



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bacillus subtilis* Y *Bacillus licheniformis* EN LA
MORFOMETRÍA Y PRODUCCIÓN DE POLLO BROILER (*Gallus gallus*) EN
CHALTURA”

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Imbaquingo Godoy Hernando David

DIRECTOR:

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza, MSc.

Ibarra, septiembre del 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-UJ
Ibarra-Ecuador

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES**

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 03 de septiembre del 2020

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bacillus subtilis* Y *Bacillus licheniformis* EN LA MORFOMETRÍA Y PRODUCCIÓN DE POLLO BROILER (*Gallus gallus*) EN CHALTURA", de autoría del señor/ta Imbaquingo Godoy Hernando David estudiante de la Carrera de Ingeniería en Agropecuaria, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en el trabajo de titulación las observaciones y sugerencias realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza, MSc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN



FIRMA

Dr. Orlando Roberto Quinteros Pozo, PhD.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



FIRMA

Ing. Doris Salomé Chalampiente Flores, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



FIRMA

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

I. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171849744-7	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Imbaquingo Godoy Hernando David	
DIRECCIÓN:	Tabacundo, Barrio Mons. Isaias Barriga	
EMAIL:	hdimbaquingog@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0967880056

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE <i>Bacillus subtilis</i> Y <i>Bacillus licheniformis</i> EN LA MORFOMETRÍA Y PRODUCCIÓN DE POLLO BROILER (<i>Gallus gallus</i>) EN CHALTURA"
AUTOR:	Imbaquingo Godoy Hernando David
FECHA: DD/MM/AAAA	07/09/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza, Msc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 7 días del mes de septiembre del 2020

EL AUTOR:


Imbaquingo Godoy Hernando David
C.I.: 171849744-7

AGRADECIMIENTO

Mis más profundos agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y un agradecimiento eterno a la carrera de Ingeniería Agropecuaria que me permitió iniciar, y hoy, culminar mi carrera profesional

A los docentes y personal administrativo de la carrera de Ingeniería Agropecuaria que aportan cada día más al desarrollo del campo agrícola como también en el campo de la producción pecuaria, siendo un grupo de docentes e investigadores capacitados y dispuestos a compartir sus conocimientos para formar futuros profesionales éticos y profesionalmente capaces a favor de la sociedad.

Un agradecimiento especial al Ing. Miguel Aragón Esparza, MSc; director de trabajo de titulación, Dr. Roberto Quinteros, PhD e Ing. Doris Chalampunte, MSc miembros del tribunal y asesores de esta investigación, que siempre estuvieron prestos y dispuestos para el correcto desarrollo de la investigación, además, un agradecimiento a la distancia para el Ing. Luis Moncayo, MSc y Dr. Tito Mendoza, MSc, quienes formaron parte de la presente investigación y por motivos ajenos a ellos y para fortalecer e incrementar sus estudios y conocimientos hoy se encuentran fuera del país

A la integración avícola ORO, a sus técnicos; Dr. Marx Roldán, Dr. Diego Sedamano, Dr. Raúl Revelo, José Aguirre y personal de la granja avícola “El cuervo”, quienes supieron hacer que mi pasión por la avicultura crezca al estar involucrado directamente en la producción avícola.

A mis padres y demás familiares que confiaron en mis capacidades de culminar mis estudios profesionales a pesar de las duras circunstancias que la vida ha puesto en el camino.

A la Ing. Carolina Zacarías quien formó parte de mi vida y durante mi formación profesional confió en mí y me apoyó en los buenos y malos momentos.

A mis compañeros y futuros Ingenieros, que cada día en el proceso de formación fue indispensable contar con su honestidad, responsabilidad y amistad de personas apasionadas al campo agropecuario.

*A todos ustedes gracias infinitas.
Imbaquingo Godoy Hernando David*

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme estar junto a mi familia y las personas importantes en mi vida en este día que cumpla una de mis metas personales.

A mi padre, Hernando Imbaquingo por estar presente en este día especial para mí, a mi madre Noemi Godoy, una persona que admiro y respeto, una de las personas más importantes e indispensables en mi vida y formación como profesional, gracias a su apoyo, amor, comprensión, ayuda, y su fe inquebrantable, me ha demostrado la fuerza de voluntad en carne propia, me supo dar sus mejores consejos y en los momentos más difíciles supo sacar adelante a cuatro hijos y que gracias a eso hoy en día somos profesionales agradecidos con la vida por la madre que tenemos.

A mis hermanos: Wilson, Fernanda y Jonathan, quienes a pesar de la distancia por su profesión siempre demostraron su cariño y apoyo y ahora sé que puedo contar con ustedes y se alegran por este logro.

A mis sobrinos: Daniel, Valentina, Mathías, Cristopher y Angie que con sus ocurrencias y travesuras han de alegrar mis días y demostrarles que con esfuerzo y sacrificio se logra las metas planteadas.

A mis familiares, en especial a mi tía Magdalena Godoy, que junto a su familia nos acogieron, nos brindaron alimento y protección, mientras mi madre empezaba una nueva vida.

A la Ing. Carolina Zacarías por darme el mejor regalo de la vida, mi hija, que aún no ha nacido y no hay nada que no haría por su felicidad y bienestar.

Imbaquingo Godoy Hernando David

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VI
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivo.....	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Hipótesis.....	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Capacidad avícola y consumo nacional	7
2.2 Tipos de aves en producción avícola	7
2.2.1 Genética en pollos de engorde.....	7
2.3 Producción de pollos de engorde	8
2.3.1 Componentes para producción del pollo de engorde	8
2.3.1.1 Sanidad	9
2.3.1.2 Manejo.....	9
2.3.1.3 Nutrición.....	11
2.4 Características de los órganos que conforman el aparato digestivo de las aves	11
2.4.1 Pico.....	12
2.4.2 Cavidad oral	12
2.4.3 Lengua.....	12
2.4.4 Esófago y buche	13
2.4.5 Proventrículo	13
2.4.6 Molleja	13

2.4.7 Intestino delgado	13
2.4.8 Intestino grueso	13
2.5 Sistema inmunológico de las aves.....	14
2.5.1 Bolsa de Fabricio.....	14
2.5.2 Timo	14
2.5.3 Bazo.....	15
2.6 Probióticos en la producción pecuaria	15
2.6.1 Uso de probióticos en avicultura.....	15
2.6.2 Mezcla de probióticos	16
2.7 El género <i>Bacillus</i> sp.....	16
2.7.1 <i>Bacillus subtilis</i> en la producción de pollos de engorde	16
2.8.1 <i>Bacillus licheniformis</i> en la producción de pollos de engorde.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Características del área de estudio	18
3.1.2 Características de la Granja Experimental “La Pradera”	18
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas	19
3.3 Métodos.....	19
3.3.1 Factores en estudio	19
3.3.2 Diseño experimental.....	20
3.3.3 Características del experimento.....	22
3.3.2 Características de la unidad experimental	22
3.4 Análisis estadístico.....	22
3.5 Variables evaluadas.....	23
3.5.1 Peso inicial	23
3.5.2 Consumo de alimento semanal.....	23
3.5.3 Incremento de peso semanal.....	23
3.5.5 Porcentaje de mortalidad	24
3.5.6 Rendimiento a la canal	24
3.5.7 Evaluación del sistema inmunológico.....	25

3.5.8 Pruebas de laboratorio (conteo UFC/g y viabilidad del probiótico)	25
3.5.9 Relación Beneficio/Costo.....	25
3.6 Manejo del experimento.....	26
3.6.1 Limpieza y desinfección del área de estudio.....	26
3.6.2 Limpieza, desinfección e instalación de cortinas	27
3.6.3. Cama para pollos	27
3.6.4 Instalación del experimento.....	28
3.6.5 Manejo de agua de bebida y dosificación de probióticos.....	29
3.6.6 Alimentación	31
3.6.7 Concentraciones UFC/g de <i>B. subtilis</i> y <i>B. licheniformis</i>	31
3.6.8 Sacrificio de los pollos para la variable rendimiento a la canal	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
5.1 Consumo de alimento semanal.....	33
5.2 Incremento de peso semanal	35
5.3 Conversión alimenticia.....	39
5.4 Porcentaje de mortalidad.....	42
5.5 Rendimiento a la canal	43
5.6 Evaluación del sistema inmunológico.....	45
5.6.1 Timo	45
5.6.2 Bazo.....	49
5.6.3 Bolsa de Fabricio.....	51
5.7 Conteo UFC/g y viabilidad de microorganismo de muestra.....	53
5.8 Relación Beneficio/Costo.....	54
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones.....	58
6. BIBLIOGRAFÍA.....	59
7. ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recomendaciones básicas de intensidad de luz o fotoperiodo.....	10
Tabla 2. Valores recomendados para dietas de pollos de engorde.....	11
Tabla 3. Características geográficas del área de estudio.	18
Tabla 4. Características climatológicas del área de estudio.	19
Tabla 5. Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	19
Tabla 6. Identificación de tratamientos, detalles y códigos del experimento.....	20
Tabla 7. Características de la unidad experimental.	22
Tabla 8. Análisis de varianza del experimento.....	22
Tabla 9. Factores físico-químicos y niveles ideales para agua de bebida en pollos de engorde.	30
Tabla 10. Consumo de agua de acuerdo con la edad del ave y temperatura del galpón.	30
Tabla 11. Análisis de varianza de consumo de alimento.	33
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable incremento de peso semanal.....	36
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.	39
Tabla 14. Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad.....	42
Tabla 15. Medias de mortalidad por tratamiento.	43
Tabla 16. Análisis de varianza para rendimiento a la canal.	44
Tabla 17. Análisis de varianza para índice morfométrico del timo.....	46
Tabla 18. Análisis de varianza para índice morfométrico del bazo.	49
Tabla 19. Análisis de varianza para índice morfométrico de bolsa de Fabricio.	51
Tabla 20. UFC/g y viabilidad de microorganismos.	53
Tabla 21. Análisis económico de tratamientos.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Producción de carne de pollo de buena calidad.	8
<i>Figura 2.</i> Factores que afectan el crecimiento y la calidad del pollo de engorde.	9
<i>Figura 3.</i> Ubicación de los pollos según temperatura.	10
<i>Figura 4.</i> Órganos del aparato digestivo de aves.	12
<i>Figura 5.</i> Mapa de ubicación del estudio.	18
<i>Figura 6.</i> Distribución de áreas de estudio y unidades experimentales.	21
<i>Figura 7.</i> Flameo de los interiores del galpón.	26
<i>Figura 8.</i> Desinfección de cortinas exteriores del galpón.	27
<i>Figura 9.</i> Viruta de madera para cama de pollos.	28
<i>Figura 10.</i> Área de estudio establecida con respecto al diseño experimental.	28
<i>Figura 11.</i> Control de agua purificada para agua de bebida.	29
<i>Figura 12.</i> Mezcla de alimento para alimentación de los pollos.	31
<i>Figura 13.</i> Consumo de alimento con respecto periodo de producción.	34
<i>Figura 14.</i> Incremento de peso semanal con respecto al tratamiento.	37
<i>Figura 15.</i> Incremento de peso semanal con respecto al sexo.	38
<i>Figura 16.</i> Conversión alimenticia para el factor machos.	40
<i>Figura 17.</i> Conversión alimenticia para el factor hembras.	41
<i>Figura 18.</i> Rendimiento a la canal para macho y hembras.	44
<i>Figura 19.</i> Índice morfométrico del timo de acuerdo con el día 22 y 42 de producción.	47
<i>Figura 20.</i> Índice morfométrico del timo con respecto al sexo y tratamiento.	48
<i>Figura 21.</i> Índice morfométrico del bazo con respecto al día de edad.	50
<i>Figura 22.</i> Índice morfométrico de la bolsa de Fabricio de acuerdo con los tratamientos.	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde línea Cobb (machos).	68
Anexo 2. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde línea Cobb (hembras).	69
Anexo 3. Manejo técnico de pollo broiler.	70
Anexo 4. Dosificaciones de medicamentos.	71
Anexo 5. Consumo diario de agua en pollos de engorde.	72
Anexo 6. Ejemplo de la cantidad de agua aplicada por unidad experimental.	72
Anexo 7. Análisis físico-químico de agua embotellada.	73
Anexo 8. Litros de agua consumida de acuerdo con los tratamientos por semana.	73
Anexo 9. Relación beneficio/costo para T1 (<i>Bacillus subtilis</i>) en machos.	74
Anexo 10. Relación beneficio/costo para T2 (<i>Bacillus subtilis</i>) en hembras.	75
Anexo 11. Relación beneficio/costo para T3 (<i>Bacillus licheniformis</i>) en machos.	76
Anexo 12. Relación beneficio/costo para T4 (<i>Bacillus licheniformis</i>) en hembras.	77
Anexo 13. Relación beneficio/costo para T5 (<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i>) en machos.	78
Anexo 14. Relación beneficio/costo para T6 (<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus licheniformis</i>) en hembras.	79
Anexo 15. Relación beneficio/costo para T7 (Testigo) en machos.	80
Anexo 16. Relación beneficio/costo para T8 (Testigo) en hembras.	81
Anexo 17. Valores promedio de consumo de alimento por semana (g/ave).	82
Anexo 18. Valores promedio de consumo de alimento por sexo (g/ave).	82
Anexo 19. Valores promedio de consumo de alimento por probióticos (g/ave).	82
Anexo 20. Valores promedio de incremento de peso por semana (g/ave).	83
Anexo 21. Valores promedio de incremento de peso semanal por sexo (g/ave).	83
Anexo 22. Valores promedio de incremento de peso semanal por probiótico (g/ave).	83
Anexo 23. Valores promedio de conversión alimenticia por semana.	84
Anexo 24. Valores promedio de conversión alimenticia por sexo.	84
Anexo 25. Valores promedio de conversión alimenticia por probiótico.	84
Anexo 26. Valores promedio de porcentaje de mortalidad por sexo.	85
Anexo 27. Valores promedio de porcentaje de mortalidad por probiótico.	85
Anexo 28. Valores promedio de índice morfométrico del timo por día.	85
Anexo 29. Valores promedio de índice morfométrico del timo por sexo.	85

Anexo 30. Valores promedio de índice morfométrico del timo por probiótico.	86
Anexo 31. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por día.	86
Anexo 32. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por sexo.	86
Anexo 33. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por probiótico.	86
Anexo 34. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por día.	87
Anexo 35. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por sexo.	87
Anexo 36. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por probiótico.	87
Anexo 37. Valores promedio de rendimiento a la canal por sexo.	87
Anexo 38. Valores promedio de rendimiento a la canal por probiótico.	88
Anexo 39. Requerimientos nutricionales para producción del pollo de engorde según la etapa de producción.	88
Anexo 40. Materias primas y cantidades usadas para balanceado según la etapa de producción.	89
Anexo 41. Costo por kilogramos de balanceado para dietas de pollos de engorde.	90

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE *Bacillus subtilis* Y *Bacillus licheniformis* EN LA MORFOMETRÍA Y PRODUCCIÓN DE POLLO BROILER (*Gallus gallus*) EN CHALTURA”

Imbaquingo Godoy Hernando David
Universidad Técnica del Norte
hdimbaquingog@utn.edu.ec

RESUMEN

Científicamente se ha comprobado la residualidad de antibióticos de uso veterinario en productos y subproductos avícolas puesto a disposición del consumidor local, lo que provoca un consumo indirecto de antibióticos. Se evaluó el efecto de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* como probióticos en parámetros productivos y morfometría de órganos linfáticos (Timo, Bazo y Bursa) en pollos de engorde sexados de un día de edad. Los análisis finales sugieren un resultado positivo en cuanto al uso de probióticos ya que en la variable incremento de peso total arroja un resultado de 2 366.16 g/ave a favor de los pollos que fueron tratados con *B. subtilis* + *B. licheniformis*, en comparación al testigo quienes obtuvieron un peso final de 2 230.23 g/ave, lo que da una diferencia de 135.93 g (5.74%). El mejor resultado para la variable conversión alimenticia fue para las hembras tratadas con la mezcla probiótica (*B. subtilis* + *B. licheniformis*) con una media final de 1.80, 13.46% menos que los machos testigo. El índice morfométrico de la bolsa de Fabricio fue para los machos de los tratamientos *B. subtilis*, *B. subtilis* + *B. licheniformis* y para el testigo con 0.16% cada uno para el día 22. En la relación beneficio/costo los machos tratados con *B. subtilis* + *B. licheniformis* obtuvo la mejor relación beneficio/costo de 1.74 dólares (para cada dólar invertido 0.74 dólares de utilidad).

Palabras clave: probióticos, parámetros productivos, índice morfométrico, órganos linfáticos.

"EVALUATION OF THE EFFECT OF *Bacillus subtilis* & *Bacillus licheniformis* ON THE MORPHOMETRY AND PRODUCTION OF BROILER CHICKEN (*Gallus gallus*) IN CHALTURA"

Imbaquingo Godoy Hernando David
Técnica del Norte University
hdimbaquingog@utn.edu.ec

SUMMARY

Scientifically has been proven residuality of veterinary antibiotics in products and by poultry made available to local consumers, causing an indirect consumption of antibiotics, it was evaluated the effect of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* as probiotics in production parameters and morphometry Lymphatic organs (Thymus, Spleen and Bursa) in sexed one-day-old broilers. The final analyzes suggest a positive result regarding the use of probiotics since the variable increase in total weight gives a result of 2 366.16 g / bird in favor of the chickens that were treated with *B. subtilis* + *B. licheniformis*, in comparison to the control who obtained a final weight of 2 230.23 g / bird, which gives a difference of 135.93 g (5.74%). The best result for the food conversion variable was for the females treated with the probiotic mixture (*B. subtilis* + *B. licheniformis*) with a final mean of 1.80, 13.46% less than the control males. The morphometric index of the Fabricio bag was for the males of the treatments *B. subtilis*, *B. subtilis* + *B. licheniformis* and for the control with 0.16% each for day 22, in the benefit / cost relation the males treated with *B. subtilis* + *B. licheniformis* obtained the best benefit / cost ratio of 1 .74 dollars (for each dollar invested 0. 74 dollars utility).

Key words: probiotics, productive parameters, morphometric index, lymphatic organs.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Guzmán, Espitia y Berthel (2012) mencionan que el manejo intensivo que se lleva a cabo en las granjas de explotaciones avícolas ha generado diversas problemáticas en las que se destaca la presencia de antibióticos en la carne de pollo para consumo, además, los investigadores antes mencionados encontraron la presencia de lincomisina que es un antibiótico de amplio espectro en la carne de pollo para el consumo local, por otro lado, Molero-Saras et al. (2006) determinaron la presencia de residuos de enrofloxacin en el tejido muscular del pollo para consumo en los mercados locales.

Briz (2006) hace mención a la Unión Europea (EU) ya que este organismo internacional ha tomado medidas radicales en la calidad de la materia prima animal como es el caso de la prohibición de algunos antibióticos que son usados para el tratamiento en la medicina humana como aditivo en el alimento animal, esta disposición se rige desde el 1^{er} de enero de 2016 entre ellas se encuentran las siguientes sustancias; monensina, salinomicina sódica, avilamicina y flavofosfolipol, que son usadas como promotores de crecimiento en ganado, engorda de cerdas y lechones, pollos y pavos, respectivamente.

Wehner Venegas (1998) menciona una alternativa ante el uso desmedido de antibióticos en la producción pecuaria, se trata del empleo de probióticos que es un término muy conocido en la actualidad si se habla de explotaciones pecuarias, e inclusive en el consumo humano. Este término se utiliza para designar bacterias y levaduras que por sus altos efectos benéficos se encuentran dentro de las primeras y más eficaces alternativas en reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento (APC) dentro de las producciones intensivas de distintas especies en las que se puede destacar la producción de vacunos, porcinos y aves (Blajman et al., 2015).

En varias investigaciones científicas realizadas dentro de la producción pecuaria se ha encontrado que los probióticos se pueden considerar una alternativa en reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento ya que al ser suministrados conjuntamente con el alimento balanceado y/o en agua de bebida y en cantidades adecuadas llegan a reducir la mortalidad y pueden beneficiar la conversión alimenticia ya que mejoran la capacidad digestiva y el estado de salud de los animales, además, un incremento de los microorganismos benéficos en el organismo digestivo de las aves (Riopérez y Rodríguez, 2004).

Chavez, Herrera y Suescún (2016) indican que el aditivo en la alimentación de las aves con los microorganismos de *Enterococcus faecium* puede ser considerado como microorganismos promotores de crecimiento ya que se registró buenos resultados en los parámetros productivos como: peso diario, conversión alimenticia, porcentaje de supervivencia, índice productivo, eficiencia alimenticia, factor de eficiencia americana y eficiencia europea, lo que da como consecuencia el aumento en el rendimiento económico para los productores avícolas y una disminución del uso de antibióticos garantizando la inocuidad en el producto final para el consumidor.

Blajman et al. (2015) hacen mención en cuanto a uno de los probióticos que se ha venido investigando hace aproximadamente quince años como es la levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en el alimento balanceado. Peralta, Miazso y Nilson (2008) determinaron la eficiencia de este producto natural debido a la acción biorreguladora de la flora intestinal ya que posee distintos componentes como los manano-oligosacáridos de la pared celular, aumentando las distintas variables productivas en estudio.

Específicamente hace 20 años se viene realizando ensayos científicos de los efectos que ha causado el uso de probióticos en las especies de interés económico como es la producción avícola, varios estudios indican que algunos cultivos del género *Bacillus* y sus endosporas benefician la digestión y absorción de los nutrientes debido al crecimiento de las vellosidades intestinales, este marcado interés en estos microorganismos se debe a su efecto probiótico en el balance de la microbiota intestinal de las aves, además de otros beneficios (Milián, Pérez y Bocourt, 2008).

1.2 Problema

El uso continuo y desmedido de distintos antibióticos ha generado preocupaciones en los consumidores, debido a la residualidad de estos productos en la carne de los animales y en sus subproductos, esto ha provocado que las distintas organizaciones públicas y privadas como la Unión Europea adoptaran medidas de prohibición para el uso excesivo de antibióticos, así, estableciendo un máximo permisible de residuos en carne para consumo humano (Blajman et al., 2015).

El uso de los antibióticos para aumentar el crecimiento y producción en la carne de pollo ha generado un gran número de cepas resistentes, dando como resultado el incremento del uso de nuevos antibióticos lo cual resulta perjudicial tanto para el bienestar del animal, así como también en los consumidores, además preocupación en los avicultores ya que generan un

aumento en el costo de producción al combatir nuevas y más resistentes cepas (Hernández y Hernández Godoy, 2004).

La problemática del uso de los antibióticos generalmente usados en las producciones intensivas de pollos de engorde ha causado controversias, ya que para alcanzar los altos rendimientos se cree en la necesidad del uso de estos productos, que por un lado afecta el estado fisiológico normal del animal, generando resistencia microbiana debido al uso continuo de estos, y por otro lado, preocupaciones en los consumidores de carne de pollo ya que los tratamientos de la medicina humana se ven reflejados en la ineffectividad en el modo de acción (Payne y Powell, 1971).

En las investigaciones realizadas por Guzmán et al. (2012) se determinó que los análisis de laboratorio se encontraban por encima de los límites permisibles en residualidad para el caso del antibiótico lincomisina (3.2365 mg/kg). Tomando en consideración los resultados arrojados por esta y otras investigaciones científicas se ha buscado otras alternativas para el uso de antibióticos que sea más rentable para los productores, que garantice el bienestar animal y que sea más seguro para el consumo humano (Acevedo, Montero y Jaimes, 2015).

1.3 Justificación

En el Ecuador la industria avícola se basa en dos actividades; en primer lugar, la producción de carne de pollo, seguido por la producción comercial de huevos, la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) estimó que en el año 2005 se produjeron 155 millones de pollos y 2 500 millones de huevos (Rodríguez Saldaña, 2009). Por otro lado la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura del Ecuador (AMEVEA-E) en el año 2017 estimó una producción de 230 a 250 millones de pollos ya que el consumo per cápita se conoció en 30-32 kg/año, lo que significa una forma de producción intensiva y lo que conlleva conjuntamente en esta actividad productiva para lograr estos rendimientos el uso de antibióticos para control de enfermedades, causando alteraciones en la fisiología normal de los animales de interés económico.

Perdomo et al. (2017) consideran el uso de probióticos en la producción avícola para contrarrestar las distintas problemáticas que científicamente se han evidenciado en los estudios realizados por profesionales en cuanto al uso de antibióticos. Así, cabe destacar las recomendaciones de expertos en el área de salud que proponen alternativas para el uso de estos productos como por ejemplo: inmunoestimulantes, antivirulencia y se destaca el uso de probióticos (Alós, 2015).

Arteaga et al. (2017) mencionan que diversos estudios realizados por especialistas en avicultura de engorde han demostrado la eficiencia de los probióticos como una alternativa a los antibióticos normalmente usados, dando como resultado un aumento en la flora intestinal del animal, por ende, el aumento en la inmunidad y consecuentemente una disminución en la mortalidad, además de mejorar las distintas variables productivas.

