



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Lactobacillus acidophilus* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Simbaña Farinango Diego Gustavo

DIRECTOR:

Dr. Espinosa Benavides Manly Enrique

IBARRA-ECUADOR

2019

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Lactobacillus acidophilus* SOBRE EL  
RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS BROILER, EN LA GRANJA  
EXPERIMENTAL LA PRADERA.”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides

FIRMA

**DIRECTOR**

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza Msc.

FIRMA

**MIEMBRO TRIBUNAL**

PhD. María Cristina Echeverría de la Bastida

FIRMA

**MIEMBRO TRIBUNAL**

Ing. Tyrone Echegaray Chang Msc.

FIRMA

**MIEMBRO TRIBUNAL**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1.- 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			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>		1724432297	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>		Simbaña Farinango Diego Gustavo	
<b>DIRECCIÓN:</b>		Tabacundo Barrio 18 de Septiembre	
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:dgsimbaniaf@utn.edu.ec">dgsimbaniaf@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	(02) 2365766	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0981561130

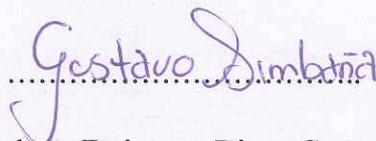
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE <i>Lactobacillus acidophilus</i> SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.
<b>AUTOR:</b>	Simbaña Farinango Diego Gustavo
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	31/07/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>DIRECTOR:</b>	Dr. Manly Espinosa Benavides

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 31 días del mes de Julio del 2019

**EL AUTOR:**

A handwritten signature in purple ink that reads "Gustavo Simbaña". The signature is written over a horizontal dotted line.

Simbaña Farinango Diego Gustavo

C.I.: 1724432297

## ACEPTACIÓN

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de julio de 2019

A handwritten signature in purple ink that reads "Gustavo Simbaña". The signature is written in a cursive style and is underlined with a single horizontal line.

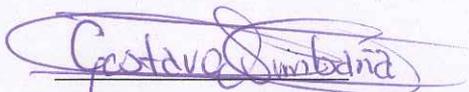
Firma

Simbaña Farinango Diego Gustavo

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Simbaña Farinango Diego Gustavo con cédula de identidad Nro 1724432297, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Lactobacillus acidophilus* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 31 días del mes de julio de 2019



Firma

Simbaña Farinango Diego Gustavo

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 31 días del mes de julio del 2019

Diego Gustavo Simbaña Farinango: “EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE *Lactobacillus acidophilus* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS BROILER, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

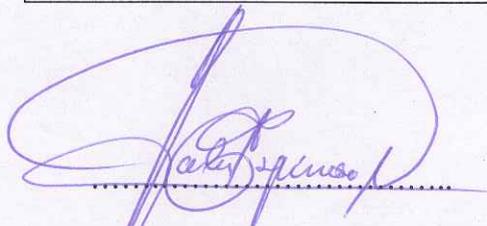
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 31 días del mes de julio del 2019

93 páginas.

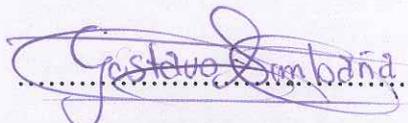
**DIRECTOR:** Dr. Manly Espinosa Benavides

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de diferentes dosis de *Lactobacillus acidophilus* en el agua de bebida y su influencia en los parámetros productivos de pollos broiler. Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Determinar la prevalencia de *Lactobacillus acidophilus* a diferentes dosis.
2. Identificar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* sobre los parámetros productivos de pollos broiler.
3. Comparar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* en las características morfométricas de los órganos linfoides en pollos broiler.



Dr. Manly Enrique Espinosa Benavides  
Director de Trabajo de Grado



Simbaña Farinango Diego Gustavo  
Autor

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por ser la luz en mi vida y poner en mi camino a personas que me ayudan a ser cada día mejor.*

*A la Universidad Técnica del Norte, que me abrió las puertas para emprender conocimientos científicos y humanistas y formarme como profesional.*

*A mis docentes quienes por el lapso de los años de formación me orientaron hacia lo que hoy en día soy.*

*Mi sincero agradecimiento al Dr. Manly Espinosa, quien compartió su tiempo y conocimiento en el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.*

*Mi gratitud a mis amigos por brindarme su amistad y compartir sus vivencias y conocimientos en el transcurso del período académico.*

*Diego Gustavo.*

## DEDICATORIA

*Al culminar una importante etapa de mi vida, el presente trabajo de investigación se lo dedico a:*

*Dios por darme la vida e iluminarme día a día en aquellos momentos difíciles siendo mi guía.*

*A mis queridos padres José Luis Simbaña y Rosita Farinango, por brindarme todo su amor, apoyo incondicional en mi vida y etapa estudiantil.*

*A mis hermanos Mariana, Victoria y José Luis Jr. quienes fueron pilar importante durante todo este tiempo, donde compartimos muchas vivencias y alegrías, los quiero con toda el alma.*

*A mis sobrinos Daniela y Anthony, que por medio de su alegría me motivan a seguir adelante.*

*A mis amigos por ofrecerme el maravilloso regalo de la amistad y ser un pilar fundamental durante mis años de estudio, de los cuales me llevo los mejores recuerdos.*

