIS DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES GENERADOS POR LA*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16933/1/ECFCS-2021-GEA-DE00008.pdf>
- Star, L., Bruijn, N. d., & Rovers, M. (2010). Dietary beta glucans to fight chronic enteritis. *Poultry world*, 37(10), 12. Obtenido de [https://www.poultryworld.net/poultry/dietary-beta-glucans-to-fight-chronic-enteritis/#:~:text=MG%20\(purified%20CE%B2%2D1%2C,sector%20to%20fight%20chronic%20enteritis](https://www.poultryworld.net/poultry/dietary-beta-glucans-to-fight-chronic-enteritis/#:~:text=MG%20(purified%20CE%B2%2D1%2C,sector%20to%20fight%20chronic%20enteritis).
- Svihus, B. (2011). La molleja: influencia de la estructura de la dieta y efectos. *World's Poultry Science Journal*, 67(2), 1-11. Obtenido de <https://docplayer.es/57091850-La-molleja-influencia-de-la-estructura-de-la-dieta-y-efectos-sobre-la-disponibilidad-de-nutrientes.html>
- Wang, J., Ishfaq, M., Miao, Y., Liu, Z., Hao, M., Wang, C., . . . Chen, X. (2022). Dietary administration of *Bacillus subtilis* KC1 improves growth performance, immune response, heat stress tolerance,

- and disease resistance of broiler chickens. *Poultry Science*, 101(3), 101693.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101693>
- Wang, X., Kiess, A. S., Peebles, E. D., Wamsley, K. G., & Zhai, W. (2018). Effects of *Bacillus subtilis* and zinc on the growth performance, internal organ development, and intestinal morphology of male broilers with or without subclinical coccidia challenge. *Poultry Science*, 97(11), 3947- 3956.
doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pey262>
- Wang, X., Peebles, E. D., Kiess, A. S., Wamsley, K. G., & Zhai, W. (2019). Effects of coccidial vaccination and dietary antimicrobial alternatives on the growth performance, internal organ development, and intestinal morphology of *Eimeria*-challenged male broilers. *Poultry Science*, 98(5), 2054-2065. doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pey552>
- Yang, J., Huang, K., Wang, J., Wu, D., Liu, Z., Yu, P., . . . Chen, F. (2021). Combined Use of *Bacillus subtilis* yb-114,246 and *Bacillus licheniformis* yb-214,245 Improves Body Growth Performance of Chinese Huainan Partridge Shank Chickens by Enhancing Intestinal Digestive Profiles. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 13(2), 327–342. doi:10.1007/s12602-020-09691-2
- Yu, W., Hao, X., Zhiyue, W., Haiming, Y., & Lei, X. (2020). Evaluation of the Effect of *Bacillus Subtilis* and *Pediococcus Acidilactici* Mix on Serum Biochemistry, Growth Promotation of Body and Visceral Organs in Lohmann Brown Chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science* , 22(3), 1-8. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbca/a/6SRV7Cqssv9MK4ynyt4KgkC/?lang=en#>
- Zhang, Z., Cho, J., & Kim, I. (2013). Effects of *Bacillus subtilis* UBT-MO2 on growth performance, relative immune organ weight, gas concentration in excreta, and intestinal microbial shedding in broiler chickens. *Livestock Science*, 155(2-3), 343-347. doi:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.021>

Enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1sACNJDEVEDApcaMNRDYEbEMDbLaCMHaG?usp=sharing>