Fuller (1992) destaca que un probiótico puede estar conformado por uno o varios tipos de microorganismos, el uso combinado de microorganismos se enfoca en el objetivo de obtener una mayor eficiencia al colonizar el intestino. Entre las principales bacterias que se utilizan como probióticos destacan los géneros; *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus*, no obstante, estos géneros de microorganismos tienen diferentes especies y cepas, estas tienen la capacidad de producir efectos metabólicos diferentes característicos de cada una de ellas (Díaz-López, Ángel-Isaza y Ángel, 2017).

Upendra y Yathiraj (2003) mencionan que dentro del género *Bacillus* se pueden destacar: *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. cereus*, *B. natto*, además, estudios realizados por científicos árabes demostraron la eficiencia de *B. subtilis* para controlar diarreas, de la misma manera, investigadores alemanes verificaron que la ingestión de *B. subtilis* mejoraba los cuadros entéricos. Los estudios demostraron que cuando *B. subtilis* es ingerido por las aves, la microbiota intestinal de estas fue estabilizada dando como resultado la disminución de microorganismos patógenos e incrementando la población de *Lactobacillus* sp. (Medina-Saavedra, Arroyo-Figueroa, Herrera-Méndez y Mexicano-Santoyo, 2017).

Pese a la efectividad de los probióticos utilizando una sola especie o cepa de microorganismos en la producción avícola como demuestran los estudios realizados por Quintana, Florido, Rondón, Salabarría y Torres (2015) concluyeron en la eficiencia de *B. subtilis* en reemplazo a los antibióticos convencionales ya que se reportan mejoría en la respuesta inmune de los pollos de engorde, pero, si se hace un análisis más profundo en cuanto a la efectividad de las mezclas de microorganismos se puede destacar los ensayos realizados por Acosta, Lon-Wo, García, Dieppa y Febles (2007) quienes afirman en cuanto a la mezcla de *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus* promueven un mayor peso y mejor conversión alimenticia en las aves.

Las mezclas probióticas pueden estar conformadas por varios microorganismos benéficos, son evaluadas en diversos estudios alrededor del mundo para demostrar su eficiencia y eficacia en parámetros productivos e inmunológicos de las aves y en otros animales de interés

económico, como ejemplo se cita a EM® Efficient Microorganisms por sus siglas en inglés, estos microorganismos son un cultivo mixto líquido de: *Rhodopseudomonas* spp, *Lactobacillus* spp, *Sacharomyces* spp, actinomicetos y hongos fermentadores, estos microorganismos son capaces de coexistir entre ellos lo cual genera un aspecto positivo en el estado fisiológico de los animales tratados y aspectos positivos medioambiental (Hoyos et al., 2008).

En el año 2010 se realizaron estudios en los cuales se ha demostrado que al mezclar probióticos como promotores de crecimiento se han obtenido mejores resultados que al utilizar solo un tipo de microorganismo, además en este mismo año, estudios realizados por Veizaj, Piu, Lekaj y Tafaj (2010) evidenciaron que al utilizar probióticos combinados se incrementó significativamente el peso diario y el peso final.

En los ensayos de investigación realizados por Ramírez, Montoya y Zea (2013) se demostró que la mezcla probiótica entre *L. acidophilus* y *L. ramosus* fue efectiva para los indicadores productivos en aves como: el incremento de peso vivo, así como también en la conversión alimenticia, además de otros aspectos positivos que han arrojado dicha investigación, como la disminución de los costos y el aumento en la generación de ingresos económicos.

Para el bienestar animal y para seguridad de la salud humana es recomendable el uso de probióticos, ya que al mejorar la salud de las aves mediante el fortalecimiento y aumento de la microbiota intestinal, estimulación del sistema inmune, da como resultado la inhibición de microorganismos patógenos y por consecuencia el incremento en el rendimiento productivo de los animales (Arteaga et al., 2017).

Mediante el uso de probióticos, entre las principales problemáticas que se quiere resolver mediante esta investigación es demostrar los efectos positivos en la producción avícola, por ende, presentar una alternativa al uso desmedido de antibióticos en la producción intensiva de carne de pollo.

Así, dar confiabilidad al consumidor de un producto inocuo y de total seguridad alimentaria que cumpla con las expectativas del consumidor y satisfaga las necesidades nutricionales, tomando en consideración el bienestar animal y una rentabilidad a los productores de carne de pollo.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo general

Evaluación del efecto de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en la morfometría y producción de pollo broiler (*Gallus gallus*).

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* y su combinación en los parámetros productivos del pollo broiler.
2. Describir la morfometría de los órganos linfáticos del pollo broiler en base a los tratamientos establecidos.
3. Establecer el costo/beneficio de producción con la adición de probióticos en la cría de pollos de engorde.

1.5 Hipótesis

- Ho: el uso de los probióticos *B. subtilis*, *B. licheniformis* y su mezcla como aditivo en el agua de bebida de pollos broiler no afecta las variables productivas ni tampoco la morfometría de los órganos linfáticos.
- Ha: el uso de la combinación de *B. subtilis* y *B. licheniformis* como aditivo en el agua de bebida de pollos broiler mejora las variables productivas y la morfometría de los órganos linfáticos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Capacidad avícola y consumo nacional

EL AGRO (2016) mediante los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP ahora MAG) conjuntamente con la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (AGROCALIDAD) y la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) en el censo realizado en el año 2006, se identificaron 1 567 granjas de explotaciones avícolas en las cuales constan los pequeños, medianos y grandes productores, esto sin tomar en consideración la avicultura familiar o también conocida como avicultura de traspatio. Ya para el año 2019 se presenta un incremento del 28.5 % referente al número de granjas de producción de carne de pollo, Adriano Ubilla Subsecretario de Comercialización del MAG de Ecuador (Ministerio de Agricultura y Ganadería) expuso que en el país existen 1 819 granjas avícolas.

Según la revista virtual EKOS (2014) en esta fecha en nuestro país se produjeron cerca de 220 millones de pollos para consumo anual, se presentó un aumento de 113% de producción con respecto al último estudio por parte de la AMEVEA-E con 250 millones de pollos, esto implica un crecimiento del 400% desde la década de los 90, este aumento es debido a la demanda de esta carne ya que la CONAVE estima un consumo de 32 kilogramos de carne de pollo, y aproximadamente 140 unidades de huevos en el consumo promedio anual.

2.2 Tipos de aves en producción avícola

Las aves para la producción avícola intensiva por lo general son híbridos, cruces de distintas razas, estirpes y líneas que también se las conoce como “cruce industrial”, esto siguiendo los planes de selección por empresas internacionales que se han dedicado a la mejora genética de las aves con el objetivo de mejorar y optimizar los múltiples resultados productivos y a la par manteniendo un perfecto equilibrio entre salud y bioseguridad (Borraeta, Dolors y Pérez, 2011).

2.2.1 Genética en pollos de engorde

Dottavio y Di Masso (2010) mencionan que desde el punto de vista genético la industria avícola de pollo parrillero utiliza generalmente híbridos de tres vías, estos son producidos a partir de la cruce de estirpes de algunas razas mejoradas, dichos autores mencionan que para la madre se utiliza un híbrido simple entre dos estirpes de las razas comúnmente conocidas como Phylouth Rock Blanca o “White Rock” y como padre se utiliza una estirpe de la raza Cornish Blanca, cada una de estas aporta una característica única en sus descendientes, por ejemplo el

padre aporta la velocidad de crecimiento, además de una buena conformación cárnica en el producto comercial.

2.3 Producción de pollos de engorde

El crecimiento de las aves de engorde es solo un proceso integrado de varias estrategias de producción como se muestra en la Figura 1, donde debe existir un personal debidamente capacitado y equipado para realizar las actividades competentes y lograr una mayor efectividad y calidad en la producción de carne de pollo, desde los galpones de crecimiento hasta la venta del producto.

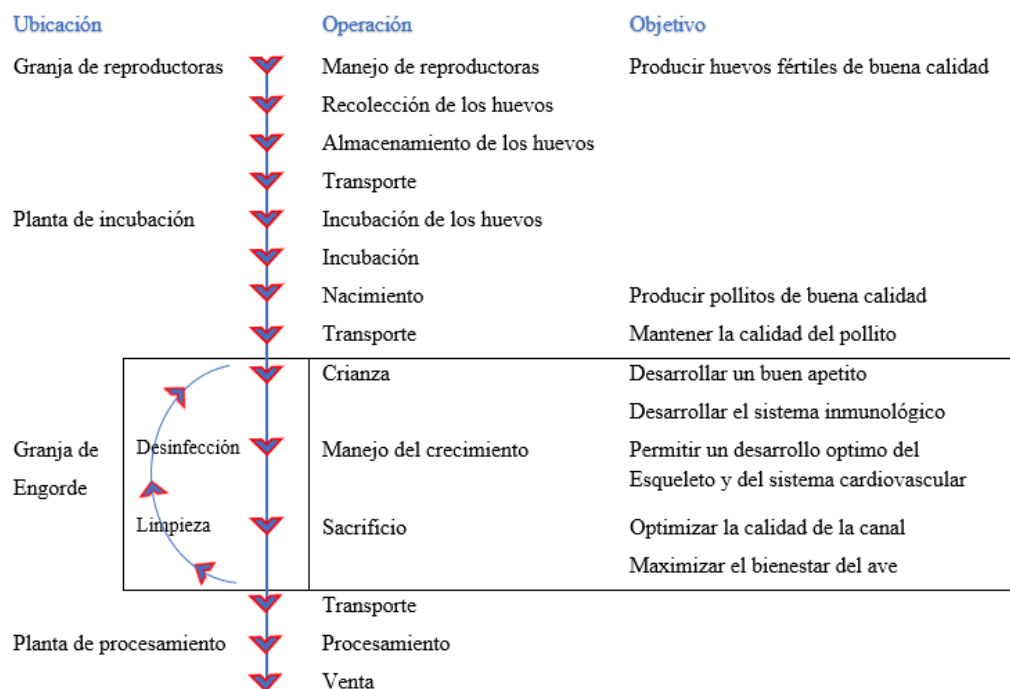


Figura 1. Producción de carne de pollo de buena calidad.
Fuente: Aviagen (2014).

2.3.1 Componentes para producción del pollo de engorde

Según el boletín técnico de Purina redactado por Álvarez (2012) la crianza y éxito de la producción de pollos de engorde se debe basar en cuatro factores indispensables e importantes; sanidad, genética, nutrición y manejo, cada uno de estos es de suma importancia sin importar el orden de interpretación, ya que si falla uno de ellos significaría una pérdida significativa para la empresa.

Borraeta et al. (2011) mencionan en su manual de producción que la avicultura en forma intensiva debe aplicar conocimientos científicos y técnicos en cada una de las actividades a realizarse, en las cuales debe incluir la mejora genética de los animales y tecnificación de

instalaciones a gran escala, así mismo, los programas sanitarios y el manejo de alimentación teniendo en cuenta el estado fisiológico del ave. En la Figura 2 se muestra la interacción completa de estos aspectos para que todos estos procesos en conjunto formen una industria competitiva y ofrezca a sus potenciales consumidores productos de excelente calidad.

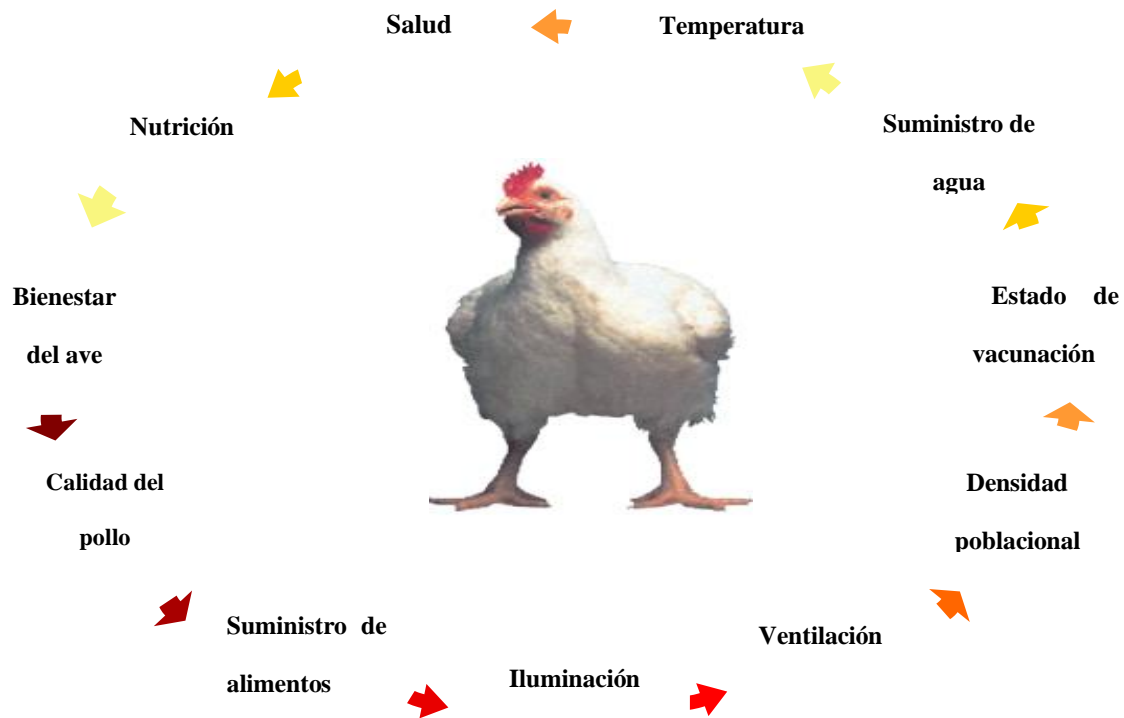


Figura 2. Factores que afectan el crecimiento y la calidad del pollo de engorde.
Fuente: Aviagen (2014).

2.3.1.1 Sanidad

Para esta importante característica cada empresa productora de aves en pie debe contar de un programa sanitario escrito por un profesional veterinario debidamente capacitado y autorizado, el será quien atienda cualquier problemática dentro de los galpones de producción, para esto, dicho profesional deberá observar la producción por lo menos una vez al día de todos los lotes en producción y deberá tomar las medidas de acción que crea conveniente si se encontrare con alguna problemática dentro de la producción (Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria, 2009).

2.3.1.2 Manejo

En la producción avícola intensiva, el manejo de los galpones es importante desde el mismo momento de la recepción de los pollos bebés, ya que eso depende el éxito de la explotación avícola, en la Figura 3 se puede observar la ubicación de los pollos de acuerdo con la temperatura que emana la criadora (Álvarez, 2012).

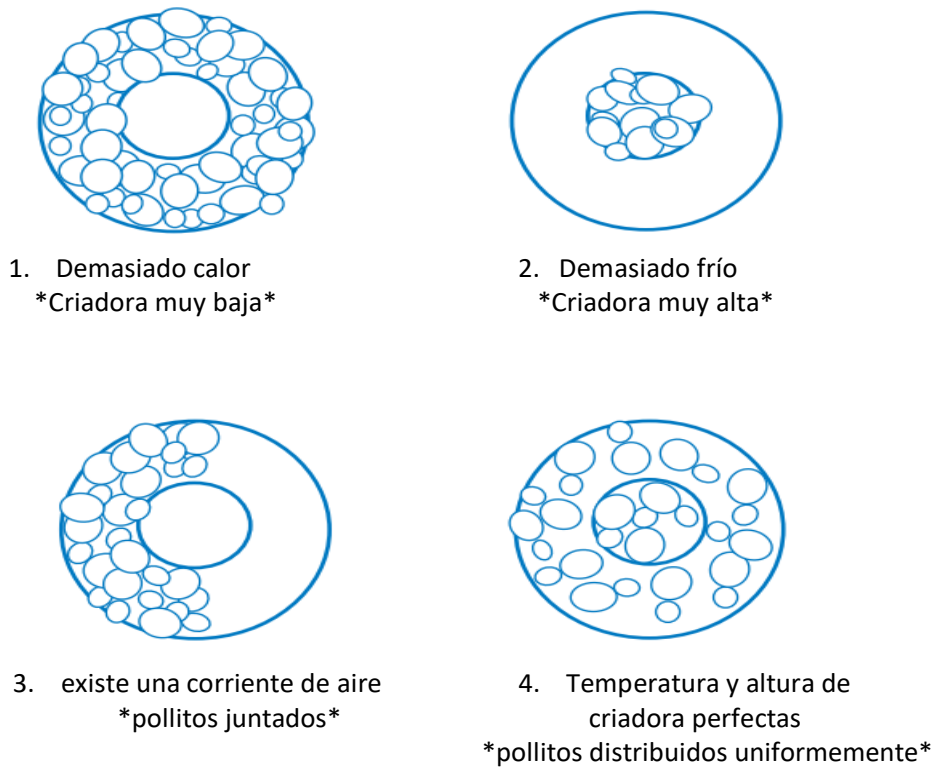


Figura 3. Ubicación de los pollos según temperatura.
Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador (2016).

Deep, Schwean, Crowe, Fancher y Classe (2010) mencionan que la iluminación para los pollos de engorde debe estar disponible desde el principio del alojamiento o recepción de los pollos con una intensidad lumínica de 20 lux durante los periodos de luz natural, esta luz debe iluminar por lo menos el 80% de la zona utilizable, esta iluminación debe permanecer durante el inicio de la producción y mantenerla hasta tres días antes del sacrificio, pero debe mantener un intervalo de seis horas de oscuridad, en la Tabla 1 se aprecian las recomendaciones de horas luz de acuerdo con el peso del animal.

Tabla 1.
Recomendaciones básicas de intensidad de luz o fotoperiodo.

Peso vivo al sacrificio	Edad (días)	Intensidad (lux) (pies candela)	Fotoperiodo (horas)
Menos de 2.5 kg (5.5.lb)	0-7	30-40 (3-4)	23h luz/1h oscuridad
	8-3 días antes del sacrificio*	5-10 (0.5-1.0)	20h luz/4h oscuridad**
Mas de 2.5 kg (5.5.lb)	0-7	30-40 (3-4)	23h luz/1h oscuridad
	8-3 días antes del sacrificio*	5-10 (0.5-1.0)	18h luz/6h oscuridad

* al menos 3 días antes del sacrificio se deberá proporcionar a los animales con 23 horas de luz y 1 hora de oscuridad.

** La Unión Europea (EU) exige 6 horas de oscuridad y 4 horas de oscuridad ininterrumpida dependiendo de los objetivos.

Fuente: Aviagen (2009).

2.3.1.3 Nutrición

Payne y Powell (1971) aducen que es imprescindible la adecuada nutrición de las aves desde el principio de la producción hasta el desalojo de los pollos, una de las recomendaciones de los productores es hacer un contacto con especialistas en nutrición animal ya que ellos han venido trabajando en la nutrición y el mejoramiento de la ingesta balanceada de acuerdo con las necesidades nutricionales de los animales, así como en el desarrollo de una mejor conversión alimenticia. Los parámetros que recomiendan los especialistas son: proteína, calorías, calcio, fósforo, sodio, potasio, cistina, lisina y argina en la dieta de los pollos, en la Tabla 2 se observa los valores recomendados para dietas de pollos de engorde según la etapa de producción (Morales Ibarra, 1998).

Tabla 2.

Valores recomendados para dietas de pollos de engorde.

Etapa	Energía (MJ/kg)	Proteína bruta (%)	Lisina total (%)	Metionina y cistina total
Iniciador	12.65	22.25	1.43	1.07
Crecimiento	13.20	21.23	1.24	0.95
Finalizador	13.40	19.23	1.09	0.86

Fuente: Aviagen (2014).

2.4 Características de los órganos que conforman el aparato digestivo de las aves

El sistema digestivo de las aves tanto anatómica como funcionalmente varía entre especies de aves; específicamente en el tamaño de los órganos, por ejemplo, las aves cuya alimentación es a base de granos, poseen el tracto digestivo de mayor tamaño que los carnívoros, de la misma manera las aves que en su dieta consumen fibra poseerán ciegos más desarrollados (Álvarez, 2002), en la Figura 4 se pueden observar los órganos del sistema digestivo de las aves.

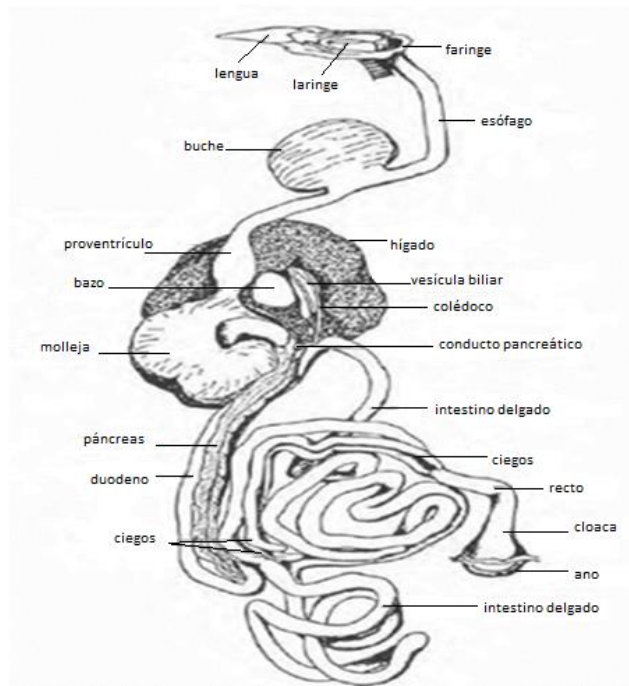


Figura 4. Órganos del aparato digestivo de aves.
Fuente: Grossman y Sisson (2000).

2.4.1 Pico

La base ósea del pico está constituida por huesos nasales; maxilar y premaxilar, por otro lado también conformada por el esqueleto mandibular, estos huesos están revestidos por un estuche córneo epidérmico denominado ranfoteca que es de una contextura muy dura, la forma del pico está determinada por el tipo de alimento que el animal consume, en las aves sustituye a los labios, dientes y carrillos de los animales mamíferos, algunas de las aves lo utilizan como órgano prensil (Dyce, Sack y Wensing, 2007).

2.4.2 Cavidad oral

La cavidad oral y la cavidad faríngea se describen como una sola cavidad que se la conoce como cavidad orofaríngea que se caracteriza por la presencia de un paladar largo y duro, por lo que en las aves no existe paladar blando ni tampoco nasofaringe, de esta manera las coanas y trompas auditivas se abren a la cavidad bucofaríngea a través de hendiduras que perforan el paladar que caracteriza a las aves (Graseé, 1980).

2.4.3 Lengua

La lengua en las aves básicamente depende de la conformación del pico, así, en las aves de corral como las gallinas es estrecha y puntiaguda, puede ir provista de papilas filiformes, la función de estas papilas conjuntamente con las láminas corneas del pico es que actúan como barrera para el filtrado del alimento, puesto que no mastican las aves poseen unas glándulas

salivales reducidas, en algunas especies como es el caso del pito real (*Picus viridis*) su lengua puede alcanzar 7 cm de longitud (Ronda y López, 1994).

2.4.4 Esófago y buche

El esófago es un órgano que en su inicio se sitúa entre la tráquea y los músculos cervicales pero que posteriormente se desplaza a la derecha y así se mantiene por el trayecto del cuello del ave, el esófago presenta una dilatación que se le conoce como buche, este actúa en la misma digestión del pollo para almacenaje o reservorio de alimento, humectación y maceración, la mucosa del buche segrega sustancias ricas en proteínas que se las denomina caseína o vulgarmente leche del buche (King y Custance, 1982).

2.4.5 Proventrículo

El proventrículo también es conocido como ventrículo subcenturiado o estómago glandular, presenta una pared rica en glándulas que segregan compuestos químicos como mucus, también enzimas (pepsina) y el ácido clorhídrico, este ácido es de importancia en las aves rapaces ya que es imprescindible en la digestión de huesos (Krahmer, Schöder, Michel y Gutte, 1979).

2.4.6 Molleja

También se la conoce como estómago muscular, se la relaciona con el hígado, este órgano está en la capacidad de alojar piedras, granos de arena, entre otros, funcionalmente reemplaza la necesidad de poseer dientes en las aves, posee un pH de 4.06 lo que genera una reacción ácida, la mucosa de la molleja segrega sustancias queratinizadas que protege a este órgano de posibles daños causados por la ingestión de piedras o cualquier tipo de productos inorgánicos (McLelland, 1992).

2.4.7 Intestino delgado

El intestino delgado se extiende desde la molleja al origen del intestino grueso, los segmentos diferenciados en el intestino delgado son tres; duodeno, yeyuno e íleon, la longitud de este aparato digestivo depende del tipo de alimento que sea administrado al animal, así, en las aves granívoras es más largo a comparación de las aves frugívoras y carnívoras (Nickel, Schummer y Seiferle, 1977).

2.4.8 Intestino grueso

El tamaño de este órgano al igual que el intestino delgado depende del tipo de alimentación del ave, dado el caso de las aves granívoras que es muy corto a comparación de las aves herbívoras, el intestino grueso se subdivide en dos porciones que son; ciego y recto,

los ciegos en aves domésticas pueden facilitar la digestión de celulosa y absorción de agua, e incluso en algunas especies de aves como las palomas pueden actuar como órganos defensivos debido a su riqueza de tejido linfoide, el recto desemboca en la cloaca el cual es un órgano común a los tractos urinarios, digestivo y reproductivo; lo que produce que la orina y las heces se eliminen juntas, así como el tracto reproductivo del cual desembocan los conductos genitales (Nickel et al., 1977).