*Diego Gustavo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. General .....	4
1.4.2. Específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Situación avícola en el mundo .....	5
2.2. Situación avícola en el Ecuador .....	5
2.3. Avicultura en Imbabura .....	6
2.4. Aspectos generales en la producción de pollos broiler .....	6
2.4.1. Pollo de engorde o broiler línea Ross 308.....	6
2.4.2. Ciclo productivo de pollo Broiler.....	7
2.5. Indicadores productivos de pollos Broiler .....	7
2.5.1. Consumo de alimento:.....	8
2.5.2. Incremento de peso: .....	8
2.5.3. Conversión alimenticia:.....	8
2.6. Estructuras anatómicas del aparato digestivo en pollos.....	8
2.6.1. Buche.....	9
2.6.2. Proventrículo .....	9
2.6.3. Molleja .....	10
2.6.4. Intestino delgado .....	10
2.6.5. Intestino grueso .....	11

2.6.6. Ciego .....	11
2.6.7. Cloaca.....	11
2.7. Órganos linfoides .....	11
2.7.1. Concepto y Generalidades.....	11
2.7.2. Bolsa de Fabricio o Bursa .....	12
2.7.3. Timo .....	13
2.7.4. Bazo.....	13
2.8. El sistema inmune en pollos broiler.....	14
2.8.1. Cronología de la respuesta inmune humoral en las aves.....	14
2.9. Desarrollo digestivo .....	15
2.9.1. Desarrollo enzimático .....	15
2.9.2. Desarrollo de vellosidades y criptas.....	15
2.9.3. Desarrollo del enterocito .....	16
2.10. Salud intestinal.....	16
2.10.1. Factores que influyen sobre la salud del tracto Intestinal .....	18
2.11. Exclusión competitiva.....	20
2.12. Manipulación del sistema gastrointestinal .....	21
2.12.1. Promotores de crecimiento .....	21
2.13. Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento .....	22
2.13.1. Prebióticos.....	23
2.13.2. Ácidos orgánicos .....	23
2.13.3. Enzimas .....	23
2.13.4. Extractos vegetales.....	24
2.13.5. Probióticos.....	24
2.14. Historia de los probióticos .....	24
2.15. Que es un probiótico .....	25
2.16. Importancia de los probióticos.....	25

2.16.1. Criterios para la selección de un probiótico .....	26
2.16.2. Principales funciones de los probióticos .....	27
2.17. Bacterias acidolácticas .....	28
2.18. Características de las bacterias Acido lácticas .....	28
2.18.1. Características de Lactobacillus acidophilus.....	28
2.19. Enfermedades causadas por enterobacterias .....	30
2.19.1. Escherichia coli .....	30
2.19.2. Salmonella.....	30
2.20. Pérdidas económicas causadas por enterobacterias .....	30
2.21. Marco legal .....	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Caracterización del área de estudio.....	32
3.1.1. Ubicación geográfica.....	32
3.1.2. Condiciones climáticas.....	33
3.2. Materiales.....	33
3.2.1. Materiales de laboratorio y reactivos .....	33
3.2.2. Materiales e insumos de Campo.....	34
3.2.3. Equipos.....	34
3.2.4. Materiales de Oficina .....	34
3.3. METODOLOGÍA .....	35
3.3.1. Factores en estudio .....	35
3.3.2. Análisis estadístico.....	37
3.4. Actividades de manejo .....	37
3.4.2. Activación de la cepa probiótico .....	43
3.4.3. Verificación de pureza.....	43
3.4.4. Concentración de UFC .....	44
3.4.5. Conservación del probiótico.....	44

3.5. Variables a medir .....	48
3.5.1. Unidades formadoras de colonia UFC de Lactobacillus acidophilus .....	48
3.5.2. Parámetros productivos .....	49
3.5.3. Morfometría de órganos linfoides .....	52
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
4.1. Prevalencia del Lactobacillus al día 21 .....	53
4.2. Prevalencia del Lactobacillus al día 42 .....	55
4.3. Consumo de alimento de 0 a 21 días (Primera etapa) .....	57
4.4. Consumo de alimento de 22 a 42 días (segunda etapa) .....	58
4.5. Consumo total de alimento .....	60
4.6. Incremento de peso de 0 a 21 días (primera etapa) .....	60
4.7. Incremento de peso de 22 a 42 días (segunda etapa) .....	62
4.8. Incremento de peso total .....	64
4.9. Conversión alimenticia al día 21 (primera etapa) .....	64
4.10. Conversión alimenticia al día 42 (segunda etapa) .....	66
4.11. Porcentaje de peso de órganos linfoides .....	67
4.11.1. Porcentaje de peso de Bazo a los 21 días (primera etapa) .....	67
4.11.2. Porcentaje de peso de Bazo a los 42 días (segunda etapa) .....	69
4.11.3. Porcentaje de peso de Bursa a los 21 días (primera etapa) .....	70
4.11.4. Porcentaje de peso de Bursa a los 42 días (segunda etapa) .....	71
4.11.5. Porcentaje de peso de Timo a los 21 días .....	73
4.11.6. Porcentaje morfométrico de Timo a los 42 días .....	74
4.12. Prueba de hipótesis .....	76
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	77
5.1. Conclusiones .....	77
5.2. Recomendaciones .....	78
6. BIBLIOGRAFÍA .....	79