2.5 Sistema inmunológico de las aves

Los órganos linfáticos se los clasifica en dos; primario y secundario, el primario o central constituido por el tejido linfoide, los órganos linfáticos primarios se desarrollan al inicio de la vida embrionaria a partir de las uniones ecto-endodérmicas, en las aves estos órganos son: la bolsa de Fabricio y timo, en el caso de los órganos linfoides secundarios se encuentra el bazo (Tizard, 1988).

2.5.1 Bolsa de Fabricio

Grossman y Sisson (2000) mencionan que la bolsa de Fabricio o bursa es un divertículo sacular de forma redondeado-oval que se encuentra comunicado con el proctodeum de la cloaca y unido por medio de un conducto ubicado en su extremo caudal, este órgano linfoide posee células prebursales que son las encargadas de desarrollar poblaciones de linfocitos B, que posteriormente constituirán el tejido linfoide secundario y darán origen a inmunoglobulinas

Fariñas Guerrero (2015) menciona que la bolsa de Fabricio se la conoce también con el nombre bursa, es aquí donde los linfocitos B son producidos y diferenciados, los linfocitos B están relacionados directamente con la producción de anticuerpos, este mecanismo se activa una vez que los antígenos son detectados y reconocidos por el sistema de linfocitos T del timo, este sistema está representado funcionalmente por las inmunoglobulinas IgA, IgG e IgM, también se encuentra representado morfológicamente por hemocitoblastos y células plasmáticas.

2.5.2 Timo

Hodges (1974) manifiesta que el timo está formado por siete u ocho lóbulos separados y distribuidos entre la tercera vértebra cervical y la tiroides, este se encuentra localizado a ambos lados del cuello, en este órgano linfoide se desarrollan y diferencian los linfocitos T, además de los macrófagos para después migrar al torrente sanguíneo; que se encargan de la respuesta celular, también de la modulación de la respuesta humoral que a partir de estos se forman los linfocitos supresores en la hipersensibilidad.

Un concepto más actualizado es redactado por Fariñas Guerrero (2015) que menciona que este órgano linfoide se encuentra íntimamente unido a la vena yugular y además al nervio vago, el timo está conformado entre seis o siete lóbulos, su peso dependerá del estado de salud del animal y su medio de desarrollo, por lo general a la primera semana presenta un peso de 0.43 g/ave, pero suele bajar en presencia de estrés, una de las funciones de este órgano linfoide es la producir linfocitos T, este órgano conjuntamente con la bolsa de Fabricio y la médula ósea constituyen los órganos linfoides primarios.

2.5.3 Bazo

La ubicación de este órgano linfoide esta entre el proventrículo y el estómago muscular, posee una forma redondeada, entre las funciones de este órgano está la de captar los antígenos que se encuentran circulando en la sangre del animal, activar los macrófagos y desencadenar la producción de células plasmáticas específicas (Cheville, 1980).

Vargas Soler y Weiland Uribe (2008) mencionan que el bazo es un órgano linfoide secundario en el sistema inmunológico de las aves que mide aproximadamente 2 cm y posee una forma redondeada de color rojizo, posee una pulpa roja con gran cantidad de eritrocitos y una pulpa blanquecina constituido de tejido linfoide, su ubicación es en posición dorsal a la parte derecha del proventrículo, entre las funciones del bazo se menciona la fagocitosis de eritrocitos degenerados en la pulpa roja, procesamiento de antígenos, además de la producción de anticuerpos.

2.6 Probióticos en la producción pecuaria

Metchnikoff (1907) fue quien descubrió el efecto benéfico de la ingesta de bacterias ácido lácticas presentes en la leche fermentada sobre la flora del tracto gastrointestinal animal, pero sin embargo fueron muchos años después, específicamente en el año 1965, cuando se utilizó por primera vez el término probiótico, el concepto de probiótico fue más claramente descrito por Gunter (1995) quien los definió como organismos microbianos, vivos o muertos, o como producto de la fermentación microbiana que influye positivamente sobre el hospedero.

2.6.1 Uso de probióticos en avicultura

Higgins et al. (2005) mencionan que al buscar una alternativa al uso de antibióticos que maximicen la producción de las aves, y que a su vez minimicen los riesgos de generar resistencia en los humanos; surgen los probióticos que son aditivos (microorganismos) que se usan en la dieta animal, suministrados en forma individual o en mezcla, esto ha demostrado un grado de efectividad al obtener resultados benéficos en explotaciones avícolas.

2.6.2 Mezcla de probióticos

La mezcla probiótica busca mejorar las acciones benéficas de los microorganismos que al ser utilizados de forma individual generan un cierto grado de efectividad, pero no el esperado en comparación al realizar una mezcla de microorganismos que aportan los beneficios individualmente propios de cada uno de ellos y que pueden trabajar en distintos órganos, dependiendo de su función se logra potencializar la acción en animales y generar mejores resultados (Curbelo, García, López y Boucourt, 2005).

2.7 El género *Bacillus* sp.

Petersohn (2001) menciona que el género *Bacillus* es del cual se han registrado una serie de investigaciones tanto en el área agrícola como en el campo pecuario, este género se encuentra desde las superficies terrestres hasta las más remotas profundidades, ya que se encuentra colonizando la rizósfera de la raíz de algunas plantas, estas bacterias tienen una de las más amplias distribuciones alrededor del mundo, alcanzando alrededor del 24% del total de bacterias aisladas del suelo. Los beneficios en el área agrícola son importantes e innumerables entre los que se destaca el control biológico de microorganismos fitopatógenos y la fijación biológica de nitrógeno, así mismo se resalta el aporte científico en la producción pecuaria específicamente en pollos de engorde; ya que mejora los parámetros productivos e incrementa la capacidad inmunológica (Ratón, Portuondo, Salas, Ramos y Giro, 2005).

Bacillus subtilis es una de las bacterias más prolíferas dentro del género de *Bacillus* sp. Son organismos ampliamente distribuidos en varios ecosistemas; desde agua dulce, agua salada, material vegetal en descomposición, desiertos e incluso en la Antártida (Gentilini, Reinoso, Echeverría y Leardini, 2007).

Joshi y McSpadden (2006) mencionan que *B. subtilis* se encuentra con mayor frecuencia en suelos agrícolas, en las raíces de las plantas específicamente en la rizósfera de las raíces, así como también en el tracto gastrointestinal de animales de importancia en la explotación pecuaria.

2.7.1 *Bacillus subtilis* en la producción de pollos de engorde

En las aves silvestres, el crecimiento de bacterias se da activamente en el buche, intestinos y ciegos, en estas aves los primeros microorganismos se obtienen del pico, o excrementos de la madre, en el caso de las aves que nacen en plantas incubadoras comerciales no presentan las mismas oportunidades, pero se puede suplir estas necesidades proporcionando

cultivos vivos de bacterias probióticas que colonizan el tracto digestivo y también reduce las cantidades tóxicas de aminos biogénicas (Garlich, 1999).

El efecto que causa el uso de *B. subtilis* en las aves de engorde resulta beneficioso ya que se ha evidenciado en respuesta a la estabilidad de la microbiota intestinal, a su vez una disminución de microorganismos patógenos cabe mencionar que el uso de este probiótico potencializa el incremento de otros probióticos como por ejemplo a *Lactobacillus* sp. (Lata., 2006).

2.8 *Bacillus licheniformis*

B. licheniformis al igual que *B. subtilis* son microorganismos que se encuentran en el suelo y en otros medios de proliferación, pero investigaciones científicas mencionan que estos microorganismos pueden adaptarse a los ecosistemas intestinales como parte de su ciclo de vida, obteniendo buenos resultados en animales tratados con este microorganismo (Jessen, Hansen, Eilenberg y Mahillon, 2003).

Clements, Miller y Streipes (2002) menciona que *B. licheniformis* es un microorganismo anaerobio facultativo y que posee respiración anaeróbica con capacidades de crecimiento fermentativo, por ende, puede proliferar en el tracto gastrointestinal de animales ya que es un medio aeróbico. Investigadores concluyen que el modo de acción de este microorganismo es mediante la producción de enzimas extracelulares y que su efecto potencializador de los aditivos de alimentación microbiana basado en esta bacteria se debe a la producción bacteriana de enzimas que aumentan la digestibilidad del alimento (Paulino y Gómez, 2009).

2.8.1 *Bacillus licheniformis* en la producción de pollos de engorde

Knap, Lund, Kehlet, Hofacre y Mathis (2010) aducen que existe muy poca información disponible sobre el impacto de *B. licheniformis* sobre el metabolismo de los nutrientes en las aves y las alteraciones histológicas en el tracto gastrointestinal, dichos investigadores sugieren el uso de este microorganismo como probiótico ya que es una alternativa a la adición de medicamentos en la alimentación de las aves para el tratamiento de la enteritis necrótica en pollos de engorde, por lo tanto, podría mejorar el crecimiento de los pollos.

Lui et al. (2012) en su investigación con *B. licheniformis* en la adición en agua potable recalcan los beneficios de este microorganismo ya que se observó el incremento del peso corporal de las aves tratadas, al trabajar con este microorganismo se prevé un mejor equilibrio intestinal de la población microbiana ya que promueve el crecimiento de bacterias benéficas, lo que garantiza un sistema intestinal más saludable y una mejora en la absorción de nutrientes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del área de estudio

La parroquia San José de Chaltura es una de las cuatro parroquias rurales del cantón Antonio Ante, limita al Norte con la parroquia San Miguel de Urcuquí del cantón San Miguel de Urcuquí y a su vez en parte con la parroquia de Imbaya, al Sur limita con la parroquia San Francisco de Natabuela, al Este limita con la parroquia de Imbaya y también con San Antonio y al Oeste limita con la parroquia Atuntaqui del cantón Antonio Ante, a una distancia de 4.5 km.

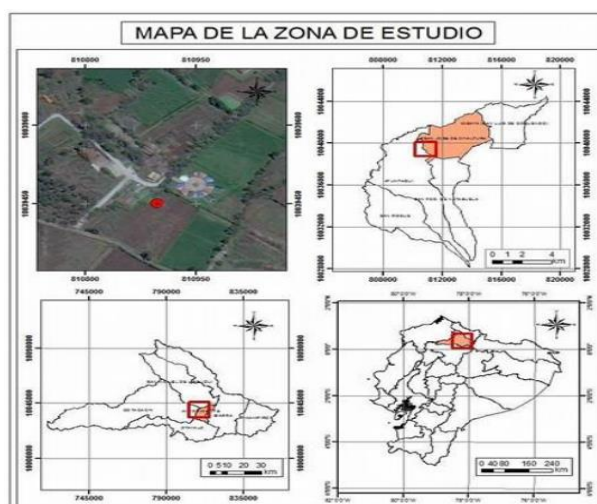


Figura 5. Mapa de ubicación del estudio.

3.1.2 Características de la Granja Experimental “La Pradera”

La presente investigación se llevó a cabo en el galpón de aves de engorde de la Granja Experimental “La Pradera”, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte en la parroquia San José de Chaltura.

Tabla 3.

Características geográficas del área de estudio.

Datos	Granja Experimental “La Pradera”
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	Chaltura
Altitud	2350 msnm
Latitud	00° 21' 32.31" Norte
Longitud	78° 12' 15.02" Oeste

Fuente: GAD Parroquial de Chaltura (2015).

Tabla 4.
Características climatológicas del área de estudio.

Datos	Granja Experimental “La Pradera”
Pluviosidad	600 - 800 mm
Temperatura máxima	22.5 °C
Temperatura mínima	7.9 °C
Temperatura promedio	14 – 18 °C
Humedad relativa media	75%

Fuente: GAD Parroquial de Chaltura (2015).

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que se empleó para el experimento se detallan a continuación (Tabla 5), además de pasar por un proceso de selección, limpieza y desinfección con el fin de garantizar las mejores condiciones físicas y el bienestar animal.

Tabla 5.
Materiales, equipos, insumos y herramientas.

Materiales biológicos	Materiales de campo	Equipos	Insumos	Herramientas
Pollos línea Cobb	Galpón	Termómetro ambiental	Desinfectante de amplio espectro	Escobas
Probióticos	Viruta	Balde 20 l	Cal viva	Bomba de fumigar
vacunas	Corrales de malla	Balanza romana	Cloro 10%	Pala recta
Medios de cultivo (PDA)	Cilindro de gas	Comederos tipo tolva	Vitaminas	
	Cortinas rompe viento	Gramera	Dietas	
		Bebedores de 6 litros	Agua purificada	

3.3 Métodos

3.3.1 Factores en estudio

Se realizó el estudio y análisis del uso de los probióticos y la mezcla de estos en pollos sexados para posteriormente ser comparadas con las técnicas de producción convencionales en pollos de engorde.

Factor A: Sexo del animal

Macho

Hembra

Factor B: Probiótico

1: Probiótico A (*Bacillus subtilis*).

2: Probiótico B (*Bacillus licheniformis*).

3: Probiótico A + Probiótico B (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*).

4: Testigo (Producción intensiva).

Tabla 6.

Identificación de tratamientos, detalles y códigos del experimento.

Tratamiento	Detalle	Código	Dosis
T1	<i>B. subtilis</i> + ♂	Subt + ♂	1 g/l Agua
T2	<i>B. subtilis</i> + ♀	Subt + ♀	1 g/l Agua
T3	<i>B. licheniformis</i> + ♂	Lich + ♂	1 g/l Agua
T4	<i>B. licheniformis</i> + ♀	Lich + ♀	1 g/l Agua
T5	(<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>) + ♂	(Sub+Lich) + ♂	0.5 g + 0.5 g/l Agua
T6	(<i>B. subtilis</i> + <i>B. licheniformis</i>) + ♀	(Subt+Lich) + ♀	0.5 g + 0.5 g/l Agua
T7	Testigo + ♂	T + ♂	Agua natural
T8	Testigo + ♀	T + ♀	Agua natural

3.3.2 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con parcelas divididas en donde la parcela principal fue el sexo de las aves y las subparcelas que comprenden los probióticos que fueron distribuidos en tres bloques (Figura 6).

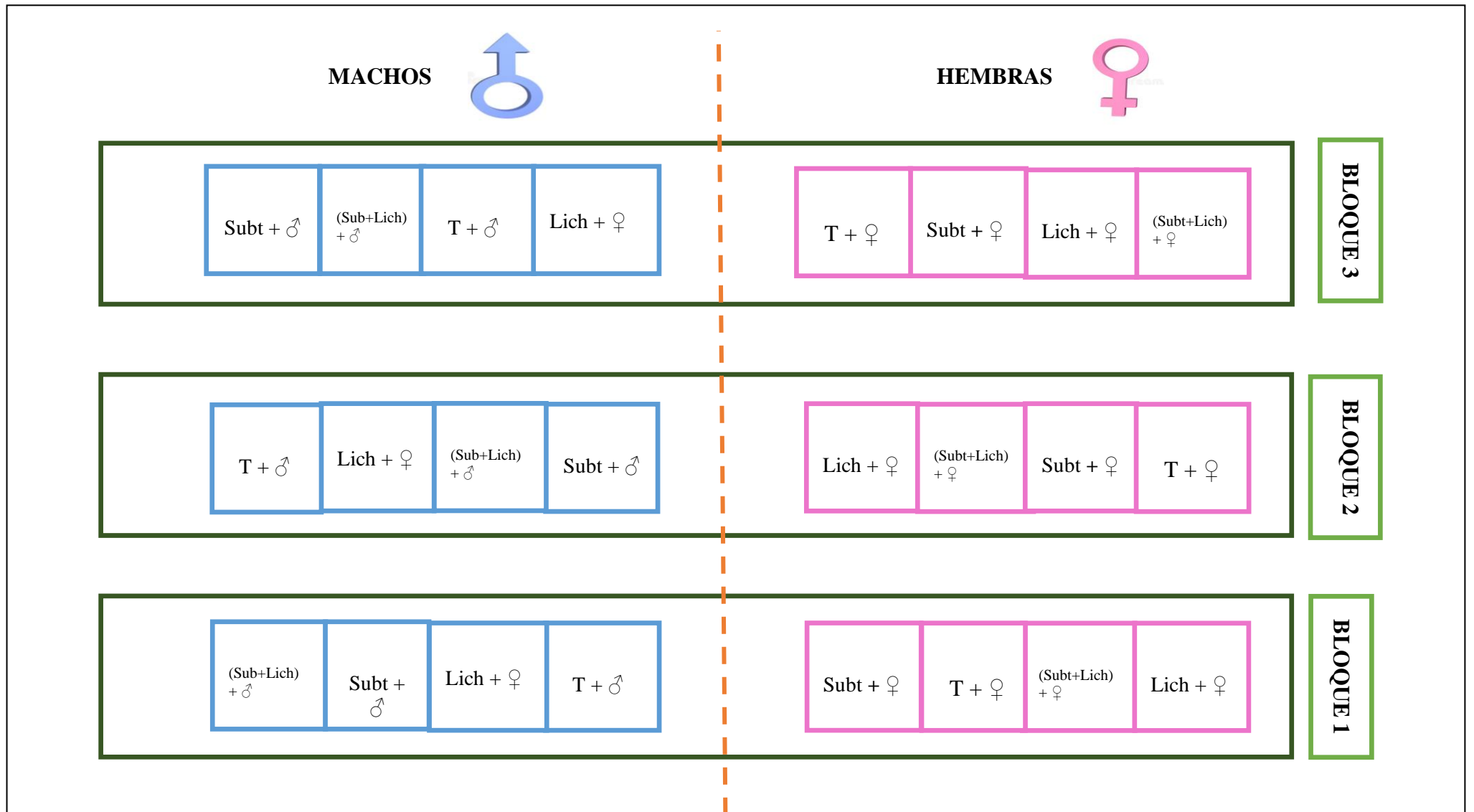


Figura 6. Distribución de áreas de estudio y unidades experimentales.

3.3.3 Características del experimento

- Tratamientos 8
- Bloques 3
- Número de unidades experimentales 24
- Área total del ensayo 50 m²

3.3.2 Características de la unidad experimental

Tabla 7.

Características de la unidad experimental.

Características	Datos
Unidad experimental	Jaulas
Total unidades experimentales	24 unidades
Largo de jaula	1 m
Ancho de jaula	1m
Altura de jaula	1 m
Camino entre jaulas	0.80 m
Animales por jaula	10 pollos

3.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software Infostat versión 2017, para todos los datos medidos. El ADEVA para el diseño experimental a utilizar en la presente investigación se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8.

Análisis de varianza del experimento.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Sexo	1
Bloque × sexo	2
Probióticos	3
Bloque × probiótico	6
Sexo × probiótico	3
Error experimental	6
TOTAL	23

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Peso inicial

El peso inicial se realizó el primer día en la recepción de los pollos, se pesó mediante una balanza de mano marca CAMRY modelo EP120 de 20 kg de capacidad; en primer lugar, se pesó el balde (20 l) en el cual fueron colocados 10 pollos por cada tratamiento establecido, posteriormente se registró los valores, se restó el peso del balde y se dividió para el número de pollos pesados, todos estos valores se los registró en gramos.

3.5.2 Consumo de alimento semanal

Los datos de consumo de alimento por unidad experimental se registraron diariamente, se proporcionó la cantidad de alimento de acuerdo con el Anexo 1 y Anexo 2 dependiendo del sexo y se multiplicó por el número de aves para que después de 24 horas se tome el dato del alimento sobrante y se reste del alimento proporcionado. Se elaboró un registro de la cantidad de alimento consumido por los pollos de cada unidad experimental, para que al final del estudio se realice una sumatoria total de consumo por cada unidad experimental y se procedió a la comparación y análisis.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$A.C = A.S - A.R$$

Donde:

A.C= alimento consumido

A.S= alimento suministrado

A.R= alimento rechazado

3.5.3 Incremento de peso semanal

Esta variable fue registrada a partir de la variable peso inicial y se tomó los pesos semanales de todos los pollos de las unidades experimentales; este dato fue registrado en gramos y se procedió a medir con la ayuda de una balanza de mano marca CAMRY modelo EP120 y un balde (20 l), se pesó el balde y posterior a este procedimiento se colocaron los pollos para tomar el dato. Para finalizar se restó el peso del balde y el valor total se dividió para el número de pollos pesados.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$I.P.S = P.F.S - P.I.S$$

Donde:

I.P.S= incremento de peso semanal

P.F.S= peso final semanal

P.I.S= peso inicial semanal

3.5.4 Conversión alimenticia semanal

Esta variable se la registró semanalmente en cada una de las unidades experimentales con la ayuda de los datos de las variables anteriores (consumo semanal de alimento/incremento de peso semanal). Se consideró el consumo de alimento semanal en gramos y el incremento del peso de los pollos en gramos.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$C.A.S = \frac{C.S.A (g)}{I.P.S (g)}$$

Donde:

C.A.S= conversión alimenticia semanal

C.S.A= consumo semanal de alimento (gramos)

I.P.S= incremento de peso semanal (gramos)

3.5.5 Porcentaje de mortalidad

Para proceder con esta variable se contó con un registro diario de aves muertas de cada una de las unidades experimentales, en las cuales se consideró las posibles causas de muerte con la ayuda de los asesores, por lo tanto, se procedió al conteo de las aves muertas de cada unidad experimental y se documentó en los registros.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\# \text{ de pollos muertos}}{\# \text{ de pollos iniciados}} \times 100$$

3.5.6 Rendimiento a la canal

Los pollos antes de llegar a la fecha de sacrificio (día 42) fueron pesados previo ayuno de 12 horas, para obtener esta variable se calculó la relación entre el peso a la canal y el peso vivo antes del sacrificio.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$REC = \frac{\text{Peso de la canal}}{\text{Peso del animal vivo antes del sacrificio}} \times 100$$

3.5.7 Evaluación del sistema inmunológico

Para esta variable se sacrificó 3 pollos de cada unidad experimental, se calculó la relación entre el peso de los órganos linfáticos y el peso corporal a los 22 y 42 días, determinándose el índice morfométrico; que es la relación entre el peso de la bolsa de Fabricio y el peso corporal del ave. Además, el peso del bazo y el peso corporal, y también el timo con respecto al peso corporal. Se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Grieve (1991).

$$\text{Índice morfométrico} = \frac{\text{Peso del órgano (g)}}{\text{Peso corporal (g)}} \times 100$$

3.5.8 Pruebas de laboratorio (conteo UFC/g y viabilidad del probiótico)

Con el fin de determinar la viabilidad de los microorganismos en el transcurso de la fase de campo, se realizó pruebas de laboratorio en las cuales se determinó la concentración UFC/g de las muestras, esto para garantizar que al momento de suministrar el probiótico en el agua de bebida se determine dicha concentración y el porcentaje de viabilidad de los microorganismos que se ha utilizado en el experimento. Dichas pruebas se las realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica del Norte en el primer día de la recepción de los microorganismos y en el día 26 de edad de los pollos en estudio.

3.5.9 Relación Beneficio/Costo

La relación Beneficio/Costo de una determinada actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica mediante el conocimiento de que por cada unidad monetaria invertida exista un retorno de dinero. El valor que se acepta para considerar una actividad económicamente viable es mayor o igual a uno (Miniño, 1994).

Al término de la fase de campo se realizó dicho análisis económico, se obtuvo un cociente de dividir los beneficios del proyecto o ingresos entre el total actualizado de los costos o egresos con la finalidad de conocer si es factible el uso de probióticos en la producción avícola para que al final se pueda determinar cuál fue el mejor tratamiento en cuanto a esta variable.

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Limpieza y desinfección del área de estudio

Se realizó una limpieza general del área de estudio tanto en los exteriores del galpón como en el interior, así evitar posibles focos de infección que se pudiera tener en el transcurso del ensayo. Esto consistió en una limpieza en seco que se llevó a cabo dentro del galpón realizando un barrido general, de la misma manera se limpió las mallas de ventilación con ayuda de una escoba.

En cuanto a la desinfección del galpón, esta actividad se la realizó con agua y detergente industrial para explotaciones pecuarias, luego se realizó una atomización con dos desinfectantes químicos de amplio espectro, el primero con los siguientes componentes y concentraciones: Amonio cuaternario: 6.5 g, Glutaraldehído: 15.0 g, Glyoxal 2.0 g, Alcohol isopropílico 5.0 g, Ácido bórico 5.0 g, excipientes c.s.p 100 ml. y el segundo desinfectante en concentraciones y a base de Amonio cuaternario: cloruro de Alquildimetilamonio 61.5 g/l. Glutaraldehídos: 58.0 g/l, Formaldehido 84.0 g/l. Glyoxal 19.8 g/l. Alcohol: Isopropanol 40.0 g/l, a razón de 2.5 cc/l de agua para cada uno de los desinfectantes con la ayuda de una bomba de mochila de 20 litros de capacidad de acuerdo con el cronograma de desinfección.