7. ANEXOS .....	84
-----------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronología de la respuesta inmune durante el periodo de incubación .....	14
Tabla 2: Cronología de la respuesta inmune durante el periodo de post-nacimiento	15
Tabla 3: pH de los diversos segmentos del aparato digestivo y tiempos de estancia del alimento en cada uno de ellos. ....	17
Tabla 4: Principales bacterias productoras de ácido láctico .....	28
Tabla 5 Ubicación del experimento .....	32
Tabla 6 Condiciones ambientales del lugar del experimento .....	33
Tabla 7: Tratamientos a evaluar .....	35
Tabla 8: Características de la Unidad experimental .....	36
Tabla 9: Esquema del análisis de varianza para los factores en estudio.....	37
Tabla 10 :Dieta usada en la investigación. ....	46
Tabla 11: Prevalencia y concentración del Lactobacillus a los 21 días.....	53
Tabla 12: Prevalencia y concentración del Lactobacillus a los 42 días.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción avícola en la provincia de Imbabura .....	6
Figura 2: pH natural en el tracto gastrointestinal.....	9
Figura 3: Ubicación de los órganos linfoides en las aves .....	12
Figura 4: Relación entre el crecimiento del bazo y de la bolsa de Fabricio .....	13
Figura 5: Función del Intestino.....	18
Figura 6: Lactobacillus acidophilus.....	29
Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio .....	32
Figura 8: Distribución de tratamientos en el diseño experimental. ....	36
Figura 9 : Limpieza del galpón.....	38
Figura 10: Colocado de cortinas en la parte externa e interna del galpón.....	38

Figura 11: Armado de las unidades experimentales .....	39
Figura 12: Armado de calentadoras .....	40
Figura 13: Instalación de comederos y bebederos .....	40
Figura 14: Pesaje de pollito bebé en la recepción.....	41
Figura 15: Manejo de temperatura con termómetro de máxima y mínima .....	42
Figura 16: Chequeo de las instalaciones durante la fase experimental .....	42
Figura 17: Cepa de Lactobacillus acidophilus ATCC- 4356.....	43
Figura 18: Colonias de Lactobacillus acidophilus ATCC-4356 a 100X.....	44
Figura 19: Conteo de Lactobacillus acidophilus en cámara de Neubauer.....	44
Figura 20: conservación del probiótico en refrigeración a 4° C .....	45
Figura 21: Inclusión del Lactobacillus en el agua de bebida.....	46
Figura 22: Pesaje de la ración diaria de alimento .....	47
Figura 23: Vacunación ocular.....	47
<i>Figura 24: Toma de muestras (Mucosa Intestinal)</i> .....	48
Figura 25: Muestras en caldo de cultivo MRS .....	48
Figura 26: Crecimiento de muestra (mucosa Intestinal).....	49
Figura 27: Consumo de alimento primera etapa.....	50
Figura 28: Consumo de alimento segunda etapa .....	50
Figura 29: Incremento de peso de las aves primera etapa .....	51
Figura 30: Incremento de peso de las aves segunda etapa.....	51
Figura 31: toma de medida y peso a órganos linfoides (bazo, bursa y timo) .....	52
Figura 32: Unidades formadoras de colonias al día 21.....	54
Figura 33: Unidades formadoras de colonia al día 42 .....	56
Figura 34: Consumo de alimento por ave a los 21 días.....	58
FIGURA 35: Consumo de alimento por ave al día 42 .....	59
Figura 36: Promedio de consumo de alimento total .....	60
Figura 37: Incremento de peso (g) a los 21 días.....	61
FIGURA 38 Incremento de peso (g) los 42 días .....	63
Figura 39: Promedio de incremento de peso final por dosis de probiótico .....	64
Figura 40 Conversión alimenticia a los 21 días.....	65
Figura 41 Conversión alimenticia segunda etapa .....	67
FIGURA 42. Porcentaje de peso de Bazo a los 21 días.....	68
Figura 43. Porcentaje de peso de bazo a los 42 días.....	69
Figura 44 : Porcentaje de peso de bursa a los 21 días. ....	71