La limpieza del exterior se realizó con producto químico, en concentración de 480 g/l de sal isopropilamina equivalente a 356 g/l de ácido glifosato con una dosificación de 200 cc/20 litros de agua, se culminó esta actividad con un flameo general por todo el interior y exterior del galpón (Figura 7).



Figura 7. Flameo de los interiores del galpón.

3.6.2 Limpieza, desinfección e instalación de cortinas

Antes de la instalación de las cortinas previamente se realizó la limpieza y desinfección (Figura 8) de estas, así evitar problemas de infección de las anteriores producciones avícolas, esta actividad consistió en limpiar dichas cortinas y posteriormente sumergirlas en detergente con su respectivo lavado, una vez secas al sol y aire libre se procedió a cocer entre las cortinas para tener un mejor manejo de ventilación, cabe destacar que para este experimento se colocó tanto cortinas internas como externas, adicional a esto se colocó cortinas de protección específicamente alrededor del área experimental, esto para mantener una temperatura uniforme en los primeros días de producción y su ventilación en los días posteriores.



Figura 8. Desinfección de cortinas exteriores del galpón.

3.6.3. Cama para pollos

Se recomienda que la cama sea de viruta o cascarilla de arroz, entre otros, justamente para esta investigación se determinó usar viruta (Figura 9) de un espesor aproximado de 10 cm previamente verificada que no tenga ningún tipo de contaminante como excrementos de animales y seguido de eso una desinfección parcial con la ayuda de una bomba de mochila de 20 litros de capacidad y una disolución de 3 cc de amonio cuaternario (cloruro de benzalconio) en 1 litro de agua para no humedecerla por completo ya que la cama para la recepción de los pollos debe ser cómoda y así evitar problemas de patas para que en lo posterior se obtenga un máximo desarrollo de los animales en estudio.



Figura 9. Viruta de madera para cama de pollos.

3.6.4 Instalación del experimento

Para la instalación de experimento (Figura 10) se utilizó criadoras a gas, comederos tipo tolva de 4 kg de capacidad, bebederos de 6 litros de capacidad que fueron colocados al igual que los comederos uno por cada unidad experimental y con facilidad de modificar la altura sobre la cama dependiendo de la edad del pollo, además se utilizó tanques de gas, una vez que se ha instalado las unidades experimentales de 1m³ de capacidad (Tabla 7) las cuales fueron ubicadas según el diseño del experimento, se utilizó cuatro criadoras a gas de 100 pollos de capacidad, se colocó estratégicamente las criadoras a una altura aproximada de 1.5 metros del piso, así permitiera que el calor llegara a todas las unidades experimentales, se encendió las criadoras por la mañana o mínimo seis horas antes de la llegada de los pollos al galpón para que no se vean afectados por el cambio de temperatura y esto afecte en el desarrollo de las aves.



Figura 10. Área de estudio establecida con respecto al diseño experimental.

3.6.5 Manejo de agua de bebida y dosificación de probióticos

El agua de bebida para los pollos se trabajó con agua mineral sin gas embotellada, con ello garantizar que está en los niveles adecuados en cuanto a los factores físico-químicos recomendados para agua de bebida en pollos de engorde (Tabla 9). El volumen fue suministrado de acuerdo con la edad del pollo (Anexo 5) y se realizó los cálculos correspondientes para las cada una de las unidades experimentales, tomando en cuenta la temperatura del galpón y el número de aves por unidad experimental.



Figura 11. Control de agua purificada para agua de bebida.

De los cálculos obtenidos se suministró un determinado porcentaje (50 %) del total a ser suministrado para cada día según la edad de los animales, el cual fue mezclado conjuntamente con el probiótico según el tratamiento (Figura 11), esto para garantizar que los animales de las unidades experimentales consumieran de forma eficiente el tratamiento con los microorganismos, una vez que los animales han consumido toda la cantidad del porcentaje de agua se procedió a suministrar la cantidad restante para completar toda la cantidad calculada de agua diaria y evitar posibles afectaciones por estrés hídricos en las aves debido a la no disponibilidad del líquido. Como ejemplo se puede evidenciar el cálculo de suministro de agua para el día 21 de producción en el Anexo 6.

Tabla 9.

Factores físico-químicos y niveles ideales para agua de bebida en pollos de engorde.

Contaminante o características	Nivel ideal	Máximo aceptable
Bacterias	0/ml	10.000/ml
Calcio	60 mg/ml	-
Cloro	14 mg/ml	250 mg/ml
Cobre	0.002 mg/ml	0.6 mg/ml
Coliformes	0/ml	5.000/ml
Dureza total	60-180	-
Hierro	0.2 mg/ml	0.3 mg/ml
Plomo	-	0.02 mg/ml
Magnesio	15 mg/ml	125 mg/ml
Nitratos	10 mg/ml	25 mg/ml
Nitritos	0.4 mg/ml	4 mg/ml
pH	6.8 – 7.5	-
Sodio	32 mg/ml	-
Sulfato	125 mg/ml	250 mg/ml
Zinc	-	1.50 mg/ml

Fuente: López y Olvera (2000).

Tabla 10.

Consumo de agua de acuerdo con la edad del ave y temperatura del galpón.

Edad semanas	21 °C: l/día/1000 pollos	32 °C: l/día/1000 pollos
1	28	32
2	65	104
3	112	233
4	165	341
5	206	420
6	240	461
7	266	484

Fuente: Correa (2016).

3.6.6 Alimentación

El alimento suministrado a las aves de esta investigación se lo realizó en la granja experimental “La Pradera” (Figura 12) ya que al ser una investigación para determinar los efectos de probióticos en la morfometría y parámetros productivos de pollos de engorde, se tomó en consideración la inocuidad y calidad del alimento suministrado durante el periodo de estudio, así garantizar que el balanceado realizado no cuente con preservantes ni aditivos de fábrica, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales para cada etapa de desarrollo y así lograr un máximo desempeño de las aves en estudio.



Figura 12. Mezcla de alimento para alimentación de los pollos.

En el Anexo 40 se observa las cantidades de las materias primas, componentes y niveles nutricionales de las tres etapas de producción que fueron utilizadas en la investigación tomando en consideración la inocuidad de los productos, el total de cada ingrediente fue calculado para la cantidad de animales establecida para el proyecto.

3.6.7 Concentraciones UFC/g de *B. subtilis* y *B. licheniformis*

Los microorganismos con los que se trabajó en la fase de campo tuvieron una concentración 1×10^9 UFC/g (1 000 000 000 UFC/g), tanto para *B. subtilis* como para *B. licheniformis*, los cuales fueron debidamente analizados y registrados con una certificación de laboratorio por parte de la empresa proveedora. Estos microorganismos llegaron de la ciudad de Riobamba, los cuales fueron transportados con refrigeración durante el trayecto del viaje para evitar la muerte o reducción en la viabilidad del probiótico.

Para realizar las pruebas de laboratorio y determinar la viabilidad, así como la concentración UFC/g tanto para *B. subtilis* como *B. licheniformis* se procedió a realizar un cultivo madre para enseguida proceder con el método de dilución seriada para obtener una muestra final en la cual sea posible el conteo, una vez concluido este método se procedió a realizar la siembra en cajas Petri previamente lavadas y desinfectadas en las cuales se adicionó el medio de cultivo Potato Dextrose Agar (PDA). Así se dejó cultivar a temperatura de 37 °C – 38 °C para posterior con la ayuda de la cámara Neubauer y de un microscopio realizar el contero para cada uno de los microorganismos a estudiar.

3.6.8 Sacrificio de los pollos para la variable rendimiento a la canal

En el día 42 se seleccionó tres pollos al azar de cada una de las unidades experimentales en estudio, previo ayuno de 12 horas y con disponibilidad de agua a voluntad para que el contenido del TGI sea evacuado, se procedió a pesar al animal para luego pasar a un proceso de insensibilización y con la ayuda de un punzón se cortó la arteria carótida izquierda y la vena yugular para el desangramiento, este proceso duró aproximadamente 2 a 3 minutos ya que si se prolongara por más tiempo se inicia el proceso de rigor mortis derivando en complicaciones en el desplumado debido a la rigidez cadavérica reflejada en el endurecimiento de los folículos, en cuanto al escaldado se lo realizó con un escaldado fuerte que consistió en sumergir al animal en agua a 64 °C por 45 segundos, el desplumado se lo realizó manualmente.

De los tres animales sacrificados se procedió a retirar los órganos linfoides a ser evaluados: timo, bazo y bolsa de Fabricio para la variable índice morfométrico, una vez pesados dichos órganos se procedió a retirar el cuello, los órganos que comprenden el TGI (faringe, esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos, intestino grueso, recto, cloaca, y órganos accesorios; hígado, páncreas y vesícula biliar) también se retiró los riñones y el corazón, debido a la dificultad de extracción de los pulmones estos no se retiraron, para retirar las patas se realizó un corte de 1 centímetro por debajo de la articulación intertarsiana o corvejón que se encuentra medial entre el hueso tarso-metatarso y el hueso tibio-tarso, esto para que la piel no se retraiga.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron analizados a través del paquete estadístico INFOSTAT versión 2017, los cuales se presentan a continuación.

5.1 Consumo de alimento semanal

Una vez realizado el análisis estadístico para la variable consumo de alimento los resultados muestran que no existe interacciones entre las fuentes de variación semana, sexo y probiótico ($F=0.63$; $gl=15, 94$; $p=0.8446$), de igual manera sucede con los factores de sexo y probiótico ($F=0.06$; $gl=3, 94$; $p=0.9808$), caso similar se encuentra entre las fuentes de variación semana y probiótico ($F=0.61$; $gl=15, 94$; $p=0.8606$). Por el contrario, los resultados muestran que existe una interacción entre las fuentes de variación semana y sexo ($F=14.14$; $gl=5, 94$; $p<0.0001$), finalmente, en la fuente de variación probiótico no se evidencia una diferencia significativa como indican sus valores ($F=0.21$; $gl=3, 94$; $p=0.8918$) esto se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11.
Análisis de varianza de consumo de alimento.

Fuente de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de libertad Error	de	Valor F F	Valor p p
Semana	5	94		3653.90	<0.0001
Sexo	1	94		2.91	0.0914
Probiótico	3	94		0.21	0.8918
Semana : Sexo	5	94		14.14	<0.0001
Semana : Probiótico	15	94		0.61	0.8606
Sexo : Probiótico	3	94		0.06	0.9808
Semana ; Sexo : Probiótico	15	94		0.63	0.8446

En la Figura 13 se puede observar el consumo de alimento con respecto al periodo de producción, se muestra que las tres semanas iniciales existe diferencia de consumo de alimento entre machos y hembras desde el día 1 hasta el día 21 de edad, así; para la primera semana se muestra una diferencia de 3.48% sabiendo que el consumo de las hembras fue de 158.74 g/ave y el de los machos de 153.20 g/ave, de la misma manera en la segunda semana existió una diferencia de 4.02%, tomando en consideración que el consumo de hembras y machos fue de 342.11 y 328.35 g/ave, respectivamente, por el contrario en la tercera semana existe una

diferencia de 1.60% en donde se evidencia que los machos consumieron más alimento con 531.18 g/ave y las hembras 522.18 g/ave.

A partir de la cuarta semana hasta finalizar el experimento (sexta semana) el consumo de alimento en los machos fue en crecimiento hasta culminar con una media de 1 584.32 g/ave en la sexta semana y con diferencia en el consumo de 237.43 g/ave entre macho y hembra, presentando una diferencia con respecto a la hembra de 14.98% quienes obtuvieron una media final de 1 346.59 g/ave en la sexta semana.

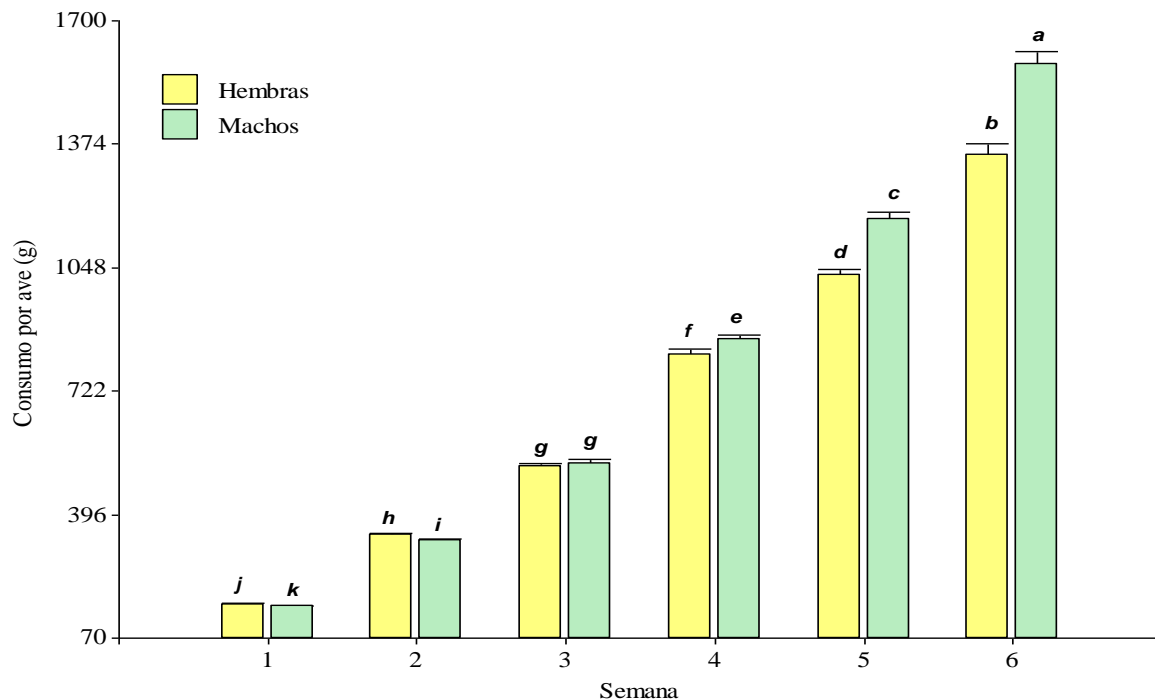


Figura 13. Consumo de alimento con respecto periodo de producción.

Rosero, Ferney y López (2012) en su investigación con un total de 160 aves de engorde; en la cual indagaron el consumo de alimento de las líneas Cobb 500 y Ross 308 debidamente sexadas, es decir, 40 machos para la línea Cobb 500, 40 hembras para la línea Cobb 500, 40 machos para la línea Ross 308 y 40 hembras para la línea Ross 308, dicha investigación arrojó resultados favorables en esta variable para los machos en estudio, tanto para la etapa de iniciación (1-21 días) como para la etapa de finalización (22-42 días) para la etapa de iniciación, los machos de la línea Cobb consumieron un promedio de 927 g/ave y los machos de la línea Ross 928 g/ave lo cual significa una diferencia de 0.75% y 0.21% con respecto a las hembras de cada línea, esto discrepa de esta investigación ya que los machos en estudio consumieron un promedio 1 012.73 g/ave y las hebras un promedio de 1 023.53 g/ave lo que arroja una diferencia a favor de las hembras de 1.05% para la misma etapa de producción.

Rosero et al. (2012) en la etapa de finalización (22 a 42 días) la línea Cobb 500 los machos consumieron 2 872.7 g/ave superando a las hembras con 0.66%, por otro lado, los machos de la línea Ross 308 consumieron 2 864.18 g/ave en la misma etapa de producción, de la misma manera superó a las hembras con 0.54%. Pese a que no se encontró similitudes en la diferencia porcentual, concuerda con la actual investigación ya que se demuestra que los machos consumieron un promedio de 3 619.1 g/ave y las hebras consumieron un promedio total de 3 195.67 g/ave, esto concluye que los machos obtuvieron un mayor consumo de alimento con 11.69% de 22 a 42 días.

Se nota claramente una diferencia para el consumo total de alimento para machos de 4 631.83 g/ave con respecto a las hembras que fue de 4 219.2 g/ave. Campo, Romero y Medina (2004) ratifican esta información con respecto al consumo de alimento, ya que en su estudio recalcan que una parvada de pollos de engorde no existe un consumo de alimento ni tampoco existe una tasa de crecimiento uniforme, además. Penz (2007) corrobora dicha información ya que el consumo de alimento es mayor en los machos debido a la biodisponibilidad de este, además señala otros factores posibles que pudieren ser favorables para este sexo, cita así las características genéticas y fisiológicas del ave; el macho por sus características fenotípicas es superior en el consumo de alimento que las hembras.

Para la fuente de variación probióticos no existe diferencia significativa para ninguno de los probióticos en estudio al igual que los ensayos realizados por Osorio et al. (2010) quienes ratifican la información al establecer que no existe diferencia estadística entre sus tratamientos, siendo que el menor valor fue para los pollos tratados con una mezcla probiótica (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus reuteri*) que obtuvieron un consumo de 5 026 g/ave, mientras que el mayor consumo de alimento presentó el tratamiento control (sin adición) 5 254 g/ave para la sexta semana de edad.

5.2 Incremento de peso semanal

En la Tabla 12 se muestran los resultados de los análisis de varianza para la variable incremento de peso semanal, donde se puede evidenciar que no existe interacción entre las fuentes de variación semana, sexo y probiótico ($F=1.48$; $gl=15, 94$; $p=0.1277$), de la misma manera se evidencia que no existe interacción para sexo y probiótico ($F=0.30$; $gl=3, 94$; $p=0.8280$), así mismo no existe una interacción para las fuentes de variación semana y probiótico ($F=2.38$; $gl=15, 94$; $p=0.0058$). A pesar de lo antes mencionado se evidencia una

interacción entre los factores semana y sexo como muestran los datos ($F=2.93$; $gl=5, 94$; $p=0.0167$), se finaliza el análisis donde existe una diferencia significativa tanto para las variables sexo y semana independientemente entre ellas con ($F=6.93$; $gl=1, 94$; $p=0.0099$) y ($F=327.08$; $gl=5, 94$; $p<0.0001$), respectivamente.

Tabla 12.
Análisis de varianza para la variable incremento de peso semanal.

Fuente de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de libertad Error	Valor F F	Valor p p
Semana	5	94	327.08	<0.0001
Sexo	1	94	6.93	0.0099
Probiótico	3	94	0.99	0.4005
Semana : Sexo	5	94	2.93	0.0167
Semana : Probiótico	15	94	2.38	0.0058
Sexo : Probiótico	3	94	0.30	0.8280
Semana : Sexo : Probiótico	15	94	1.48	0.1277

En la Figura 14 se puede destacar que la primera semana el mejor tratamiento para incremento de peso semanal fue para la mezcla probiótica (*B. subtilis* + *B. licheniformis*) con una media de 106.40 g/ave, para la segunda semana el mejor tratamiento fue para *B. licheniformis* con 192.21 g/ave, para la tercera y cuarta semana los mejores tratamientos fueron para el Testigo y *B. licheniformis* con 375.67 y 582.69 g/ave, respectivamente, en la quinta semana el mayor incremento de peso de las aves presentó el tratamiento *B. licheniformis* con una media de 635.43 g/ave, de igual manera, para la sexta semana el mejor tratamiento fue *B. licheniformis* con 458.35 g/ave. Existe una diferencia de 27.86% entre la quinta semana y la sexta semana de edad, siendo que en la quinta semana es donde existe el pico máximo en aumento de peso.

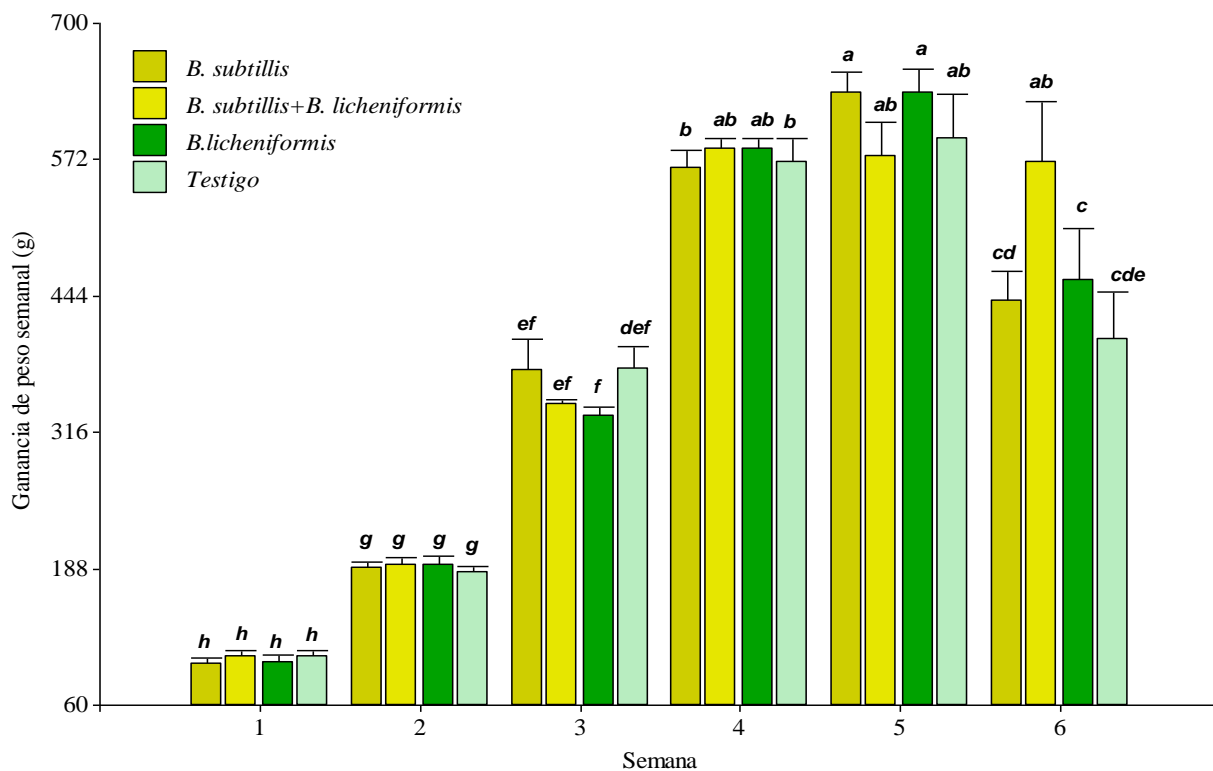


Figura 14. Incremento de peso semanal con respecto al tratamiento.

Los mejores resultados para el incremento de peso en la quinta semana fueron para el tratamiento con *B. licheniformis*, mientras que la primera semana se evidencia que el mejor tratamiento fue para *B. subtilis* + *B. licheniformis* con una diferencia porcentual de 6.91% de las aves tratadas con *B. subtilis*, quienes para esta edad fueron los que menos peso ganaron (99.0 g/ave), pese a lo antes mencionado estos resultados fueron mejores frente a los datos que reportó Quiroa Franco (2019) quien concluyó que el grupo tratado con el probiótico arrojó 71.5 g/ave de incremento de peso.

Quintana et al. (2015) indican que los microorganismos utilizados para producciones avícolas actúan favorablemente en el control del crecimiento bacteriano de enteropatógenos, ya que se demuestra que se obtuvo un efecto trófico en el epitelio intestinal lo que es beneficioso en los procesos de digestibilidad y absorción de nutrientes suministrados, lo que conlleva positivamente en parámetros productivos como el caso de incremento de peso vivo.

En la Figura 15 se destaca que las hembras alcanzan un peso superior tanto en la primera como en la segunda semana de producción; con medias de 110.41 y 196.62 g/ave, respectivamente, pese a lo antes mencionado a partir de la tercera semana hasta culminar con el experimento fueron los machos quienes presentaron mejores resultados en el incremento de peso en comparación a las hembras, una vez concluida la investigación para la sexta semana se

muestra un declive en el peso tanto para machos con 498.56 g/ave como para hembras 436.77 g/ave, donde su pico máximo de peso fue en la quinta semana con medias de 648.66 y 569.64 g/ave, respectivamente, lo que arroja una diferencia de 12.18%.