Figura 45 Porcentaje de peso de bursa a los 42 días.....	72
Figura 46: Porcentaje de peso de timo a los 21 días.....	74
Figura 47: Porcentaje de peso de timo a los 42 días.....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Programación de actividades a desarrollarse durante la fase del experimento en campo. ....	84
Anexo3: Valores promedio de UFC a los 21 días .....	85
Anexo 4: Análisis de varianza para UFC a los 21 días.....	86
Anexo 5: Valores promedio de UFC a los 42 días .....	86
Anexo 6: Análisis de varianza para UFC a los 42 días.....	86
Anexo 7: Valores promedio de consumo de alimento al día 21 .....	86
Anexo 8: Análisis de varianza para consumo de alimento a los 21 días. ....	87
Anexo 9: Valores promedio de consumo de alimento al día 42.....	87
Anexo 10: Análisis de varianza para consumo de alimento a los 42 días .....	88
Anexo 11: Valores promedio de incremento de peso a los 21 días .....	88
Anexo 12: Análisis de Varianza para Incremento de peso a los 21 días .....	88
Anexo 13: Valores promedio de incremento de peso a los 42 días. ....	89
Anexo 14: Análisis de Varianza para Incremento de peso a los 42 días .....	89
Anexo 15: Valores promedio de Conversión alimenticia a los 21 días.....	89
Anexo 16: Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 21 días. ....	90
Anexo 17: Valores promedio de Conversión alimenticia al día 42. ....	90
Anexo 18: Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 42 días. ....	90
Anexo 19: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bazo al día 21 .....	91
Anexo 20: Análisis de varianza para bazo a los 21 días.....	91
Anexo 21: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bazo a los 42 días ....	91
Anexo 22: Análisis de varianza para bazo a los 42 días.....	92
Anexo 23: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bursa al día 21 .....	92
Anexo 24: Análisis de varianza para bursa a los 21 días.....	92
Anexo 25: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bursa a los 42 días ...	93
Anexo 26: Análisis de varianza para porcentaje morfométrico de bursa al día 42 .	93
Anexo 27: Análisis de Varianza de porcentaje morfométrico de Timo al día 21.....	93

Anexo 28: Análisis de varianza del índice morfométrico de Timo a los 21 días ....	94
Anexo 29: Valores promedio de índice morfométrico de timo a los 42 días. ....	94
Anexo 30: Análisis de varianza para índice morfométrico de timo a los 42 días ....	94

## RESUMEN

El uso indiscriminado de antibióticos en la producción de pollos de engorde puede ocasionar, resistencia de bacterias enteropatógenas y complicaciones para la salud de los consumidores, debido a los residuos que estos conllevan. Actualmente algunos de los antibióticos presentan restricción en algunos países, por lo cual surge la necesidad de probar nuevas alternativas para el control de enterobacterias, mejorar el rendimiento de pollo broiler y sustituir los APC, por lo tanto permitieron desarrollar este estudio basado en biotecnología. Se determinó el efecto de la inclusión del probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) en agua de bebida de pollos Ross-308, sobre la salud intestinal, la exclusión competitiva y los principales parámetros productivos. Se utilizaron pollos macho y hembra de un día de edad distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en las cuales los factores en estudio fueron: sexo y dosis de probiótico (1,5, 2.5 y 3 ml/l) más un testigo, con 24 unidades experimentales de 11 pollos cada una. Las aves del grupo ensayo recibieron el *Lactobacillus* en las dosis establecidas a una concentración de  $1 \times 10^9$  / ml, durante 42 días, fueron alimentadas con balanceado sin promotor de crecimiento, ni antibióticos; los pollos del grupo testigo, recibieron la misma alimentación y agua sin probiótico desde el primer día. En el ensayo se evaluaron las siguientes variables a los 21 y 42 días, unidades formadoras de colonia (UFC) de *Lactobacillus acidophilus* por medio de un hisopado de intestino delgado; consumo de alimento; ganancia de peso (GP); conversión alimenticia (CA); índices morfométricos de bazo, bursa y timo.

Los resultados muestran un efecto beneficioso para etapas y dosis presentando una diferencia estadística ( $p = 0.05$ ) con relación al grupo control: sobre la salud intestinal, desarrollando óptima eficiencia en exclusión competitiva y dominancia de bacterias *Lactobacillus* 1.81 veces más, durante la primera etapa y 3.04 veces más durante la segunda etapa, de igual manera mejoró los parámetros productivos: con respecto al peso promedio se observó un aumento de 278.8 gramos, para el índice de conversión alimenticia fue de 0.17 para la dosis 2.5ml, en relación al testigo.

## ABSTRACT

The indiscriminate use of antibiotics in the production of broilers can cause resistance to whole pathogenic bacteria and complications to the health of consumers, due to the residues that these entail. Currently some of the antibiotics are restricted in some countries, so there is a need to try new alternatives for the control of enterobacteria, improve the yield of broiler chicken and replace the APC, therefore allowed to develop this study based on biotechnology. It was determined of probiotic inclusion (*Lactobacillus acidophilus*) in Ross-308 chicken drinking water, on intestinal health, competitive exclusion and the main productive parameters. One day old male and female chickens distributed in a completely randomized block design (DBCA) were used, in which the factors under study were: sex and probiotic dose (1.5 ml, 2.5 ml and 3 ml / l) plus a witness, with 24 experimental units of 11 chickens each. The birds of the test group received *Lactobacillus* in the doses established at a concentration of  $1 \times 10^9$  / ml, for 42 days, they were fed with balanced without growth promoter or antibiotics; the chickens of the control group received the same food and water without a probiotic from day one. In the trial the following variables were evaluated at 21 and 42 days, colony forming units (CFU) of *Lactobacillus acidophilus* by means of a small intestine swab; food consumption; weight gain (GP); food conversion (CA); morphometric indices of spleen, bursa and thymus.