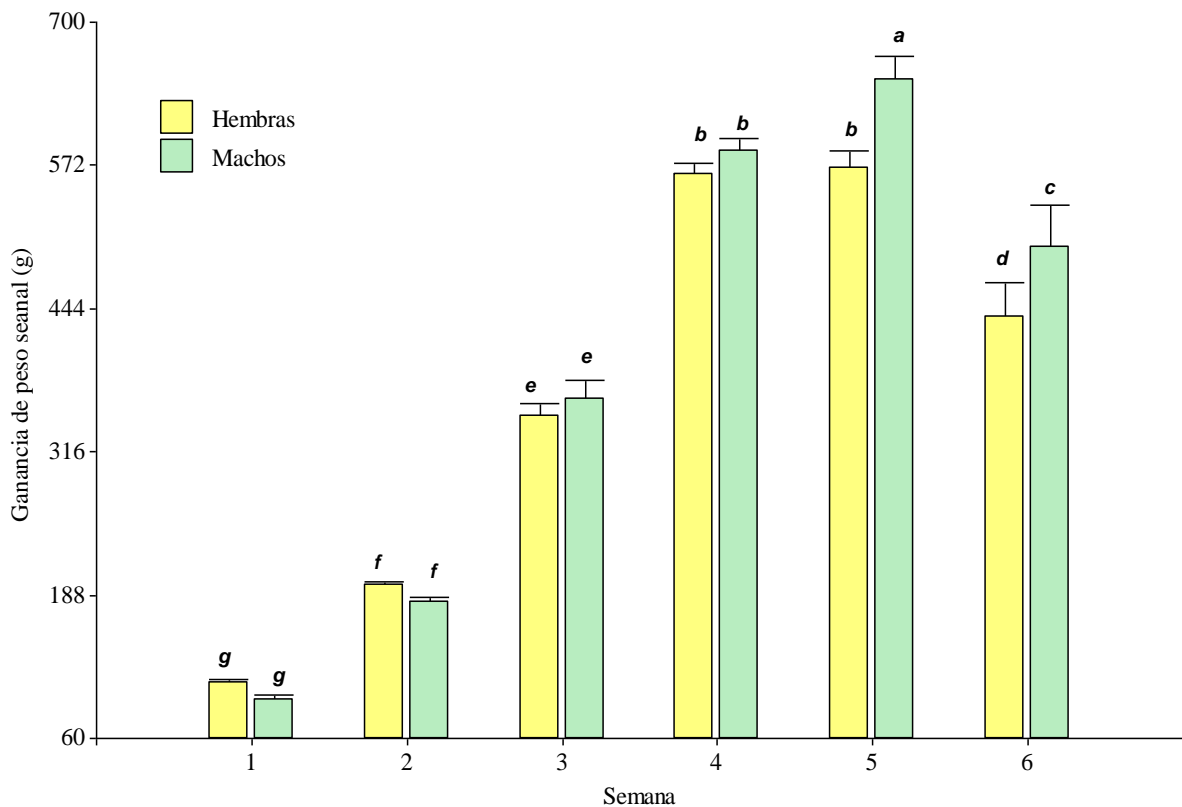


Figura 15. Incremento de peso semanal con respecto al sexo.

Rosero et al. (2012) realizaron un estudio para los factores sexo y tiempo de producción en la línea Cobb 500, en dos etapas productivas (1 a 21 días y 22 a 42 días) para determinar el incremento de peso, los resultados obtenidos fueron; en la etapa de iniciación (1 a 21 días) las hembras obtuvieron un incremento de peso de 699 g/ave, por otro lado los machos obtuvieron un incremento de 659 g/ave, lo que hace una diferencia del 4%, para la etapa de finalización (22 a 42 días) los machos obtuvieron un incremento de peso de 1 641 g/ave, y las hembras 1 415 g/ave, lo que hace una diferencia del 13.77%, esto ratifica los valores obtenidos en esta investigación ya que en la edad de 1 a 21 días las hembras obtuvieron un incremento de peso promedio de 654.83 g/ave, por otro lado, los machos obtuvieron un incremento de peso promedio de 640.86 g/ave lo cual refleja una diferencia de 2.13%, mientras que en la etapa de finalización los machos superan en el incremento de peso con valores promedio de 1 731.8 g/ave, y las hembras obtuvieron un valor de 1 571.01 g/ave lo que refleja una clara diferencia del 9.28%.

El incremento de peso total en la fase de investigación arroja un resultado de 2 366.16 g/ave a favor de los pollos que fueron tratados con *B. subtilis* + *B. licheniformis*, en comparación al testigo quienes obtuvieron un incremento de 2 230.23 g/ave lo que demuestra una diferencia de 135.93 g/ave (5.74%) entre tratamientos, esto supera a lo reportado por Enriquez (2012) quien encontró una diferencia entre el uso de *B. subtilis* + *L. acidophilus* (1.5 ml/l) de 2.93% con respecto al testigo.

Hernawan, Wahyuni, y Suprapti (2012) aseguran que el dimorfismo sexual es la principal causa de heterogeneidad en instalaciones de producción de pollos mixta, además recalcan que los machos desde el primer día de edad ganan en 1% en peso corporal que las hembras, este potencial incremento de peso en los pollos machos se debe principalmente a la genética de los animales y a sus procesos fisiológicos,

5.3 Conversión alimenticia

En la Tabla 13 se puede observar que existe una interacción para las fuentes de variación semana, sexo y probiótico con los siguientes valores ($F=1.94$; $gl=15, 94$; $p=0.0281$) para la variable conversión alimenticia, mientras que para las fuentes de variación sexo y probiótico no se muestra efecto ($F=1.00$; $gl=3, 94$; $p=0.3963$), caso contrario sucede entre los factores semana y probiótico donde se muestra un interacción entre ellas ($F=2.17$; $gl=15, 94$; $p=0.0124$), además, se evidencia que no existe interacción entre las fuentes de variación semana y sexo ($F=0.65$; $gl=5, 94$; $p=0.6622$), finalmente analizando el factor semana se muestra que existe una diferencia significativa con ($F=130.63$; $gl=5, 94$; $p<0.0001$).

Tabla 13.
Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.

Fuente de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de libertad Error	Valor F F	Valor p P
Semana	5	94	130.63	<0.0001
Sexo	1	94	2.20	0.1411
Probiótico	3	94	1.79	0.1544
Semana : Sexo	5	94	0.65	0.6622
Semana : Probiótico	15	94	2.17	0.0124
Sexo : Probiótico	3	94	1.00	0.3963
Semana : Sexo : Probiótico	15	94	1.94	0.0281

En la Figura 16 se muestra la conversión alimenticia para machos a lo largo del ciclo de producción, en la primera semana los mejores resultados obtenidos fueron de la mezcla probiótica de *B. subtilis* + *B. licheniformis* con 1.51, así mismo para la segunda semana la mejor conversión alimenticia fue para *B. licheniformis* con 1.71, para la tercera semana el mejor tratamiento fue para *B. subtilis* con 1.38, de la misma manera para la cuarta semana el mejor tratamiento para la variable conversión alimenticia fue para *B. licheniformis* con 1.43, para la quinta y sexta semana los mejores resultados fueron para el testigo y la mezcla probiótica con 1.76 y 2.61, respectivamente.

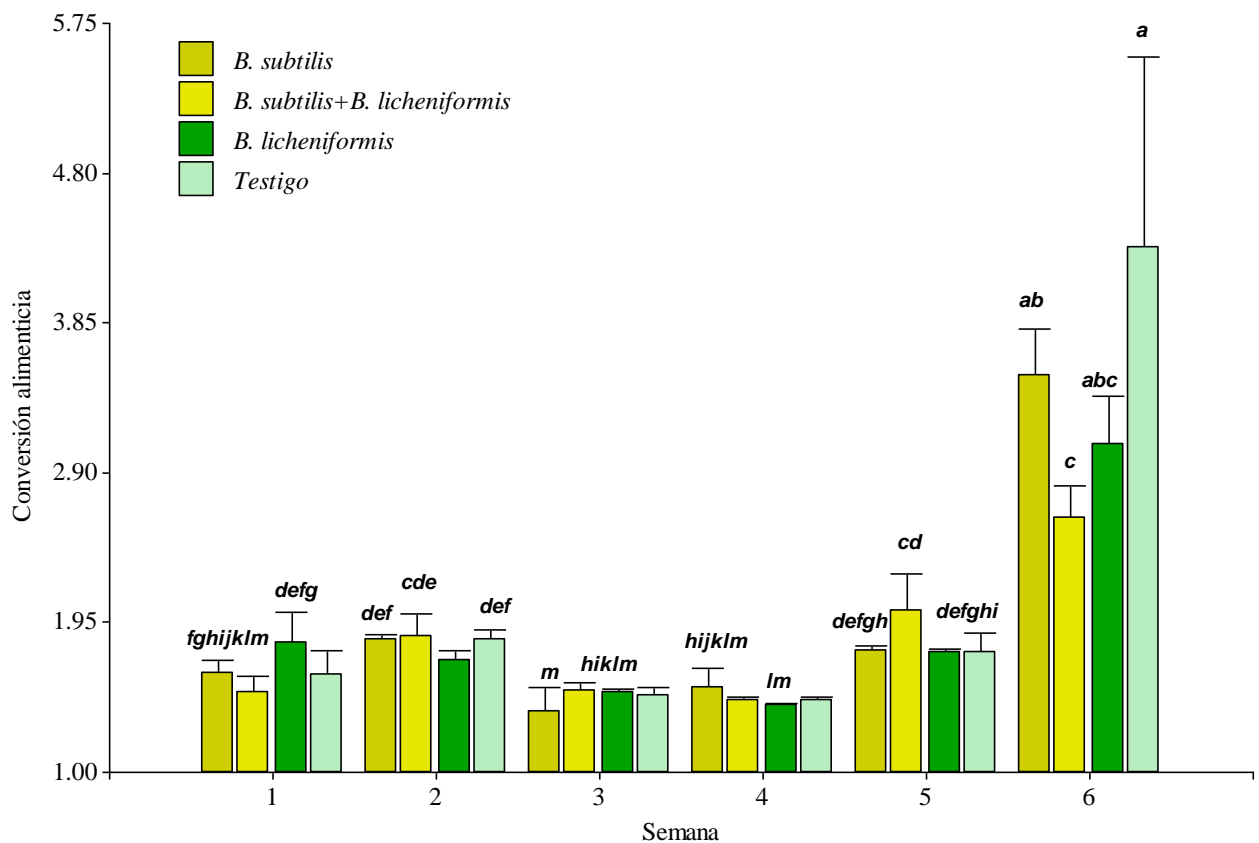


Figura 16. Conversión alimenticia para el factor machos.

Bai et al. (2016) en su experimento con la adición del probiótico *B. subtilis* cepa FMBJ en la producción de pollos de engorde, realizaron una media por cada ciclo de producción, así; para la etapa de crecimiento (1-21 días) los mejores resultados lo obtuvo el tratamiento BS-2 (4×10^{10} UFC/kg) obteniendo una conversión alimenticia de 1.45, estos valores se diferencian de la actual investigación ya que el mejor tratamiento fue *B. subtilis* que superó dichos datos con un valor de conversión alimenticia de 1.61 para el mismo ciclo de producción, pese a lo antes mencionado se encuentran por debajo a los valores reportados por Lazo Barrera (2016) ya que la conversión alimenticia fue de 1.72 para la etapa de producción de inicio.

En la investigación de Bai et al. (2016), el valor de conversión alimenticia para la etapa de engorde (21-42 días) reportaron un valor de 1.43 para el tratamiento (BS-2), lo cual denota una diferencia con la actual investigación ya que las aves que fueron tratadas con *B. subtilis* obtuvieron una conversión de 2.27, pese a lo antes mencionado la mejor conversión alimenticia para este ciclo fue para la mezcla probiótica con 2.03 en esta variable.

Por otro lado, En la Figura 17 se detallan los resultados obtenidos para la variable conversión alimenticia en las hembras, se puede observar que en la primera semana de producción los mejores resultados obtenidos fueron para el testigo con 1.37, de la misma manera en la segunda semana los valores fueron de 1.71 para la mezcla de *B. subtilis* + *B. licheniformis*, en la tercera semana el mejor resultado fue para el testigo con un valor de 1.44, para la cuarta semana se aprecia que el mejor tratamiento fue para *B. subtilis* + *B. licheniformis* con 1.40, finalmente para la quinta y sexta semana se obtuvieron los valores 1.70 para *B. licheniformis* y 2.85 para *B. subtilis* + *B. licheniformis*, respectivamente.

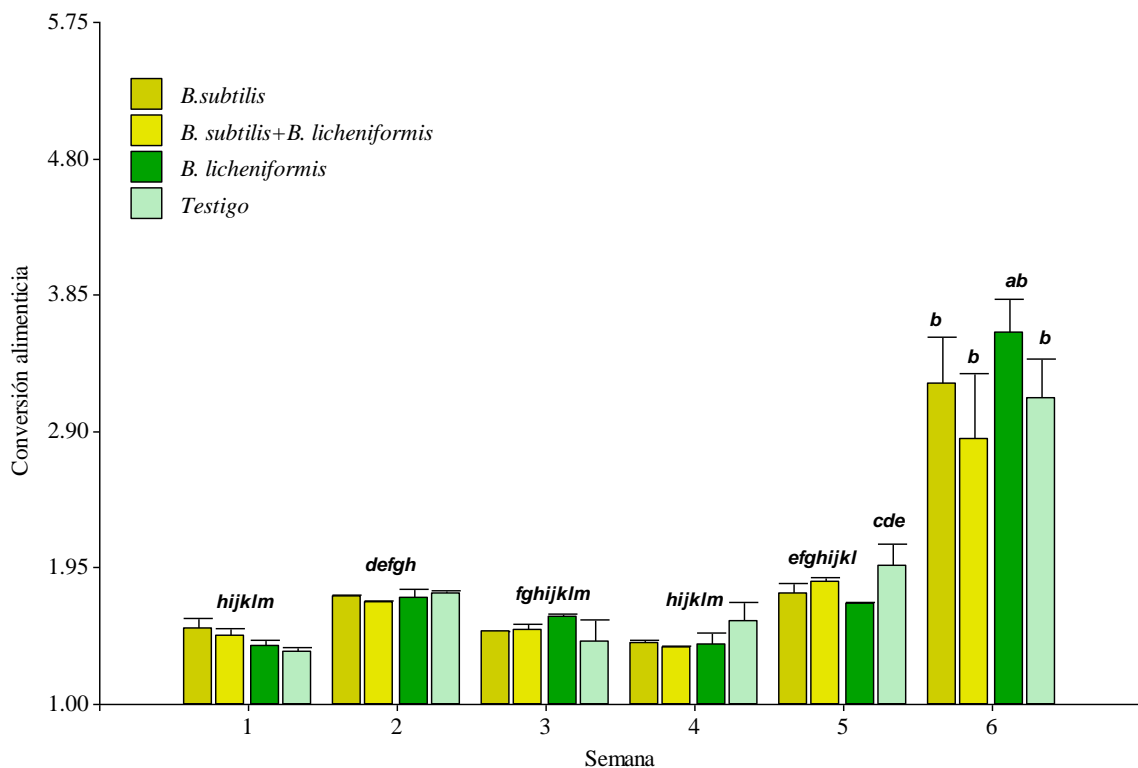


Figura 17. Conversión alimenticia para el factor hembras.

El mejor resultado para la variable conversión alimenticia en el factor hembras fue para las aves tratadas con la mezcla probiótica (*B. subtilis* + *B. licheniformis*) con una media final de 1.80, estos resultados son superiores con respecto al suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb-500, en el cual a los 42 días de edad se

presenta una conversión alimenticia de 1.71 para las hembras, lo que arroja una diferencia del 5% con respecto a la guía de manejo.

De acuerdo con Acosta et al. (2007) quienes realizaron una investigación en pollos parrilleros en la cual observaron el efecto de la mezcla probiótica entre *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus* para la variable conversión alimenticia, de lo cual obtuvieron como resultado 1.56 a los 21 días de edad. Para esta edad, los pollos en producción de la actual investigación obtuvieron un mejor resultado con un valor de 1.38. Según Quiroa Franco (2019) esto se debe a que los microorganismos dentro del TGI del pollo ejercen actividad en las enzimas digestivas y promueven una mayor actividad de proteasa y amilasa, por consecuencia se deriva en una mejor asimilación y digestibilidad de proteínas y almidón.

5.4 Porcentaje de mortalidad

En la Tabla 14 se puede observar los resultados obtenidos en la investigación realizada, se puede observar que no existe interacción entre las fuentes de variación sexo y probióticos ($F=1.11$; $gl=3, 14$; $p=0.3777$), de la misma manera se evidencia que no existe diferencia significativa para el factor probiótico con los datos obtenidos ($F=0.0605$; $gl=3, 14$; $p=0.0605$), para el factor en estudio sexo de los animales se puede detallar que no existe diferencia significativa ($F=0.4279$; $gl=1, 14$; $p=0.4279$).

Tabla 14.
Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad.

Fuente de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de Libertad Error	Valor F F	Valor p p
Sexo	1	14	0.67	0.4279
Probiótico	3	14	3.11	0.0605
Sexo : Probióticos	3	14	1.11	0.3777

Flachowsky, Bitsch y Jahreis (1999) en su investigación en pollos de ceba demostraron que una cepa de *Bacillus cereus* es capaz de actuar en beneficio de su hospedero, específicamente en el intestino delgado de los pollos, en cuanto a la mortalidad de este experimento los autores antes citados detallan que mediante la aplicación de dicho microorganismo se logró reducir la mortalidad entre 2.7% y 4.5% con respecto al control, esto se ratifica en esta investigación ya que se puede evidenciar que la mortalidad del tratamiento testigo fue 1.67% a comparación de las aves que fueron tratadas con *B. subtilis* quienes presentaron una mortalidad nula.

Por el contrario Osorio et al. (2010), en sus ensayos obtuvieron resultados desfavorables para el probiótico comercial Biomin® Poultry 5 Star (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus reuteri*) debido principalmente a problemas metabólicos de ascitis lo cual arrojó como resultado un aumento de mortalidad en 1.8%, esto coincide con esta investigación ya que los datos reflejan que el mayor porcentaje de mortalidad lo obtuvo el tratamiento de las aves que fueron suministradas con el probiótico *B. licheniformis* con un total de 8.33% para este tratamiento (Tabla 15).

Tabla 15.
Medias de mortalidad por tratamiento.

Probióticos	Medias±EE	Rango
B	8.33 ± 2.04	A
AB	3.33 ± 2.04	A B
T	1.67 ± 2.04	B
A	0.00 ± 2.04	B

Enriquez (2012) recalca la eficiencia del uso de probióticos tanto en aspectos zootécnicos como fisiológicos, los datos arrojados en su investigación en pollos de engorde confirman que el uso de probióticos comerciales a base de cepas de *Bacillus subtilis* y *Lactobacillus acidophilus* son mejores que los tratamientos control o testigos, es así que en su experimento los mejores resultados fueron para el probiótico comercial con un valor de 2.69%, mientras que el testigo presentó una mortalidad de 5.5%, esto se asemeja a la presente investigación ya que los mejores resultados fueron para el tratamiento *B. subtilis* (0.00 ± 2.04) y la mayor mortalidad se presentó por *B. licheniformis* (8.33 ± 2.04).

Pérez et al. (2005) ratifican la información ya que los beneficios del uso de probióticos se evidencian en el estado de salud de las aves y en la disminución de la mortalidad, esto se debe a la acción de los microorganismos dentro del TGI al realizar una acción de control o inhibidor de bacterias patógenas causantes de enfermedades lo cual se comprueba el principio de exclusión competitiva.

5.5 Rendimiento a la canal

En la Tabla 16 se puede evidenciar los resultados obtenidos para la variable rendimiento a la canal en los cuales se puede observar que para los factores sexo y probiótico no se encuentra ningún tipo de interacción (F=0.43; gl=3, 62; p=0.7357), de la misma manera para el factor en estudio probióticos analizado individualmente se puede evidenciar que tampoco se encontraron

diferencia significativas ($F=0.01$; $gl=3, 62$; $p=0.9986$). Con respecto al factor sexo, donde se encontró que si existe diferencia significativa con los siguientes resultados $F=4.16$; $gl=1, 62$; $p=0.0357$.

Tabla 16.
Análisis de varianza para rendimiento a canal.

Fuente de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de Libertad Error	Valor F F	Valor p p
Sexo	1	62	4.16	0.0457
Probióticos	3	62	0.01	0.9986
Sexo : Probióticos	3	62	0.43	0.7357

En la Figura 18 se detalla los resultados obtenidos en cuanto a la variable de rendimiento a la canal en los cuales se puede observar que los mejores resultados fueron obtenidos por las hembras con un valor de 72.90%, por otro lado, los machos obtuvieron un 4.5% menos, con un valor final de 69.62% en los resultados finales para esta variable.

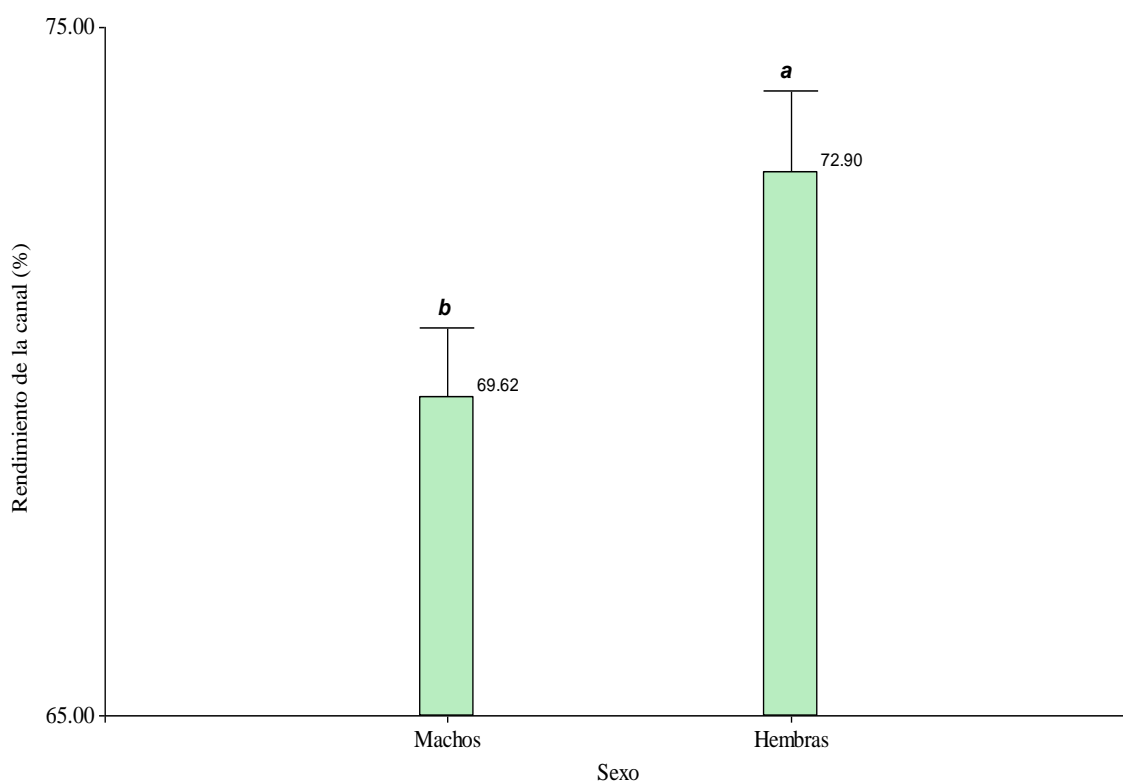


Figura 18. Rendimiento a la canal para macho y hembras.

Vera Loor, Cedeño Hernández, Solórzano Zambrano y Bonilla Loor (2019) en sus estudios en pollos de ceba con tratamiento a base de una mezcla probiótica de *B. subtilis* y *Lactobacillus salivarius* en distintas dosificaciones suministradas en agua de bebida,

obtuvieron resultados favorables para el T4 (0,5 ml de *B. subtilis* y 1.5 ml de *Lactobacillus salivarius* por litro de agua) con un rendimiento de 77.77%, mientras que el menor resultado fue para el T3 (0.5 ml de *B. subtilis* y 1 ml de *Lactobacillus salivarius* por litro de agua) con un rendimiento de 73.46%, estos resultados se diferencian de la presente investigación ya que la mezcla probiótica a base de *B. subtilis* y *B. licheniformis* obtuvieron un valor de 71.13%, mientras que los mejores resultados se obtuvieron por las aves que fueron tratadas con *B. subtilis* con un rendimiento de 71.22%.

Caso contrario sucede con Acosta et al. (2007) ya que en sus ensayos en los cuales realizaron una mezcla entre *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus*, arrojaron resultados desfavorables para los microorganismos usados, cabe destacar que el rendimiento a la canal se obtuvo un valor de 60.75% para la mezcla probiótica, frente al tratamiento control que obtuvieron un rendimiento de 60.00%, mientras que la presente investigación superó dichos rendimientos; al comparar entre las mezclas probióticas de ambos ensayos la actual investigación supera con 14.59% frente a los resultados expuestos por los investigadores antes citados.

Se evidencia la eficiencia de los probióticos en la variable en estudio de rendimiento a la canal, esto es ratificado por Ghadban (2002) quien hace mención en su estudio utilizando *Lactobacillus* en la alimentación de aves de engorde y demuestra la importancia de los microorganismos sobre todo destaca la estabilización de la microflora del tracto gastrointestinal de las aves tratadas y el mejoramiento en la digestibilidad de los nutrientes proporcionados por los alimentos, además de posibilitar un rango de absorción más alto.

5.6 Evaluación del sistema inmunológico

5.6.1 Timo

En la evaluación del sistema inmunológico, específicamente del órgano linfóide timo, en los pollos en estudio se puede observar que para las fuentes de variación día, sexo y probióticos no se observa interacción ($F=0.16$; $gl=3$, 78; $p=0.9229$), caso contrario se evidencia entre las fuentes de variación sexo y probióticos ya que se observa una interacción ($F=6.89$; $gl=3$, 78; $p=0.0004$), para las fuentes de variación día y probiótico se puede identificar que no existe interacción entre ellas ($F=1.27$; $gl=3$, 78; $p=0.2918$), de la misma manera sucede con día y sexo ($F=1.60$; $gl=1$, 78; $p=0.2096$), para las fuentes de variación probióticos y sexo individualmente analizadas se aprecia que no existe diferencia significativa ($F=0.30$; $gl=3$, 78; $p=0.8271$) y ($F=0.93$; $gl=1$, 78; $p=0.3382$) respectivamente, por el contrario, la fuente de

variación día muestra que existe una diferencia significativa así; ($F=9.81$; $gl=1, 78$; $p=0.0024$) como se evidencia en la Tabla 17.

Tabla 17.
Análisis de varianza para índice morfométrico del timo.

Fuentes de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de Libertad Error	Valor F F	Valor p p
Día	1	78	43.63	<0.0001
Sexo	1	78	1.63	0.2061
Probióticos	3	78	1.96	0.1271
Día: Sexo	1	78	0.13	0.7154
Día: Probióticos	3	78	0.38	0.7672
Sexo : Probióticos	3	78	1.22	0.3088
Día: Sexo : Probióticos	3	78	0.43	0.7300

En la Figura 19 se observa la diferencia que se obtuvo en cuanto al índice morfométrico del timo con respecto a los días al sacrificio, se detalla que el índice morfométrico promedio para el día 22 fue de 0.25%, de la misma manera se observa que para el día 42 se obtuvo un índice de 0.20%. Esto denota una diferencia de 0.05% de índice morfométrico de este órgano linfático entre estos días de sacrificio.

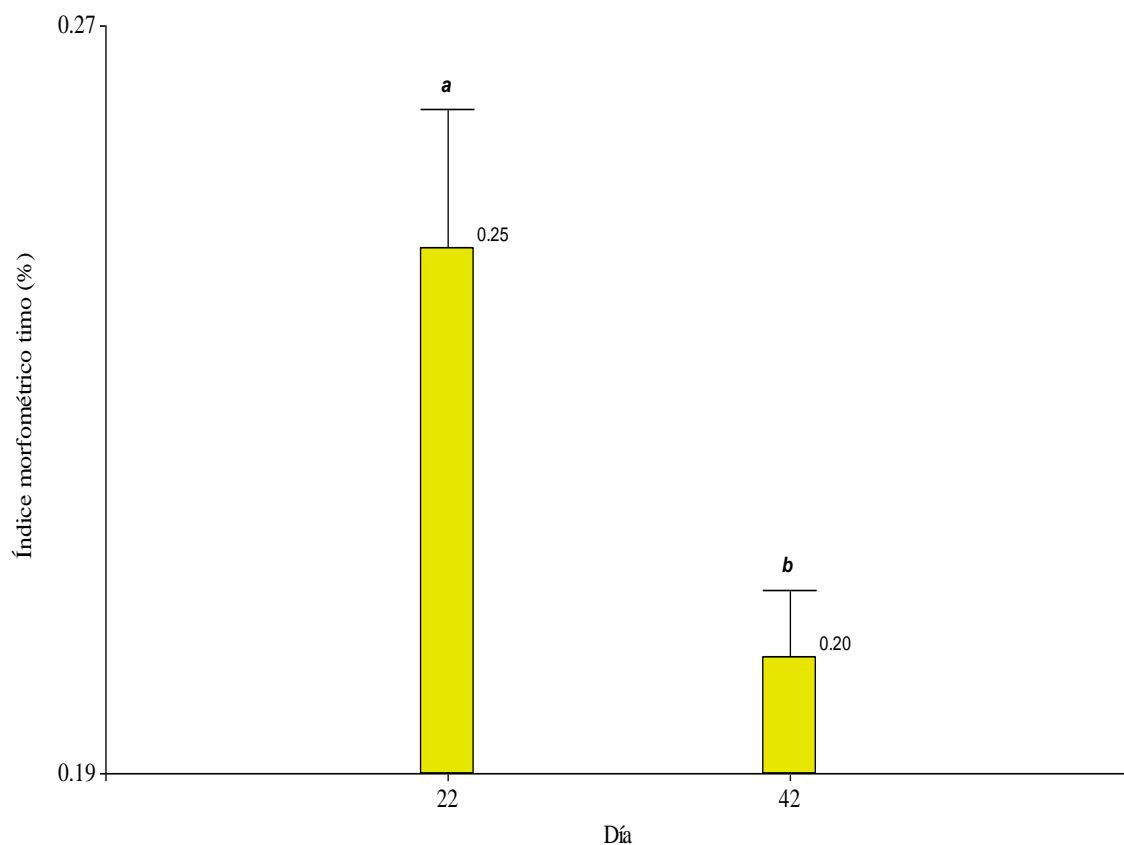


Figura 19. Índice morfométrico del timo de acuerdo con el día 22 y 42 de producción.

Gómez, Herrera y Suescún (2015) en sus ensayos con diferentes probióticos para determinar los parámetros inmunológicos en pollos de engorde, concluyeron que el índice morfométrico del timo aumenta con respecto al tiempo, ya que para el día 28 el índice morfométrico reportado fue de 0.25% y para el día 42 fue de 0.31%, mientras que para el día 22 de la presente investigación se reporta un índice de 0.25% y para el día 42 se nota un decrecimiento de hasta 0.20%.

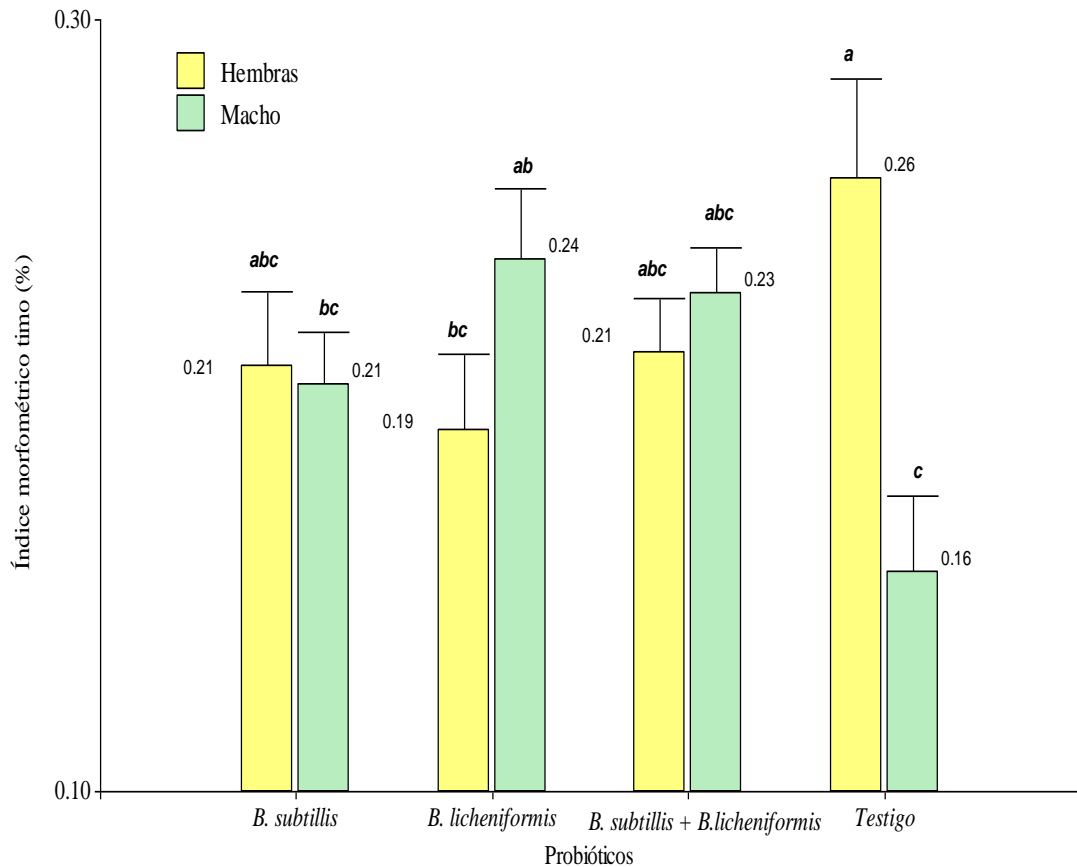


Figura 20. Índice morfométrico del timo con respecto al sexo y tratamiento.

Gómez, Herrera y Suescún (2015) reportaron un índice morfométrico del timo cuyo valor más alto para el tratamiento D5 (alimento comercial sin antibiótico, con adición de la cepa comercial *Enterococcus faecium* en agua de bebida) con un valor de 0.31%, mientras que los valores más bajos presentó el tratamiento D1 (alimento comercial sin antibiótico, sin adición de la cepa probiótica en agua de bebida) con un índice de 0.26%, el mejor resultado de la presente investigación fue para las hembras del tratamiento testigo con 0.26% y el valor más bajo fue para los machos del tratamiento testigo con un índice de 0.16% (Figura 20).

Marín et al. (2004) consideran que el timo es el órgano linfático principal de las aves ya que es aquí donde los linfocitos T llegan a un estado de maduración al igual que las células B, pero en menor cantidad, en esta investigación el índice morfométrico del timo se presentó un decrecimiento hasta el día 42, dichos autores mencionan que se debe a que este órgano linfático responde a una atrofia tisular cuando se encuentra en presencia de glucocorticoides y factores de estrés.

5.6.2 Bazo

Los análisis muestran que no existe interacción entre día, sexo y probióticos para la variable índice morfométrico del bazo ($F=0.43$; $gl=3$, 78; $p=0.7300$), de igual manera sucede entre sexo y probióticos ($F=1.22$; $gl=3$, 78; $p=0.3088$), así mismo con las fuentes de variación día y probióticos ($F=0.38$; $gl=3$, 78; $p=0.7672$), igual es el resultado entre día y sexo donde tampoco se encontró interacción ($F=0.13$; $gl=1$, 78; $p=0.7154$), así también se detalla que no existe diferencia significativa para la fuente de variación probióticos ($F=1.96$; $gl=3$, 78; $p=0.1271$), de igual manera se encontró que no existe diferencia significativa para la variable sexo ($F=1.63$; $gl=1$, 78; $p=0.2061$) por el contrario, para la fuente de variación día se encuentra que si existe una diferencia significativa ($F=43.63$; $gl=1$, 78; $p<0.0001$) como se aprecia en la Tabla 18.

Tabla 18.
Análisis de varianza para índice morfométrico del bazo.

Fuentes de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de Libertad Error	Valor F F	Valor p p
Día	1	78	43.63	<0.0001
Sexo	1	78	1.63	0.2061
Probióticos	3	78	1.96	0.1271
Día: Sexo	1	78	0.13	0.7154
Día: Probióticos	3	78	0.38	0.7672
Sexo : Probióticos	3	78	1.22	0.3088
Día: Sexo : Probióticos	3	78	0.43	0.7300

Para la variable índice morfométrico del bazo, en la Figura 21 se puede observar una clara diferencia en peso de este órgano con respecto a los días del sacrificio, en el día 22 se observa un índice de 0.06% para las aves sacrificadas, por otro lado, para el día 42 se puede observar un incremento de peso con un índice morfométrico de 0.11%, esto marca un aumento de 0.05% para el bazo del día 22 al día 42.

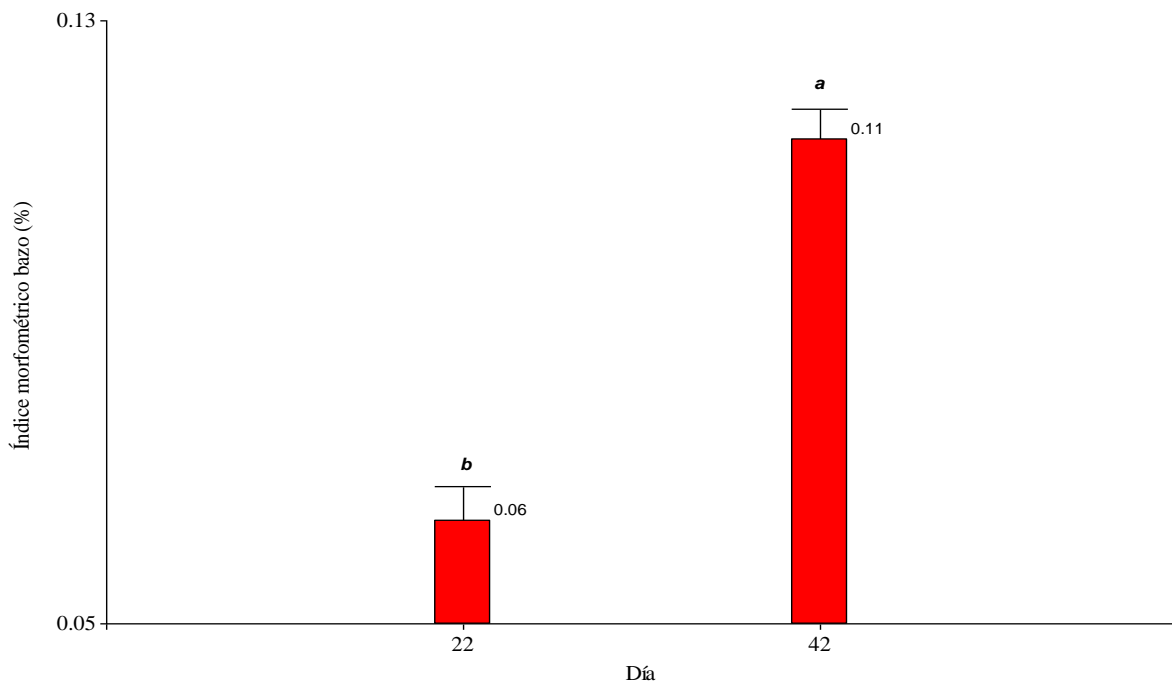


Figura 21. Índice morfométrico del bazo con respecto al día de edad.

Páez Fiallos (2017) en su ensayo utilizando un simbiótico fitoterapéutico (contiene siete bacterias probióticas entre las que destaca; *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animal*, *Streptococcus thermophilus*, etc. además de 19 extractos de plantas medicinales entre ellas; anís, orégano, menta, fenogreco, entre otras.) en aves de engorde con distintas dosis para determinar los índices morfométricos de los órganos linfáticos de las aves, demuestran que a la tercera semana (21 días) presenta un índice de 0.84% para el T2 y T3 a razón de 0.75 ml/l y 1 ml/l de simbiótico fitoterapéutico, respectivamente, mientras que la presente investigación para los 22 días de edad el índice morfométrico fue de 0.06%, mientras que los valores expuestos por Chávez Gómez (2014) arrojan un índice morfométrico de 0.14% en el tratamiento D2 (alimento comercial + antibiótico).

Los resultados reportados por Chávez Gómez, López Herrera y Parra Suescún (2015) reflejan el índice morfométrico a los 42 días obteniendo un índice de 0.184% para D1 (alimento comercial sin probiótico y sin antibiótico), mientras que la actual investigación presentó un índice de 0.12% para las aves que fueron tratadas con *B. licheniformis*, siendo este el mejor tratamiento.

Hernández (1998) encontró un aumento constante de peso del bazo lo que se relaciona directamente con el aumento del peso corporal del ave, para este autor al lapso de 42 días el bazo superó en peso a la bolsa de Fabricio (0.51 ± 0.27), esto se ratifica en esta investigación ya que se puede observar un crecimiento del índice morfométrico del bazo de 0.05% en los

mismos días de edad de las aves. Gómez et al. (2015) en sus análisis y discusiones mencionan además que el bazo es considerado un órgano linfoide secundario pero que se le atribuye una función en el sistema inmunológico de las aves ya que actúa en la inmunidad mediada por células, ya que en ellas se lleva a cabo el desarrollo de las células T supresoras.

5.6.3 Bolsa de Fabricio

En la Tabla 19 se aprecia los datos obtenidos para la variable índice morfométrico de la bolsa de Fabricio, se evidencia que existe interacción entre día, sexo y probiótico ($F=4.04$; $gl=3$, 78; $p=0.0100$), por el contrario, para las fuentes de variación sexo y probióticos se detalla que no existe interacción ($F=2.53$; $gl=3$, 78; $p=0.0630$), de la misma manera sucede para día y probióticos ($F=0.43$; $gl=3$, 78; $p=0.7309$), se evidencia similitud de resultados al no existir diferencia significativa entre día y sexo ($F=1.44$; $gl=1$, 78; $p=0.2335$), de la misma manera se encuentra que no existe diferencia significativa para la fuente de variación probiótico ($F=2.55$; $gl=3$, 78; $p=0.0618$), de la misma manera sucede para el factor sexo ($F=0.79$; $gl=1$, 78; $p=0.3775$) pese a lo antes mencionado se identificó que existe diferencia significativa para día ($F=199.70$; $gl=1$, 78; $p<0.0001$).

Tabla 19.
Análisis de varianza para índice morfométrico de bolsa de Fabricio.

Fuentes de Variación FV	Grados de Libertad G.l	Grados de Libertad Error	Valor F F	Valor p p
Día	1	78	199.70	<0.0001
Sexo	1	78	0.79	0.3775
Probióticos	3	78	2.55	0.0618
Día: Sexo	1	78	1.44	0.2335
Día: Probióticos	3	78	0.43	0.7309
Sexo : Probióticos	3	78	2.53	0.0630
Día: Sexo : Probióticos	3	78	4.04	0.0100

En la Figura 22 se observa los valores obtenidos para la variable índice morfométrico de la bolsa de Fabricio con respecto a las fuentes de variación; sexo y probióticos, se observa que el mejor tratamiento en cuanto al índice de este órgano fue para los machos de los tratamientos *B. subtilis*, *B. subtilis* + *B. licheniformis* y para el testigo con 0.16% cada uno para el día 22, mientras que para el día 42 el mejor tratamiento fue para el testigo con 0.08% para el mismo sexo, por el contrario, en las hembras se observa que existe un efecto del tratamiento con *B. licheniformis* a los 22 días de edad ya que su índice fue superior al resto de tratamientos

con un valor de 0.15% con una diferencia de 0.05% al tratamiento de la mezcla probiótica, quien presentó un índice de 0.15% para esta edad. Para el día 42 el mejor tratamiento fue para el testigo con 0.07% en su índice morfométrico, seguido de los tratamientos *B. subtilis*, *B. subtilis* + *B. licheniformis* y *B. licheniformis*, quienes presentaron un índice de 0.06% cada tratamiento.

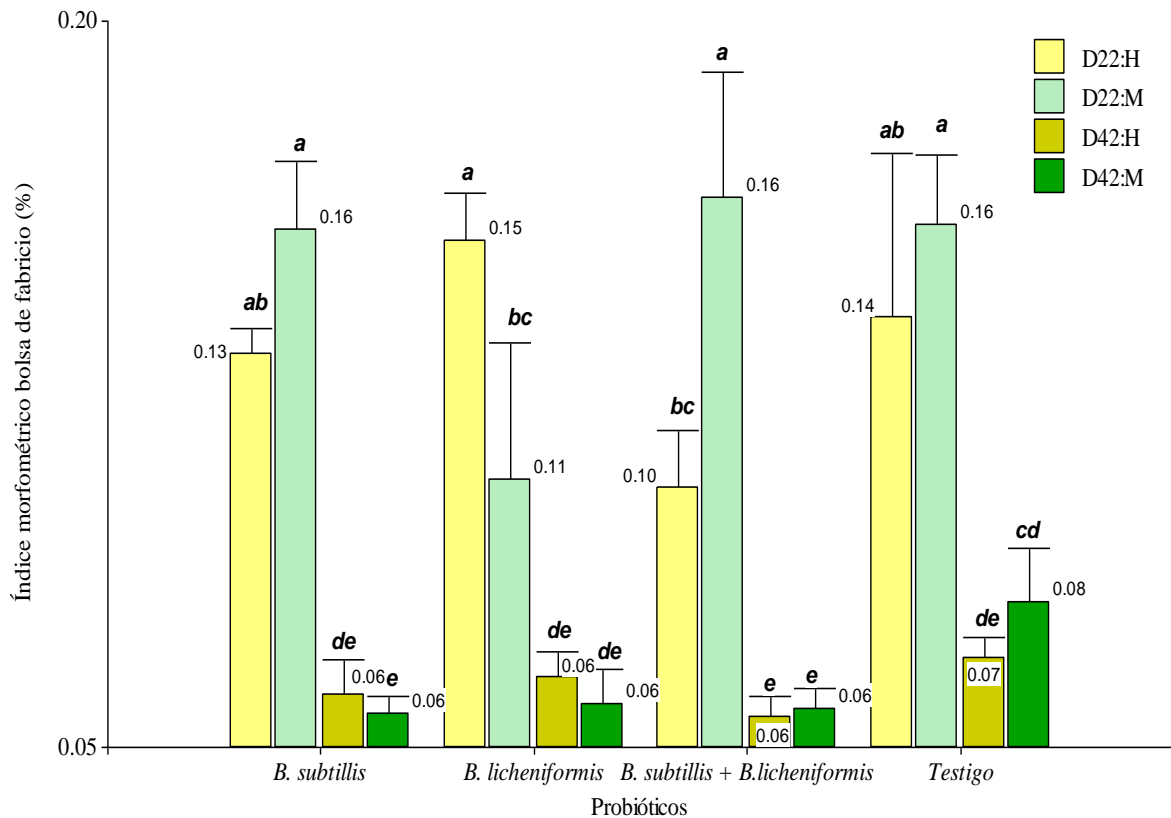


Figura 22. Índice morfométrico de la bolsa de Fabricio de acuerdo con los tratamientos.

Quintana et al. (2015) en su empleo de probióticos a base de *Bacillus subtilis* E-44 sobre indicadores inmunológicos en pollos de engorde en la cual probaron distintas dosificaciones, cabe resaltar el tratamiento DA (Dosis Alta= 1.0×10^8 UFC. ml/kg de alimento) de ella se obtuvo el mejor peso relativo de la bolsa de Fabricio o también llamada bursa; para el día 42 se reporta un peso relativo de 0.24%. La presente investigación reporta que el tratamiento de *B. subtilis* obtuvo un índice de 0.06% tanto para machos como para hembras a la misma edad.

Chávez Gómez et al. (2015) en su estudio reportan un índice de 0.131% para D2 (alimento comercial + antibiótico) para el día 28, mientras que la presente investigación reporta un índice de 0.16% y 0.13% para machos y hembras, respectivamente, quienes fueron tratados con *B. subtilis*, a los 22 días de edad.

García et al. (2014) quienes realizaron la caracterización morfométrica de los órganos linfoides en pollos de engorde encontraron que la bursa pasa por una variación de peso desde el primer día hasta el día 42 donde culminó el estudio; pasando de 0.06 ± 0.40 g del día 1 a 2.17 ± 0.74 g el día 28, es desde la cuarta semana en adelante donde se evidencia un descenso en el peso; 1.14 ± 0.40 g hasta finalizar la investigación. Esto se relaciona con la presente investigación ya que para los días 22 y 42 se evidenció que la bolsa de Fabricio presentó una reducción en el índice de 0.10% en el tratamiento *B. subtilis* + *B. licheniformis* en machos.

Mateos, Lázaro y Gracia (2002) mencionan una de las posibles causas por las cuales este órgano linfático pudiere reducir su índice morfométrico, este puede estar relacionado a que estos animales al llegar al estado de madurez, este órgano tiende a pasar por un proceso que se lo denomina involución, y es aquí donde la respuesta inmune depende del sistema periférico.

5.7 Conteo UFC/g y viabilidad de microorganismo de muestra

En la Tabla 20 se puede apreciar el conteo realizado de las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por gramo de muestra del probiótico, de la misma manera se evidencia el porcentaje de viabilidad tanto para el día 1 como para el día 26 de la muestra antes de ser suministrada según el tratamiento en el agua de bebida. Se destaca que para el inicio de la investigación el probiótico presentó su máxima viabilidad tanto para *B. subtilis* como para *B. licheniformis*, así mismo su concentración UFC/g fue de 1×10^9 UFC/g de muestra, esta es la concentración que garantiza la empresa quien facilitó los microorganismos para el presente ensayo.

Tabla 20.
UFC/g y viabilidad de microorganismos.

Microorganismo	Día 1		Día 26	
	UFC/g	Porcentaje de viabilidad	UFC/g	Porcentaje de viabilidad
<i>B. subtilis</i>	1×10^9 UFC	100%	3.9×10^8 UFC	51%
<i>B. licheniformis</i>	1×10^9 UFC	100%	8.5×10^7 UFC	48%

Álvarez, Barrera y Gonzáles (1994) estudiaron dos esporas de *B. subtilis* como probióticos en la producción de pollos de ceba, estos autores concluyeron que para obtener resultados más favorables con *B. subtilis* dicho microorganismos debe poseer una concentración de 10^{10} UFC/g; además de realizar una mezcla con levaduras, microorganismos lácticos y enzimas digestivas. Es en esta concentración donde se evidenció un aumento en las variables productivas como en el caso de incremento de peso en los animales en estudio, pese

a que la actual investigación presentó una reducción tanto en el conteo UFC/g, como también en la viabilidad de microorganismos, se evidenció la eficiencia de los probióticos en variables productivas como morfométricas con respecto al testigo en estudio.