The results show a beneficial effect for stages and doses presenting a statistical difference ( $p = 0.05$ ) in relation to the control group: on intestinal health, developing optimal efficiency in competitive exclusion and dominance of *Lactobacillus* bacteria 1.81 times more, during the first stage and 3.04 more times during the second stage, in the same way the productive parameters improved: with respect to the average weight an increase of 278.8 g was observed, for the food conversion index it was 0.17 for the 2.5 ml dose, in relation to the witness.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

En el Ecuador la industria avícola en la última década ha aumentado su producción de pollos de carne, ya que es una de las más comercializadas a nivel nacional, posicionándolo como uno de los negocios más rentables. Esta actividad demanda el consumo aproximado de 2.3 millones de TM de balanceado cada año para su alimentación lo cual representa el 13% de PIB agropecuario (Orellana, 2015).

Según el último reporte avícola nacional en el año 2016, la producción anual de pollo de engorde fue de 230 millones, siendo el consumo percapita de 35kg/persona/año (CONAVE, 2016); en la industria avícola el éxito de una buena producción radica en la situación sanitaria, para lograr un óptimo rendimiento de carne.

Seidavi et al. (2017) indica que se conoce que existe una relación muy directa entre el funcionamiento del sistema gastrointestinal y los indicadores como: tasa de crecimiento, índice de conversión alimenticia y diversas enfermedades, ya que este sistema representa la principal vía de entrada de nutrientes, genobióticos, fármacos, toxinas, entre otros.

Damerow (2011) afirma que desde una perspectiva sanitaria, para evitar las enfermedades se somete a todo el lote a tratamientos de antibióticos y quimioterapéuticos, los cuales son capaces de eliminar no solo a los microorganismos patógenos sino también a la flora intestinal necesaria para el buen funcionamiento del sistema gastrointestinal.

Existe variación en la flora intestinal de las aves dependiendo de la edad y el manejo. Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que las primeras bacterias colonizadoras en las primeras etapas de vida son *Streptococos* y *enterobacterias* los cuales colonizan el ciego para posteriormente colonizar el resto del intestino en las primeras 24 horas de vida en concentraciones de  $1 \times 10^8$  UFC (Unidades Formadoras de Colonia) posterior a la primera ingesta de alimento (López y Vásquez, 2005)

El uso de probióticos en el sector pecuario ha venido desarrollando nuevas líneas de investigación, las cuales indican que dependiendo del probiótico ingerido varía el tipo de respuesta inmunitaria (Angelakis, 2017).

Gamazo, Sánchez y Camacho (2013) señala que es así como: el consumo de *Lactobacillus acidophilus*, evita el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos mediante exclusión competitiva, *Lactobacillus casei* está relacionada con un cambio en la población de linfocitos, por lo que su consumo sería recomendable para el control de patógenos intestinales. Por el contrario, *Streptococcus* y *Leuconostoc* aumentan las defensas frente a parásitos intracelulares y por último, *Bifidobacterium* y *Propionibacterium* son recomendable para el tratamiento de condiciones inflamatorias, como artritis reumatoide (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Para que un microorganismo, pueda cumplir con estas funciones de protección, tiene que poseer características tales como: ser habitante normal del intestino, tener un tiempo corto de reproducción, ser capaz de producir compuestos antimicrobianos y ser estable durante el proceso de producción (Dunkley, 2008).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente los sistemas de producción pecuaria y la industria avícola se han visto en la necesidad de intensificar los procesos productivos, en los cuales los requerimientos nutricionales e inmunológicos son suplidos con dietas y aditivos de origen químico como por ejemplo antibióticos, los cuales son utilizados como promotores de crecimiento. El uso continuo de estos aditivos ha promovido la generación de bacterias enteropatógenas resistentes, que actúan de forma negativa sobre el tracto gastrointestinal, provocando bajos rendimientos en los parámetros de producción. Repercutiendo directamente en la economía del sector avícola, elevando los costos de producción ya que incrementa el índice de conversión alimenticia, debido a un mayor consumo de alimento o incremento de los días de saque para su comercialización.

### **1.3. Justificación**

Debido al rápido y constante crecimiento de la población en el mundo y a la disminución del rendimiento agropecuario en términos de productividad percapita el mundo se encuentra en una crisis alimentaria, debido al crecimiento demográfico, la urbanización, y la distribución desigual de las tierras. Estas realidades conllevan al desarrollo de nuevas alternativas de producción en menor tiempo y espacio físico (FAO, 2012).

Consecuentemente los animales de granja, fundamentalmente las aves (pollos de engorde), son muy susceptibles a crecimientos de enterobacterias que llevan a una insuficiente conversión de los alimentos y a una disminución en la respuesta zootécnica. Para atenuar estas dificultades, las dietas son formuladas con antibióticos, los cuales han mostrado ser efectivos en la disminución de los trastornos diarreicos y en la promoción del crecimiento animal (Oxford University, 2016).

Los probióticos son alternativas para ofertar a la comunidad una nueva visión de producción limpia, además de conseguir la reducción de las patologías entéricas de origen bacteriano, y con ello disminuir los costos de producción del sector avícola. Resulta entonces, importante para especialistas en nutrición animal sostenible, reconocer el efecto de estos aditivos, como una alternativa para mejorar el sistema productivo, basados en el principio de bienestar animal íntimamente ligado a la sustentabilidad de un sistema de producción inocuo (López y Vásquez, 2005).

Es importante mencionar que los probióticos son inductores importantes de la respuesta inmunológica en pollos de engorde, ya que la flora bacteriana a nivel intestinal puede influir potencialmente en el tejido linfoide, incrementando el número de linfocitos e inmunoglobulinas en respuesta a la exclusión competitiva (Sumano & Gutiérrez, 2010). Esta se fundamenta en lo que ocurre en cualquier ecosistema y hace referencia a la exclusión de una especie en acción de la otra (Kaplan, 2011). En términos veterinarios exclusión competitiva ha sido utilizada para hacer referencia al efecto benéfico y protector de la flora bacteriana no patógena ya sea nativa o inducida en el intestino de las aves (Dunkley, 2008).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de *Lactobacillus acidophilus* en el agua de bebida y su influencia en los parámetros productivos de pollos broiler.

### **1.4.2. Específicos**

1. Determinar la prevalencia de *Lactobacillus acidophilus* a diferentes dosis.
2. Identificar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* sobre los parámetros productivos de pollos broiler.
3. Comparar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* en las características morfométricas de los órganos linfoides en pollos broiler.

## **1.5. Hipótesis**

**Ho:** La inclusión de *Lactobacillus acidophilus* no mejora los parámetros productivos en pollos broiler.

**Ha:** La inclusión de *Lactobacillus acidophilus* mejora los parámetros productivos en pollos broiler.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Situación avícola en el mundo

La industria avícola se ha caracterizado mundialmente por ser una de las producciones pecuarias con mayor trascendencia debido a su rápido desarrollo y por supuesto por tener bajos costos de producción, siendo así la proteína de origen animal con mayor aceptación a nivel mundial (Almaraz y Alvarez, 2014). Debido al aumento de la población en los últimos años la industria avícola se ha visto en la necesidad de cambiar su forma de producción tradicional por una más tecnificada que brinde mejores rendimientos y con una mínima inversión.

En la Avicultura, la tecnología está relacionada con: ingeniería genética; biotecnología; agropecuaria; medicina veterinaria, nutrición y entre otras puesto que al conjugarlas entre sí puede llegar a tener una producción más eficiente y por lo tanto ofertar al mercado productos a un costo más accesible incrementando la demanda y el consumo de carne de pollo (Montiel, 2010).

Rioja (2017) menciona que actualmente la producción mundial anual de carne de pollo bordea los 113 millones de toneladas siendo el consumo per cápita de 15,1 Kg/ persona/año, sobre una base de peso eviscerado, pero sin embargo el consumo de carne de pollo seguirá creciendo en un 0,8% anual.

#### 2.2. Situación avícola en el Ecuador

En el Ecuador la avicultura es parte de la cadena productiva del maíz, soya, y otros productos Esta actividad demanda el consumo aproximado de 2.3 millones de TM de balanceado cada año para su alimentación lo cual representa el 13% de PIB agropecuario (Orellana, 2015). La avicultura en la última década ha aumentado su producción de pollos de carne, ya que es una de las más comercializadas a nivel nacional, convirtiéndose en uno de los negocios más rentables

Según el último reporte avícola nacional en el año 2016, la producción anual de pollo de engorde fue de 230 millones, siendo el consumo percapita de 35kg/persona/año (CONAVE, 2016); en la industria avícola el éxito de una buena producción radica en la nutrición, la

situación sanitaria de las instalaciones, así como también de la microbiota intestinal, que juega un papel importante en la conservación del crecimiento, salud y el bienestar del ave, para lograr un óptimo rendimiento de carne (Abdelrahman, 2013).

### 2.3. Avicultura en Imbabura

El sector avícola en la provincia de Imbabura ha crecido en los últimos años, según el censo realizado por el SESA en el año 2006, reporta que la producción nacional fue de 28 millones, de los cuales el 6% de la producción, corresponde a Imbabura. En el año 2012 el instituto de estadísticas y censos INEC, afirma que en la provincia de Imbabura la producción de pollos y gallinas fue de 7 millones, ubicando a la provincia en el sexto puesto como productor nacional. Figura 1, indica el porcentaje de producción en los cantones de la provincia de Imbabura.

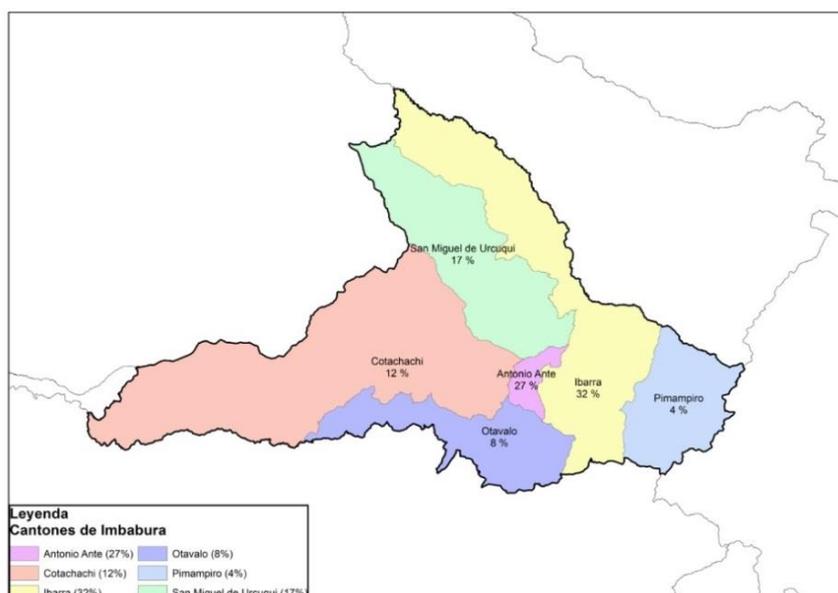


Figura 1: Producción avícola en la provincia de Imbabura

Fuente: Datos tomados de (CESA, 2006) y figura elaborado por el autor.