Pese a los rigurosos procedimientos al momento de administrar los microorganismos en el agua de bebida se evidenció la reducción de la viabilidad y UFC/g de muestra, estos resultados son similares a los reportados por Osorio et al. (2010) en su estudio en el cual compararon la eficiencia entre un antibiótico y el probiótico comercial Biomin® Poultry 5 Star (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus reuteri*) reportan que la reducción en la concentración UFC, así como la viabilidad del producto depende de varios factores como son el modo de administración, concentración de los microorganismos, estabilización adecuada al momento de administración, microorganismos que pudieren conformar el probiótico, así como también la selección de cepas, modo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento e incluso el estado general del ave.

5.8 Relación Beneficio/Costo

Una vez concluida las variables productivas se procedió a realizar el análisis económico para determinar la viabilidad económica por cada tratamiento (Tabla 21), se consideró el total de ingresos para posteriormente dividir para el total de egresos por tratamiento y así obtener la relación beneficio/costo para cada uno de ellos.

Para los ingresos económicos se consideró la venta de los pollos en pie y su precio de acuerdo con el mercado con respecto al peso de los pollos de cada tratamiento.

Tabla 21.
Análisis económico de tratamientos.

CONCEPTO	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)	T4 (USD)	T5 (USD)	T6 (USD)	T7 (USD)	T8 (USD)
COSTOS FIJOS								
Pollos	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
Desinfectantes	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
Vacunas	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40
Vitaminas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
Antibiótico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.47
Gas	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Viruta	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Probióticos	0.71	0.70	0.49	0.43	0.49	0.70	0.00	0.00
Mano de obra	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
Otros	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
COSTOS VARIABLES								

Alimentación	66.05	60.84	66.71	59.57	66.50	60.38	65.28	60.18
Agua	22.49	22.21	15.35	13.69	15.35	22.21	18.92	22.17
TOTAL EGRESOS	138.34	132.85	131.63	122.78	131.43	132.38	134.52	132.66
INGRESOS								
Venta de animales en pie								
Total en kilogramos	98.00	93.40	75.46	70.00	94.61	93.86	88.64	88.14
Precio unitario/kg	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
TOTAL INGRESOS	194.04	184.93	149.41	138.60	187.33	185.84	175.51	174.52
COSTO/BENEFICIO	1.40	1.39	1.14	1.13	1.43	1.40	1.30	1.32

Como se evidencia en la Tabla 21 el mejor tratamiento para la variable relación beneficio/costo fue para el T5 [(*B. subtilis* + *B. licheniformis*)♂] quien obtuvo una relación beneficio/costo de 1.43 dólares (para cada dólar invertido 0.43 dólares de utilidad) esto hace una diferencia de 0.30 dólares por cada dólar invertido con respecto al T4 [(*B. licheniformis*)♀] quienes obtuvieron la relación beneficio/costo más baja de la investigación con 1.13 (para cada dólar invertido 0.13 dólares de utilidad). En cuanto a los testigos el mejor tratamiento fue para las hembras (T8) quienes arrojaron resultados positivos con 1.32. Pese a lo antes mencionado se demuestra que todos los tratamientos en estudio tienen un grado de rentabilidad.

Arteaga Chávez y Alvarado Parrales (2013) en su investigación con un total de 1 300 pollos de engorde en donde pusieron a prueba la eficiencia de probióticos a base de *Lactobacillus* spp, *Bacillus* spp, coliformes y levaduras tanto en parámetros productivos como en aspectos económicos, notifican que al utilizar probióticos se obtuvo una mejor relación beneficio/costo de 1.57 (0.57 dólares de utilidad por cada dólar invertido). Mientras que la presente investigación refleja valores inferiores en el caso de los machos del tratamiento *B. subtilis* + *B. licheniformis* (T5) con una relación beneficio/costo de 1.43 (0.43 dólares de utilidad por cada dólar invertido).

Montoya Chicaiza (2016) al realizar un estudio para comparar actigen, probióticos y ácido butanóico en pollos de engorde, detallan en el análisis económico que, el tratamiento con probióticos a base de *Bacillus subtilis*, *Sacharomyces cerevisiae*, cultivos de levaduras y enzimas digestivas obtuvieron una relación beneficio/costo de 1.12 (0.12 dólares por cada dólar invertido). Estos valores están por debajo de la presente investigación ya que el tratamiento T1 (*B. subtilis*+♂) presenta una relación beneficio/costo de 1.40 (0.40 dólares por cada dólar invertido), mientras que el T5 (*B. subtilis* + *B. licheniformis*) ♂] presentó la mejor relación con un valor de 1.43 (0.43 dólares por cada dólar invertido).

La presente investigación concuerda con los investigadores Yongzhen y Weijiong (1994) que mencionan en su estudio con EM® (*Lactobacillus casei*, *Sacharomyces cerevisiae* y *Rodhospseudomonas palustris*) aplicado en pollos de engorde, al realizar el análisis económico sus resultados finales fueron favorables al utilizar la mezcla de microorganismos, esto se debe a que los animales tratados con microorganismos presentan una tasa menor de mortalidad en los lotes experimentales además de las condiciones ambientales favorables generan aumento en kilogramos de carne en pie.

Cabe resaltar que los costos de producción, así como también el análisis económico relación beneficio/costo es una variable que puede ser versátil referente a varios aspectos externos como por ejemplo variabilidad económica, climatológica, entre otras. Los resultados obtenidos en cuanto a la relación beneficio/costo de la presente investigación sugiere una referencia en cuanto al lugar del establecimiento experimental.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Uno de los parámetros zootécnicos que cabe destacar durante el periodo de producción es el incremento de peso total, el cual arrojó un resultado de 2 366.16 g/ave a favor de los pollos que fueron tratados con *B. subtilis* + *B. licheniformis*, mientras que los pollos testigos obtuvieron un incremento de 2 230.23 g/ave, lo que denota una diferencia de 135.93 g/ave (5.74%) a favor de los pollos tratados con la mezcla probiótica.
- En cuanto a la conversión alimenticia, las hembras que fueron tratadas con la mezcla probiótica (T6) presentaron los mejores resultados con una conversión de 1.80, en comparación a los machos testigo (T7) quienes arrojaron una conversión de 2.08 se evidencia una diferencia de 13.4% en los tratamientos comparados.
- Se asume la eficiencia de las mezclas probióticas en cuanto al sistema inmunológico al no presentarse ninguna alteración severa en la fisiología del animal, además, se detalla que el índice morfométrico de la bolsa de Fabricio obtuvo un valor de 0.16 para los machos tratados con la mezcla probiótica a los 22 días, de la misma manera se obtuvo un índice similar para los machos que fueron tratados con *B. subtilis*, mientras que los machos tratados con *B. licheniformis* obtuvieron un índice morfométrico de 0.11.
- Pese a que todos los tratamientos en estudio presentan un beneficio económico incluyendo los testigos, cabe destacar que los machos que fueron tratados con *B. subtilis* + *B. licheniformis* fueron quienes obtuvieron mejores resultados en el análisis económico de relación beneficio/costo, dando como resultado una relación de 1.74, esto quiere decir que por cada dólar invertido se obtuvo 0.74 dólares de utilidad.

6.2 Recomendaciones

- Proveer la confiabilidad al consumidor de un producto inocuo y de total seguridad alimentaria que cumpla con las expectativas del consumidor y satisfaga las necesidades nutricionales, tomando en consideración el bienestar animal y una mayor rentabilidad a los productores de carne de pollo.
- Promover la difusión y socialización de investigaciones científicas las cuales demuestren la eficiencia de los probióticos tanto a los pequeños, medianos y grandes productores avícolas en remplazo de los antibióticos convencionales.
- Realizar una producción de pollos de engorde sexada, así reducir el costo de producción ya que en el caso de los machos estos alcanzan su peso máximo una semana antes que las hembras, así se lograría llegar a un peso más homogéneo en el día del saque de los pollos.
- La utilización de microorganismos benéficos específicamente de *B. subtilis* y *B. licheniformis* queda científicamente comprobada, el aumento de UFC/g podría obtener resultados aún más favorables en los distintos parámetros productivos e índices morfométricos, además de promover una producción libre de antibióticos.
- Indagar en nuevos métodos de producción más limpia que reemplacen a los antibióticos convencionales, como distintos microorganismos nativos de aves, distintas cepas de microorganismos, levaduras, aminoácidos, prebióticos, plantas medicinales, entre otros, previamente comprobada su acción de exclusión competitiva.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D., Montero, P. M., y Jaimes, J. D. (2015). Determinación de antibióticos y calidad microbiológica de la carne de pollo comercializada en Cartagena (Colombia). *Información tecnológica* 26(1), 71-76.
- Acosta, A., Lon-Wo, E., García, Y., Dieppa, O., y Febles, M. (2007). Efecto de una mezcla probiótica (*Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus*) en el comportamiento productivo, rendimiento en canal e indicadores económicos del pollo de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 355-358.
- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (2009). Guía de prácticas correctas de higiene para las explotaciones avícolas de producción de carne de pollo, pavo y otras aves. Obtenido de http://acsa.gencat.cat/web/.content/Documents/eines_i_recursos/guia_practiques_castellano/guia_pollos_cast.pdf.
- AGRO. (2016). Análisis de la avicultura en Ecuador. *Revista electrónica*. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/analisis-de-la-avicultura-en-ecuador/>
- Alós, J. I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 33(10), 692-699.
- Álvarez, E. F. (2012). Boletín técnico Purina. Obtenido de <http://www.nutrimientospurina.com.pe/Documents/12.12%20Ponedoras,%20Pollos%20-%20Manejo.pdf>.
- Álvarez, E. F. (2002). Fisiología comparada de los animales domésticos. *UNAH. LA*.
- Álvarez, L. C., Barrera, E. M., y Gonzáles, E. A. (1994). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Veterinaria México*, 25(2), 141-144.
- Arteaga Chávez, F., y Alvarado Parrales, P. (2013). Evaluación del efecto probiótico en la crianza de pollos de engorde Cobb-500. *Ponencia/simposio*.
- Arteaga Chávez, F., López Vera, M., Laurencio Silva, M., Rondón Castillo, A., Milián Florido, G., Barrios González, V., y Bocourt Salabarría, R. (2017). Selección e identificación de

- aislados de *Bacillus* spp. del tracto digestivo de pollos de traspatio, con potencial probiótico. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 55-64.
- Aviagen. (2009). Guía de manejo del pollo de engorde. *Arbor Acres*, 37.
- Aviagen. (2014). Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross. *Arbor Acres*, 134.
- Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2016). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96(1), 74-82.
- Blajman, J. E., Zbrun, M. V., Astesana, D. M., Berisvil, A. P., Romero Scharpen, A., Fusari, M. L., y Frizzo, L. S. (2015). Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos. *Revista argentina de microbiología*, 47(4), 360-367.
- Borraeta, A. C., Izquierdo D., y Pérez, J. F. (2011). Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria. *Manual de Avicultura, Departament de Ciència Animal i dels Aliments Unitat de Ciència Animal*, Facultat de Veterinària, UAB.
- Briz, R. C. (2006). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la unión europea: causas y consecuencias. *Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza*. 3-7.
- Campo, R. O., Romero, R. M., y Medina, A. R., (2004). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*, 9(28), 1-27.
- Chávez Gómez, L. (2014). Evaluación de cepas probióticas (*L. acidophilus*, *L. casei* y *E. faecium*) como inmunomoduladores nutricionales en pollos de engorde. *Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín*.
- Chávez Gómez, L., López Herrera, A., y Parra Suescún, J. (2015). Inclusion of probiotic strains improves immune parameters in broilers. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 10(2), 160-169.
- Chavez, L. A. C., Herrera, A. L., y Suescún, J. E. P. (2016). El uso de *Enterococcus faecium* mejora parámetros productivos en pollos de engorde. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 63(2). 113-123.
- Cheville, N. (1980). *Patología celular*. Zaragoza, España: Acribia.

- Clements, L. D., Miller, B. S., & Streipes, U. N. (2002). Comparative growth analysis of the facultative anaerobes *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Escherichia coli*. *Systematic and applied microbiology*, 25(2), 284-286.
- Correa, F. (2016). Manual técnico de manejo de alimentación y calidad del agua. *Manual de Aplicabilidad de buenas prácticas avícolas*, 97.
- Curbelo, Y. G., García, Y., López, A., y Boucourt, R. (2005). Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(2). 129-140.
- Deep, A., Schwan Lardner, K., Crowe, T. G., Fancher, B. I., & Classen, H. L. (2010). Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. *Poultry science*, 89(11), 2326-2333.
- Díaz-López E, A., Ángel-Isaza, J., y Ángel, B. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(35), 175-189.
- Dottavio, A. M., y Di Masso, R. J. (2010). Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, 21(2).
- Dyce, K. M., Sack, W. O., y Wensing C, J. G. (2007). *Anatomía veterinaria*. Manual Moderno.
- El sector avícola en Ecuador en crecimiento. (2014). *EKOS información estratégica*. Obtenido de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=6344>
- Enriquez, A. (2012). Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler ROSS-308 en Santo Domingo de Los Tsáchilas. *Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5213/1/T-ESPE-IASA%20II>*.
- Flachowsky, G., Bitsch, R., & Jahreis, G. (1999). *Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier*. R. Schubert (Ed.). Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Fariñas Guerrero, F. (2015). Funcionamiento del sistema inmune del ave. *nst Inmunol Clínica y Ter Cel*, 55-8.
- Fuller, R. (1992). History and development of probiotics. *In Probiotics*, 1-8 Springer, Dordrecht. doi:<https://doi.org/10.1007/978-94-011-2364-8>.

- GAD Parroquial de Chaltura. (mayo de 2015). *Obtenido de Actualización plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia San José de Chaltura*: Obtenido de http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060013320001_DIAG,CHALTURA-DEFIN_15-05-2015_11-43-42.pdf.
- García, Y., Pérez, M., García, Y., Rodríguez, B., Bocourt, R., Torres, V., . . . y Noda, A. (2014). Efecto probiótico de una cepa de *Wickerhamomyces anomalus* en pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(2), 125-128.
- Garlich, J. D. (1999). Microbiología del tracto intestinal aviar. In *CONGRESO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA* (Vol 16, pp, 110-121).
- Gentilini, E., Reinoso, E., Echeverría, M., y Leardini, N. (2007). *Microbiología veterinaria* (No. 576 STAm) N. O. Stanchi, & P. E. Martino (Eds.). Buenos Aires: Inter-Médica.
- Ghadban G, S. (2002). Probiotics in broiler production-a review. *Archiv fur Geflugelkunde*, 66(2), 49-58.
- Gómez L, A. C., Herrera A, L., y Suescún J, E. P. (2015). Gómez, L. A. C., Herrera, A. L., y Suescún, J. E. P. (2015). La inclusión de cepas probióticas mejora los parámetros inmunológicos en pollos de engorde. *CES medicina veterinaria y zootecnia*, 10(2), 160-169.
- Graseé, P. P. (1980). *Vertebrados. Tomo 4. Reproducción, Biología, Evolución y Sistemática (Aves y Mamíferos)*. Barcelona: Toray-Masson S.A.
- Grieve, D. B. (1991). Las causas y evaluación de la inmunosupresión. *En memorias XII Congreso Latinoamericano de Avicultura, Casa de la Cultura Ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- Grossman, J. D., y Sisson, S. (2000). *Anatomía de los animales domésticos*. Salvat.
- Gunter, K. (1995). The role of probiotics as feed additives in animal nutrition. *Department of Animal Physiology and Animal Nutrition. Gottingen, Germany*.
- Guzmán-Carrillo, L. E., Espitia-Yanez, C., y Berthel, L. L. (2012). Presencia de lincomicina como promotor de crecimiento en carne de pollo comercializado en supermercados de Cartagena, Colombia. *Vitae*, 19(1), S328-S330.

- Hernández, M. (1998). Caracterización del Desarrollo de la Bursa de Fabricio, Timo y Bazo en Aves tipo Leghorn, Libres de Patógenos Específicos. *Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile (Tesis)*, 1-55.
- Hernández, B. B., y Hernández Godoy, J. (2004). Resistencias a antibióticos en *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* aislados de alimentos de origen animal. *Revista de Salud Ambiental*, 4(1-2), 42-46.
- Hernawan, E., Wahyuni, S., & Suprapti, H. (2012). The levels of blood glucose, triglyceride, final body weight and abdominal fat percentage of broiler under sex-separated and straight run rearing system. *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie*, 57(17), 28-33.
- Higgins, S. E., Torres-Rodriguez, A., Vicente, J. L., Sartor, C. D., Pixley, C. M., Nava, G. M., & Hargis, B. M. (2005). Evaluation of intervention strategies for idiopathic diarrhea in commercial turkey brooding houses. *Journal of applied poultry research*, 14(2), 345-348.
- Hodges, R. D. (1974). *The histology of the fowl*. Academic Press.
- Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., y Mattar, S. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola de Córdoba: parámetros productivos y control ambiental. *Revista MVZ Córdoba* 13(2), 1369-1379.
- Jessen, G. B., Hansen, B. M., Eilenberg, J., & Mahillon, J. (2003). The hidden lifestyles of *Bacillus cereus* and relatives. *Environmental microbiology*, 5(8), 631-640.
- Joshi, R., & McSpadden Gardener, B. B. (2006). Identification and characterization of novel genetic markers associated with biological control activities in *Bacillus subtilis*. *Phytopathology*, 96(2) 145-154.
- King, G., & Custance, D. (1982). *Colour atlas of vertebrate anatamy*. Ed Blackwell Scientific Publications.
- Knap, I., Lund, B., Kehlet, A. B., Hofacre, C., & Mathis, G. (2010). *Bacillus licheniformis* prevents necrotic enteritis in broiler chickens. *Avian diseases*, 54(2), 931-935.
- Krahmer, R., Schoder, L., Michel, G., y Gutte, G. (1979). *Anatomía de los animales domésticos*. 2. ed. Zaragoza: Acribia.

- Lata, J., Juránková, J., Doubek, J., Příbramská, V., Frič, V., Dítě, P., & Kosáková, D. (2006). Labelling and content evaluation of commercial veterinary probiotics. *Acta Veterinaria Brno*, 75(1), 139-144.
- Lazo Barrera, J. P. (2016). Evaluación de la conversión alimenticia en pollos Broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia*.
- López, H. S., y Olvera, L. G. (2000). Problemática del uso de Erofloxacin en la Avicultura en México. *Veterinaria México* 31(2), 137-145.
- Lui, X., Yan, H., Lv, L., Xu, Q., Yin, C., Zhang, K., & Hu, J. (2012). Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(5), 682.
- Marín F, P., Nava, J., Mavárez, Y., Arenas, E., Serje, P., y Briceño, M. (2004). Caracterización morfométrica de los órganos linfoides en pollos de engorde de la línea Ross criados bajo condiciones de campo en el estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, 14(3).
- Mateos G, G., Lázaro, R., y Gracia M, I. (2002). Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. *XVIII Curso de especialización FEDNA: avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)*, 204.
- McLelland, J. (1992). *Atlas en color de Anatomía de las aves (No. 04; QL697, M2)*.
- Medina-Saavedra, T., Arroyo-Figueroa, G., Herrera-Méndez, C., y Mexicano-Santoyo, L. (2017). *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes. *Abanico veterinario* 7(3), 14-20.
- Metchnikoff, E. (1907). *The prolongation of life: Optimistic Studies*, trans. P. Chalmers Mitchell. *New York G.P. Putnam's Sons*.
- Milián, G., Pérez, M., y Bocourt, R. (2008). Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 117-122.
- Miniño, F. H. (1994). *Fundamentos de análisis económicos: guía para la investigación y extensión rural*. (No.228). Bib. Orton IICA/CATIE.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería EL SALVADOR. (2016). Dirección General de Ganadería. *Programa de Reproducción Animal. Obtenido de Guía para el manejo de pollos de engorde.*
- Molero-Saras, G. L., de Lourdes Pérez-Arévalo M., Sánchez-Villalobos, A. J., de Serrano, M. C. M., Ascanio-Evanoff, E., y de Vale, M. G. O. (2006). Residuos de enrofloxacin en tejido hepático y muscular de pollos beneficiados en el municipio San Francisco del estado de Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, 16(6), 629-633.
- Montoya Chicaiza, E. (2016). Respuesta en el desempeño de pollos de engorde al actigen; a un probiótico y al ácido butanóico. *Tesis de Licenciatura*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Morales Ibarra, D. (1998). Manual de cría y manejo del pollo de engorda para productores agropecuarias. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, Doctoral dissertation.
- Nickel, R., Schummer, A., & Seiferle, E. (1977). *Anatomy of the domestic birds*. Verlag Paul Parey.
- Osorio P, C., Icochea D, E., Reyna S, P., Guzmán G, J., Cazorla M, F., y Carcelén C, F. (2010). Comparación del rendimiento productivo de pollos de carne suplementados con un probiótico versus un antibiótico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(2), 219-222.
- Páez Fiallos, A. D. (2017). Efecto de un simbiótico fitoterapéutico sobre los índices morfométricos de la bursa, bazo y timo en pollos de engorde. (*Bachelor's thesis*).
- Paulino, J., y Gómez, S. (2009). *Engormix, Avicultura*. Obtenido de Respuestas del Pollo de Engorde Cebado a Diferentes Proporciones de Sexo.
- Payne, L. N., & Powell, P. C. (1971). *The lymphoid system. Physiology and biochemistry of the domestic fowl*, 2.
- Penz, A. (2007). Potencial genético de las aves-veterinaria. *Trad. de la 2 ed. en español por María Torsa Toral. México D.F. UTEHA*, 2, 34-123.
- Peralta, M. F., Miazza, R. D., y Nilson, A. (2008). Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10), 1-11.

- Perdomo, G. Á., Llamba, L. P., Moreira, H. V., Marcheco, E. C., y de la Rivera, J. R. (2017). El empleo de microorganismos eficientes en la dieta para pollos de engorde. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(10), 1-7.
- Pérez, M., Piad, R., Bocourt, R., Milian, G., Medina-medina, E., Savon, L., & Laurencio, M. (2005). Actividad Prebiótica y Probiótica de un Hidrolizado Enzimático de Crema de Destilería en Pollos de Ceba. *Ciencia y tecnología Alimentaria*, 1(5).
- Petersohn, A., Brigulla, M., Haas, S., Hoheisel, J., Volker, U., & Hecker, M. (2001). Global analysis of the general stress response of *Bacillus subtilis*. *Journal of bacteriology*, 183(19), 5617-5631.
- Quiroa Franco, A. D. (2019). Utilización de *Bacillus subtilis* como probiótico en pollos de engorde para la reducción de *Escherichia coli*. *Doctoral dissertation* (Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Quintana, M. P., Florido, G. M., Rondón, A. J., Salabarría, R. B., y Torres, V. (2015). Efecto de endosporas de *Bacillus subtilis* E-44 con actividad probiótica sobre indicadores fermentativos en órganos digestivos e inmunológicos de pollos de engorde. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 35(2), 89-94.
- Ramírez, L. A. G., Montoya, O. I., y Zea, J. M. V. (2013). Probióticos: Una alternativa de producción limpia y de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción+ limpia*, 8, (1).
- Ratón, T. O., Portuondo, I. P., Salas, D. F., Ramos, N. C., y Giro, Z. G. (2005). Aislamiento de cepas del género *Bacillus* sp. con potencialidades para la bioprotección y la estimulación del crecimiento vegetal. *Revista Cubana de Química*, 17(1), 189-195.
- Riopérez, J., y Rodríguez, M. (2004). Nutrición y patología digestiva del lechón y del cerdo en crecimiento-cebo. *Mundo Ganadero*, 172, 24-30.
- Rodríguez Saldaña, D. (14 de agosto de 2009). La industria Avícola Ecuatoriana *Engormix*.
- Ronda, J. G., y López, R. M. (1994). *Manual clínico de aves exóticas*. Grass-latros Edicions.
- Rosero, J. P., Ferney Guzmán, E., y López, F. J. (2012). Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1).

- Tizard, I. (1988). *Inmunología Veterinaria 2a Edición*. México: Editorial interamericana.
- Upendra, H. A., & Yathiraj, S. (2003). Effect of supplementing probiotics and Mannan Oligosaccharide on body weight, feed conversion ratio and livability in broiler chicks. *Indian veterinary journal*, 80(10), 1075-1077.
- Vargas Soler, M. D., y Weiland Uribe, J. (2008). Evaluación inmunológica del efecto de un producto inmunoestimulante mannanoligosacarido contra *Salmonella enteritidis* en pollos de engorde. *Universidad de La Salle. Ciencia Unisalle*.
- Veizaj-Delia, E., Piu, T., Lekaj, P., & Tafaj, M. (2010). Using combined probiotic to improve growth performance of weaned piglets on extensive farm conditions. *Livestock Science* 134(1-3), 249-251.
- Vera Loor, L., Cedeño Hernández, M., Solórzano Zambrano, L., y Bonilla Loor, M. (2019). Efecto de una mezcla probiótica en el comportamiento productivo en pollos de ceba. *Pro Sciences*, 3(20), 22-27.
- Wehner Venegas, R. O. (1998). Caracterización del desarrollo de la bolsa de Fabricio, Timo y Bazo. *Facultad de Ciencias Veterinarias Instituto de Patología Animal (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE)*.
- Yongzhen, N., & Weijiong, L. (1994). Report on the deodorizing effect of effective microorganisms (EM) in poultry production. *Beijing, China*, 73, 402-407.

7. ANEXOS

Anexo 1. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde línea Cobb (machos).

Objetivos de desempeño - sistema métrico						
HEMBRAS						
Edad en días	Peso para la edad	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	41					
1	51	10				
2	65	14				
3	80	15				
4	99	19				
5	121	22				
6	146	25				
7	175	29	25,0	0,876		150
8	205	30	25,6	0,878	30	180
9	237	32	26,3	0,907	35	215
10	270	33	27,0	0,944	40	255
11	309	39	28,1	0,968	44	299
12	351	42	29,3	0,989	48	347
13	396	45	30,5	1,008	52	399
14	443	47	31,6	1,029	57	456
15	491	48	32,7	1,055	62	518
16	542	51	33,9	1,079	67	585
17	595	53	35,0	1,104	72	657
18	652	57	36,2	1,126	77	734
19	713	61	37,5	1,146	83	817
20	778	65	38,9	1,165	89	906
21	844	66	40,2	1,186	95	1001
22	911	67	41,4	1,210	101	1102
23	979	68	42,6	1,235	107	1209
24	1048	69	43,7	1,261	113	1322
25	1118	70	44,7	1,289	119	1441
26	1190	72	45,8	1,317	126	1567
27	1264	74	46,8	1,345	133	1700
28	1341	77	47,9	1,372	140	1840
29	1419	78	48,9	1,400	146	1986
30	1498	79	49,9	1,427	152	2138
31	1578	80	50,9	1,455	158	2296
32	1660	82	51,9	1,482	164	2460
33	1744	84	52,8	1,509	171	2631
34	1829	85	53,8	1,536	178	2809
35	1914	85	54,7	1,564	185	2994
36	1999	85	55,5	1,591	186	3180
37	2084	85	56,3	1,616	187	3367
38	2169	85	57,1	1,639	188	3555
39	2254	85	57,8	1,661	189	3744
40	2339	85	58,5	1,682	190	3934
41	2425	86	59,1	1,701	191	4125
42	2511	86	59,8	1,719	192	4317
43	2596	85	60,4	1,738	194	4511
44	2679	83	60,9	1,757	196	4707
45	2760	81	61,3	1,777	198	4905
46	2841	81	61,8	1,797	200	5105
47	2922	81	62,2	1,816	202	5307
48	3003	81	62,6	1,835	204	5511
49	3084	81	62,9	1,854	206	5717
50	3165	81	63,3	1,871	206	5923
51	3246	81	63,6	1,888	206	6129
52	3325	79	63,9	1,905	206	6335
53	3404	79	64,2	1,922	206	6541
54	3483	79	64,5	1,937	206	6747
55	3562	79	64,8	1,952	206	6953
56	3641	79	65,0	1,966	206	7159

Anexo 2. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde línea Cobb (hembras).

Objetivos de desempeño - sistema métrico						
MACHOS						
Edad en días	Peso para la edad	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	43					
1	53	10				
2	67	14				
3	82	15				
4	101	19				
5	123	22				
6	150	27				
7	179	29	25,6	0,844		151
8	211	32	26,4	0,858	30	181
9	247	36	27,4	0,874	35	216
10	288	41	28,8	0,889	40	256
11	331	43	30,1	0,912	46	302
12	377	46	31,4	0,939	52	354
13	424	47	32,6	0,972	58	412
14	475	51	33,9	1,000	63	475
15	531	56	35,4	1,026	70	545
16	592	61	37,0	1,051	77	622
17	657	65	38,6	1,075	84	706
18	724	67	40,2	1,101	91	797
19	793	69	41,7	1,127	97	894
20	864	71	43,2	1,154	103	997
21	938	74	44,7	1,179	109	1106
22	1014	76	46,1	1,206	117	1223
23	1093	79	47,5	1,231	123	1346
24	1175	82	49,0	1,259	133	1479
25	1260	85	50,4	1,286	141	1620
26	1348	88	51,8	1,312	148	1768
27	1439	91	53,3	1,336	155	1923
28	1531	92	54,7	1,362	162	2085
29	1626	95	56,1	1,387	170	2255
30	1722	96	57,4	1,413	178	2433
31	1819	97	58,7	1,439	184	2617
32	1917	98	59,9	1,466	194	2811
33	2016	99	61,1	1,494	201	3012
34	2116	100	62,2	1,522	208	3220
35	2217	101	63,3	1,549	215	3435
36	2319	102	64,4	1,575	217	3652
37	2422	103	65,5	1,598	219	3871
38	2526	104	66,5	1,620	221	4092
39	2631	105	67,5	1,640	223	4315
40	2737	106	68,4	1,659	225	4540
41	2844	107	69,4	1,676	226	4766
42	2953	109	70,3	1,691	228	4994
43	3060	107	71,2	1,707	230	5224
44	3165	105	71,9	1,724	232	5456
45	3268	103	72,6	1,741	234	5690
46	3369	101	73,2	1,759	236	5926
47	3468	99	73,8	1,777	238	6164
48	3565	97	74,3	1,796	240	6404
49	3660	95	74,7	1,816	242	6646
50	3753	93	75,1	1,836	244	6890
51	3844	91	75,4	1,856	245	7135
52	3933	89	75,6	1,877	246	7381
53	4020	87	75,8	1,898	247	7628
54	4105	85	76,0	1,919	248	7876
55	4190	85	76,2	1,939	249	8125
56	4275	85	76,3	1,959	250	8375

Anexo 3. Manejo técnico de pollo broiler.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DIARIAS PARA POLLOS DE ENGORDE				
Día	Actividades		Temperatura del galpón	Espacio
	MEDICACIONES	VACUNAS Y FUMIGACIONES		
1	Vitam-elctrolit + Enrofloxac		32º	60 poll/m ²
2	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
3	Vitam-elctrolit + Enrofloxac	desinfección	30º	
4	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			40 poll/m ²
5			28º	
6	Vitam-elctrolit	Vac Comb via ocular (ND/IB)		
7				30 poll/m ²
8			27º	
9		desinfección		
10	Vitam-elctrolit			25 poll/m ²
11			26º	
12	Vitam-elctrolit			
13		Vac Gumboro (agua o pico)		20 poll/m ²
14				
15			25º	
16		desinfección		18 poll/m ²
17	Vitam-elctrolit + Enrofloxac			
18	Vitam-elctrolit + Enrofloxac		24º	
19	Vitam-elctrolit + Enrofloxac	desinfección		15 poll/m ²
20				
21			23º	10 pollos/ m ² por cada unidad Experimental
22				
23	complejo B	desinfección		
24			22º	
25				
26	complejo B	desinfección		

27		Vac Comb via ocular (ND/IB)	Temperatura ambiente	
28				
29				
30	complejo B			
31		desinfección		
32				
33	complejo B			
34		desinfección		
35				
36				
37	complejo B	desinfección		
38				
39				
40	complejo B	desinfección		
41				
42				

Anexo 4. Dosificaciones de medicamentos.

Dosis de Medicaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Enrofloxacina: 1cc por cada 2 litros de agua • Vitam+Electrolitos Estrés lyte 1g/l • Complejo B total: 1cc por cada 4 litros de agua

Anexo 5. Consumo diario de agua en pollos de engorde.

GALONES POR 1 000 AVES											
Edad (Días)	Uso Mínimo	Uso Máximo	Uso Promedio	Edad (Días)	Uso Mínimo	Uso Máximo	Uso Promedio	Edad (Días)	Uso Mínimo	Uso Máximo	Uso Promedio
1	0	0	0	19	34.75	51.78	43.07	37	55.57	87.49	74.35
2	3.8	7.89	5.35	20	37.22	54.59	44.08	38	50.54	92.33	77.16
3	5.59	11.27	7.7	21	38.7	56.07	46.19	39	61.99	91.8	78.59
4	9.39	14.17	10.98	22	35.57	54.71	47.23	40	67.15	95.99	78.92
5	10.7	16.66	12.84	23	39.07	59.43	49.63	41	65.14	99.26	80.83
6	11.9	16.95	10.04	24	37.9	62.89	53.28	42	60.24	90.43	82.32
7	13.34	19.36	15.96	25	43.2	65.58	64.58	43	58.97	92.61	81.01
8	14.4	21.65	17.69	26	42.29	64.76	54.34	44	65.63	90.7	80.19
9	12.66	23.17	19.51	27	46.33	69.41	57.56	45	69.37	91.83	81.18
10	19.39	29.14	22.54	28	49.06	71.73	59.96	46	66.19	97.36	83.39
11	19.38	30.08	25.71	29	53.33	75.82	63.08	47	69.05	91.2	81.76
12	23.01	31.4	27.8	30	52.94	76.8	63.08	48	71.72	97	82.26
13	20.04	36.33	30.19	31	47.83	79.26	65.66	49	67.22	97.7	85.9
14	28.39	37.94	32.78	32	60.16	78.76	68.29	50	72.72	93.16	86.41
15	29.92	40.64	34.78	33	59.55	84.47	70.1	51	77.05	99.95	85.29
16	29.71	40.64	36.71	34	55.33	88.12	70.22	52	74.86	98.08	86.69
17	30.66	46.14	38.94	35	69.12	85.49	72.59	53	76.63	96.19	87.62
18	32.51	49.07	41.3	36	56.15	87.39	73.21	54	70.45	98.83	87.6

Nota: 1 galón de agua equivale a 3.78 litros, el consumo de agua podría variar debido a factores externos como la temperatura del galpón.

Anexo 6. Ejemplo de la cantidad de agua aplicada por unidad experimental.

DÍA: 21 { 1 galón = 3,78 litros

CONSUMO/DÍA
 día 21 = 46,19 galones / 1000 aves
 día 21 = 174,6 litros / 1000 aves

CANTIDAD A SUMINISTRAR
 1,75 litros 100%
 = 0,875 litros 50%
 = 875 cc

174,6 litros 1000 aves
 X 10 aves
 = 1,75 litros / 10 aves
 = 1746 cc / 10 aves.

Nota: Ejemplo de cálculo de la cantidad total a ser suministrada para el día 21 y cantidad de acuerdo con el porcentaje (50 %) a suministrar para efectivizar el consumo.

Anexo 7. Análisis físico-químico de agua embotellada.

DATOS DE LA MUESTRA					
Tipo de muestra:	Cantidad:	Presentación:	Código de Muestra JZ:		
AGUA	500 ml	ENVASE SELLADO	JZ-17-0150-01		
Fecha de Recepción:	Toma de Muestra:	Fecha de toma de Muestra:			
13-07-17	LABORATORIO	13-07-17			
CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANALISIS					
Temperatura (°C)	22.8 °C	Humedad (%)	45 %		
Fecha de Inicio de Análisis	13-07-17				
Fecha de Finalización del análisis	19-07-17				
RESULTADOS					
IDENTIFICACION DE CLIENTE	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Incertidumbre
MUESTRA # 1	COLIFORME TOTALES*	AOAC 991,14	<1 x 10 ³	UFC/ml	---
	COLIFORMES FECALES*	AOAC 110401	<1 x 10 ³	UFC/ml	---
	E. COLI*	AOAC 991,14	<1 x 10 ³	UFC/ml	---
	CRYSTOPORIDIUM*	BAM-FDA CAP. #19 A 2004	AUSENCIA	---	---
	GIARDIA*	BAM-FDA	AUSENCIA	---	---
	pH	SM 4500-H+B 22ND ED. 2012 POE-JZ-01	6.55	u pH	±0.05
	CONDUCTIVIDAD	SM 2510-B 22ND ED.2012 POE-JZ-02	23.2	uSm	±1.14
	COLOR*	SM 2120-B 22ND ED. 2012	4	pt	---
	OLOR*	SM 2120-B 22ND ED. 2012	NORMAL	---	---
	SABOR*	SM 2120-B 22ND ED. 2012	NORMAL	---	---
	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS*	SM 2540-D 22ND ED. 2012	10.87	ppm	---
	NITRATOS*	SM 4500-NO3 22ND ED. 2012	0.182	ppm	---
	NITRITOS*	SM 4500-NO2 22ND ED. 2012	0	ppm	---
	AMONIO	SM 4500-NH3 22ND ED. 2012	0.008	ppm	---
DUREZA	SM 2340-C 22ND ED. 2012	0	ppm _{Ca}	---	

Anexo 8. Litros de agua consumida de acuerdo con los tratamientos por semana.

Etapas	semana	T1 (l/30 aves)	T2 (l/30 aves)	T3 (l/30 aves)	T4 (l/30 aves)	T5 (l/30 aves)	T6 (l/30 aves)	T7 (l/30 aves)	T8 (l/30 aves)
Inicio	1	5.61	4.09	1.56	1.97	1.46	4.75	3.76	5.02
	2	7.9	8.27	3.86	3.19	3.97	8.41	6.27	8.11
Crecimiento	3	12.3	13.16	8.04	7.98	8.34	12.73	10.65	12.16
	4	18.84	17.95	13.75	12.44	13.53	17.8	15.83	18.36
Engorde	5	21.45	21.59	16.35	13.88	16.32	20.63	18.92	21.13
	6	23.89	23.78	17.82	15.29	17.76	24.5	20.26	23.9
TOTAL		89.99	88.84	61.38	54.75	61.38	88.82	75.69	88.68

Nota: el consumo de agua se presenta en litros por 30 pollos de acuerdo al tratamiento establecido y por semana de producción.

Anexo 9. Relación beneficio/costo para T1 (*Bacillus subtilis*) en machos.

T1				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICOS	kg	0.089	8.00	0.71
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	89.96	0.25	22.49
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	129.5	0.51	66.05
EGRESOS TOTALES				138.34
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	98	1.98	194.04
INGRESOS TOTALES				194.04
BENEFICIO/COSTO				1.40

Anexo 10. Relación beneficio/costo para T2 (*Bacillus subtilis*) en hembras.

T2				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICOS	kg	0.088	8.00	0.70
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	88.84	0.25	22.21
KILOGRAMO ALIMENTO/POLLO	kg	119.3	0.51	60.84
EGRESOS TOTALES				132.85
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	93.4	1.98	184.93
INGRESOS TOTALES				184.93
BENEFICIO COSTO				1.39

Anexo 11. Relación beneficio/costo para T3 (*Bacillus licheniformis*) en machos.

T3				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0.061	8.00	0.49
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	61.38	0.25	15.35
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	130.8	0.51	66.71
EGRESOS TOTALES				131.63
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	75.46	1.98	149.41
INGRESOS TOTALES				149.41
BENEFICIO/COSTO				1.14

Anexo 12. Relación beneficio/costo para T4 (*Bacillus licheniformis*) en hembras.

T4				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0.054	8.00	0.43
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	54.75	0.25	13.69
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	116.8	0.51	59.57
EGRESOS TOTALES				122.78
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	70	1.98	138.60
INGRESOS TOTALES				138.60
BENEFICIO/COSTO				1.13

Anexo 13. Relación beneficio/costo para T5 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*) en machos.

T5				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0.061	8.00	0.49
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	61.38	0.25	15.35
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	130.4	0.51	66.50
EGRESOS TOTALES				131.43
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	94.61	1.98	187.33
INGRESOS TOTALES				187.33
BENEFICIO/COSTO				1.43

Anexo 14. Relación beneficio/costo para T6 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis*) en hembras.

T6				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	0	0.00	0.00
ENROFLOXACINA	ml	0	0.00	0.00
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0.088	8.00	0.70
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	88.82	0.25	22.21
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	118.4	0.51	60.38
EGRESOS TOTALES				132.38
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	93.86	1.98	185.84
INGRESOS TOTALES				185.84
BENEFICIO/COSTO				1.40

Anexo 15. Relación beneficio/costo para T7 (Testigo) en machos.

T7

COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	30	0.03	0.75
ENROFLOXACINA	ml	10.5	0.045	0.47
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0	0	0
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	75.69	0.25	18.92
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	128.0	0.51	65.28
EGRESOS TOTALES				134.52
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	88.64	1.98	175.51
INGRESOS TOTALES				175.51
BENEFICIO/COSTO				1.30

Anexo 16. Relación beneficio/costo para T8 (Testigo) en hembras.

T8				
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD	CONSUMO		
		CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
COSTOS FIJOS				
POLLOS		30	0.65	19.50
DESINFECTANTES	ml	60	0.024	1.44
VACUNAS	Dosis	30	0.18	5.40
VITAMINAS	g	30	0.03	0.75
ENROFLOXACINA	ml	10.5	0.045	0.47
INSUMOS				
GAS	cilindro	3	2.50	7.50
VIRUTA	sacos	6	1.00	6.00
PROBIÓTICO	kg	0	0	0
MANO DE OBRA				
SUELDOS	Hora	10.5	0.50	5.25
OTROS	fletes	2.00	2.00	4.00
COSTOS VARIABLES				
Agua	l	88.68	0.25	22.17
ALIMENTO/TRATAMIENTO	kg	118.0	0.51	60.18
EGRESOS TOTALES				132.66
INGRESOS				
VENTA DE POLLO EN PIE	kg	88.14	1.98	174.52
INGRESOS TOTALES				174.52
BENEFICIO/COSTO				1.32

Anexo 17. Valores promedio de consumo de alimento por semana (g/ave).

Semana	Medias	E.E.	Rango
6.00	1 465.31	22.54	A
5.00	1 103.25	13.23	B
4.00	838.83	9.82	C
3.00	526.93	6.27	D
2.00	335.23	3.72	E
1.00	155.97	2.17	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 18. Valores promedio de consumo de alimento por sexo (g/ave).

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	771.97	6.98	A
H	703.20	6.98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 19. Valores promedio de consumo de alimento por probióticos (g/ave).

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
A	740.66	9.70	A
A+B	740.51	9.70	A
B	736.84	9.70	A
T	732.33	9.70	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 20. Valores promedio de incremento de peso por semana (g/ave).

Semana	Medias	E.E.	Rango
5.00	609.15	11.38	A
4.00	574.59	11.38	B
6.00	467.67	11.38	C
3.00	355.93	11.38	D
2.00	189.32	11.38	E
1.00	102.59	11.38	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 21. Valores promedio de incremento de peso semanal por sexo (g/ave).

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	395.44	6.57	A
H	370.97	6.57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 22. Valores promedio de incremento de peso semanal por probiótico (g/ave).

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
A+B	394.36	9.29	A
A	383.53	9.29	A
B	383.24	9.29	A
T	371.70	9.29	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 23. Valores promedio de conversión alimenticia por semana.

Semana	Medias	E.E.	Rango
6.00	3.29	0.06	A
5.00	1.83	0.06	B
2.00	1.78	0.06	B
1.00	1.54	0.06	C
3.00	1.50	0.06	C
4.00	1.46	0.06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 24. Valores promedio de conversión alimenticia por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	1.94	0.04	A
H	1.86	0.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 25. Valores promedio de conversión alimenticia por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
T	1.98	0.05	A
A	1.91	0.05	A B
B	1.90	0.05	A B
A+B	1.82	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 26. Valores promedio de porcentaje de mortalidad por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	4.17	1.44	A
H	2.50	1.44	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 27. Valores promedio de porcentaje de mortalidad por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
B	8.33	2.04	A
A+B	3.33	2.04	A B
T	1.67	2.04	B
A	0.00	2.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 28. Valores promedio de índice morfométrico del timo por día.

Día	Medias	E.E.	Rango
22	0.25	0.01	A
42	0.20	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 29. Valores promedio de índice morfométrico del timo por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	0.23	0.01	A
H	0.22	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 30. Valores promedio de índice morfométrico del timo por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
B	0.23	0.02	A
T	0.23	0.02	A
A+B	0.22	0.02	A
A	0.22	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 31. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por día.

Día	Medias	E.E.	Rango
42	0.11	0.01	A
22	0.06	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 32. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
H	0.09	0.01	A
M	0.09	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 33. Valores promedio de índice morfométrico del bazo por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
B	0.10	0.01	A
A+B	0.09	0.01	A B
T	0.08	0.01	A B
A	0.08	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 34. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por día.

Día	Medias	E.E.	Rango
22	0.14	0.01	A
42	0.06	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 35. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
M	0.10	0.03	A
H	0.10	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 36. Valores promedio de índice morfométrico de la bolsa de Fabricio por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
T	0.11	0.01	A
A	0.10	0.01	A B
B	0.10	0.01	B
A+B	0.10	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 37. Valores promedio de rendimiento a la canal por sexo.

Sexo	Medias	E.E.	Rango
H	72.90	1.14	A
M	69.62	1.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 38. Valores promedio de rendimiento a la canal por probiótico.

Probióticos	Medias	E.E.	Rango
T	71.50	1.61	A
A	71.22	1.61	A
B	71.20	1.61	A
A+B	71.13	1.61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Anexo 39. Requerimientos nutricionales para producción del pollo de engorde según la etapa de producción.

Etapa	EM (kcal/ kg)	Proteína (%)	Calcio (%)	Fósforo Disponi- ble (%)	Sodio (%)	Cloro (%)	Potasio (%)	Lisina digesti- ble (%)	Metionina digestible (%)	Grasa (%)	Fibra (%)
Inicio	3 175	22	0.95	0.45	0.21	0.16	0.9	1.24	0.51	4.7	3.8
Crecimiento	3 250	21	0.9	0.4	0.19	0.15	0.85	1.16	0.5	6.87	3.58
Engorde	3 275	20	0.85	0.35	0.17	0.15	0.8	1.08	0.59	6.54	3.3

Anexo 40. Materias primas y cantidades usadas para balanceado según la etapa de producción.

Cantidad en kilogramos y porcentaje de ingredientes usados para balanceado en distintas etapas de producción						
Ingredientes	inicio		crecimiento		engorde	
	kg	%	kg	%	kg	%
maíz	73.88	58.93	230.91	62.48	108.91	65.05
soya	41.77	33.32	105.34	28.50	41.89	25.02
afrecho	0.06	0.05	4.21	1.14	1.52	0.91
aceite de palma	1.70	1.36	6.74	1.82	5.33	3.18
carbonato	1.42	1.13	3.71	1.00	1.52	0.91
fosfato	1.14	0.91	3.03	0.82	1.14	0.68
metionina	0.43	0.34	1.10	0.30	0.50	0.30
lisina	0.34	0.27	1.01	0.27	0.46	0.27
treonina	0.09	0.07	0.17	0.05	0.11	0.07
sal	0.37	0.29	1.01	0.27	0.46	0.27
SEXQUICARBONATO	0.17	0.14	0.51	0.14	0.27	0.16
mycosorb	0.14	0.11	0.42	0.11	0.19	0.11
ácido	0.20	0.16	0.51	0.14	0.00	0.00
vitamina	0.26	0.20	0.76	0.21	0.34	0.20
stafaz	0.00	0.00	0.17	0.05	0.27	0.16
ROVABIO MAX 10%	0.06	0.05	0.19	0.05	0.09	0.05
H Y D	0.04	0.03	0.11	0.03	0.05	0.03
celmanax	0.14	0.11	0.34	0.09	0.15	0.09
harina pescado	3.13	2.49	9.27	2.51	4.19	2.50
bionOx	0.03	0.03	0.09	0.03	0.03	0.02
TOTAL	125.36	100.00	369.60	100.00	167.42	100.00
kg/ave	0.52		1.54		0.70	

Nota: La cantidad de cada ingrediente se calculó para 240 pollos ya que fue el número inicial del experimento, y tomando en cuenta los requerimientos nutricionales de cada etapa de producción.

Anexo 41. Costo por kilogramos de balanceado para dietas de pollos de engorde.

Ingredientes	USD/kg	Etapa de producción		
		Inicio	Crecimiento	Engorde
maíz	0.44	32.51	101.60	47.9
soya	0.49	20.47	51.62	20.5
afrecho	0.33	0.02	1.39	0.5
aceite de palma	0.62	1.06	4.18	3.3
carbonato	0.65	0.92	2.41	1.0
fosfato	0.76	0.86	2.31	0.9
metionina	2.45	1.04	2.68	1.2
lisina	2.4	0.82	2.43	1.1
treonina	1.92	0.16	0.32	0.2
sal	2.8	1.03	2.83	1.3
SEXQUICARBONATO	0.76	0.13	0.38	0.2
mycosorb	1.7	0.24	0.72	0.3
ácido	0.67	0.13	0.34	0.0
vitamina	2.72	0.70	2.06	0.9
stafaz	0.65	0.00	0.11	0.2
ROVABIO MAX 10%	3.65	0.23	0.69	0.3
H Y D	0.23	0.01	0.03	0.0
celmanax	0.95	0.13	0.32	0.1
harina pescado	1.1	3.44	10.20	4.6
bionOx	2.65	0.08	0.25	0.1
TOTAL		64.00	186.87	84.72
USD/kg		0.51	0.51	0.51