## 2.4. Aspectos generales en la producción de pollos broiler

### 2.4.1. Pollo de engorde o broiler línea Ross 308

Comúnmente conocidos como pollos broiler, ya que su nombre se deriva del vocablo inglés “parrilla o pollo para asar”. Estos pollos pertenecen a razas súper pesadas, debido que para la obtención de estas líneas se hacen numerosos cruzamientos, hasta llegar a obtener ejemplares con mejor peso, buena presentación física, resistentes a enfermedades, alas cortas,

elevada velocidad de crecimiento y formación de valiosas masas musculares, principalmente pechuga y muslos. (Aillón, 2012).

La línea de pollos Ross 308, es la más destacada por ser una línea que ha demostrado la mayor eficiencia productiva, pues presenta: excelente tasa de crecimiento, mayor ganancia de peso, una óptima conversión alimenticia, una nutrición balanceada menos costosa. Estos parámetros hacen de esta línea una de las más competitiva en el mercado, pudiendo alcanzar pesos de 2.8 kg a 3.1 kg en ciclos de 42 días, así como también variaciones de acuerdo al tipo de alimentación y ambiente donde se desarrolla. (Aviagen, 2015)

#### ***2.4.2. Ciclo productivo de pollo Broiler***

El ciclo productivo de pollos broiler está dividido en tres fases: la primera va de 1 a 10 días, en esta el pollo presenta el mayor crecimiento, pudiendo incrementar de 4.5 a 5 veces su peso en relación al peso de recepción en el día 1 con un nivel de conversión alimenticia de 0.96, muy óptimo para esa etapa (Aviagen, 2010).

Durante la segunda etapa, o conocida también como periodo de crecimiento, va de los 11 a 22 días, es la fase más importante y la más crítica, ya que los pollitos están expuestos a sufrir estrés metabólico, debido a la disminución de horas luz y el cambio en la formulación de la dieta, en esta etapa pueden llegar a alcanzar pesos de hasta 1030 g con una conversión alimenticia de 1.2 (Lazo, 2016) (Aviagen, 2017).

La etapa de finalización en la que los pollos alcanzan un peso final aproximado de 2500 a 3100 g a los 42 días aproximadamente. Esta etapa es la de mayor crecimiento durante la cual se produce el incremento en más de dos tercios del peso final (Jaramillo, 2015).

### **2.5. Indicadores productivos de pollos Broiler**

Constituyen los indicadores técnicos de las actividades que se realizan en una explotación avícola, los mismos ayudaran a recabar los datos de una nueva parvada, con el propósito de prevenir y controlar problemas mediante la evaluación parcial o total de los resultados obtenidos en relación con el comportamiento de la parvada. (Quintana, 2011).

### **2.5.1. Consumo de alimento:**

Este índice ayuda a la determinación del consumo de alimento, se calcula los kilogramos de alimento consumido con la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}$$

### **2.5.2. Incremento de peso:**

Determina cuanto aumentan los pollos. Realizando el pesaje de las aves una vez por semana, se toma una muestra representativa al azar que va del 2 % al 3 % de total de aves del galpón, luego se promedia y obtenemos el peso inicial de las aves, en la semana siguiente se vuelven a pesar y la diferencia entre: la primera y la segunda, es el incremento de peso para la segunda semana y así respectivamente para las semanas siguientes, con la siguiente ecuación.

$$I.P. = \text{Peso acumulado semanalmente} - \text{peso inicial de la semana}$$

### **2.5.3. Conversión alimenticia:**

Este índice es importante para determinar la rentabilidad de una empresa productora de pollos. Se extrae de la relación existente entre el alimento consumido sobre el peso incrementado; es decir es el factor que mide la proporción de alimento requerido para hacer una unidad de carne con la siguiente ecuación (Quintana, 2011).

$$C.A = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Carne producida}}$$

## **2.6. Estructuras anatómicas del aparato digestivo en pollos**

El aparato digestivo es uno de los principales mediadores con el medio externo del organismo, y es la principal vía de entrada de nutrientes y asimilación de fármacos, toxinas, etc., y es considerado uno de los sistemas más importantes en las explotaciones avícolas ya que si la función intestinal se deteriora, la digestión y absorción de alimento se reducen, afectando el desempeño y disminuyendo la eficiencia de parámetros de producción (Sumano y Gutiérrez, 2010 ; Gauthier, 2008).

Dentro del sistema intestinal, se encuentran segmentos con distintos mecanismos ya sean de protección, absorción y eliminación de moléculas, algunas de las células que predominen en intestino cumplirán diversas funciones (Sumano y Gutiérrez, 2010).

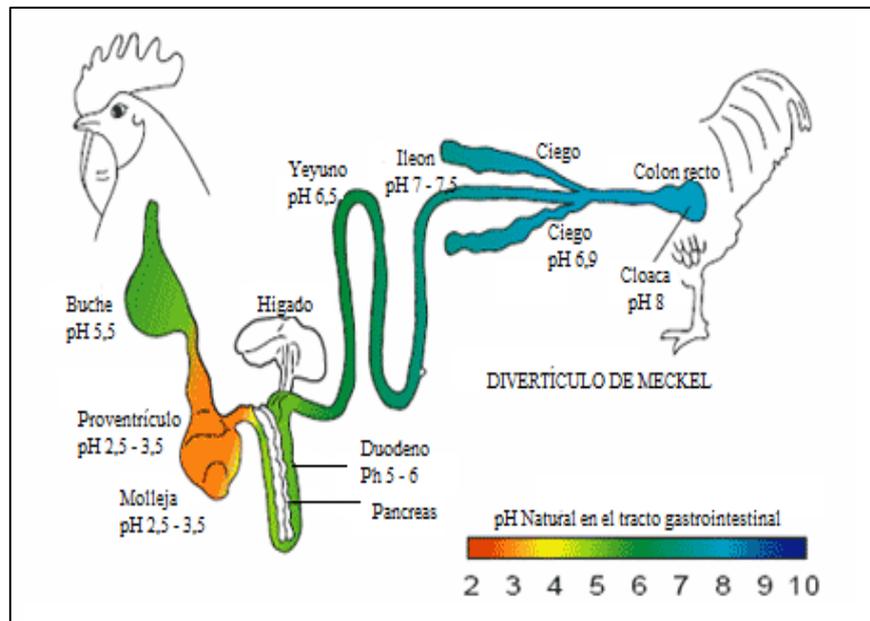


Figura 2: pH natural en el tracto gastrointestinal

Fuente: (Aldana & Ospina, 2006)

### 2.6.1. Buce

También conocida como ingluvie, este órgano cumple la función de almacenar el alimento para el remojo, humectación, y maceración del contenido almacenado temporalmente, la reacción del contenido del buche es siempre acida. Siendo su reacción promedio de un pH de 5 a 5.5, Sumano y Gutiérrez, (2010); Vaca, (2000).

### 2.6.2. Proventrículo

El ensanchamiento del esófago, poco antes de su unión con la molleja, es conocido como proventrículo, algunas veces llamado estomago glandular o estomago verdadero. Las glándulas de la gruesa pared estomacal secretan jugos gástricos, estos contienen ácido clorhídrico y enzimas digestivas que dan inicio al desdoblamiento de los nutrientes para poder asimilarlos, Sumano y Gutiérrez, (2010) .

### **2.6.3. Molleja**

También conocido como estomago muscular, se localiza entre el proventrículo y el límite superior del intestino delgado, tiene dos paredes muy gruesas capaz de desarrollar contracciones frecuentes y repetidas que ejercen una enorme presión sobre los alimentos desintegrándolos en pequeñas partículas y mezclándolas con los jugos provenientes del estómago, Sumano y Gutiérrez, 2010).

### **2.6.4. Intestino delgado**

El intestino delgado comienza a extenderse desde la molleja al origen de los ciegos y puede llegar a medir aproximadamente 1.5m de largo, es aquí donde se da la absorción de grasa, carbohidratos y proteínas, a los ciegos gástricos, ubicados en el intestino delgado, se les atribuye la función de absorción de algunos ácidos grasos, producto de la fermentación de las bacterias acidolácticas, estos ácidos lácticos sirven como fuente energética cuando el ave lo requiera. En pollos adultos, este se subdivide en: Duodeno, Yeyuno e Íleon, Quintana, (2011); Vaca, (2003).

#### **2.6.4.1. Duodeno**

La reacción del contenido del duodeno presenta un pH de 6.31. El duodeno recibe las enzimas digestivas, bicarbonato del páncreas y bilis del hígado, para contrarrestar el efecto del ácido hidroclicórico proveniente del ventrículo, Sumano y Gutiérrez, (2010).

#### **2.6.4.2. Yeyuno**

Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra, y consta de unas diez asas pequeñas, y suspendidas en el mesenterio, tiene un pH de 7.04 (Sumano y Gutiérrez, 2010; Vaca, (2000).

#### **2.6.4.3. Íleon**

Este órgano es una estructura estirada que se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, tiene un pH de 7,59. Aquí es donde se da la mayor absorción de fármacos, dada la mayor superficie de contacto que ofrecen, Vaca, (2000).

### **2.6.5. Intestino grueso**

Es la porción del tubo digestivo que va desde la unión con los ciegos, hasta la abertura externa de la cloaca, el intestino delgado, tiene poca acción digestiva y es relativamente corto, su función principal es el almacén de residuos de la digestión, en donde se recupera el agua remanente que estos contienen para ser aprovechada por las aves, Sumano y Gutiérrez, (2010);Vaca, (2000).

### **2.6.6. Ciego**

Esta subdividido en dos partes o dos ciegos, formado por dos tubos con extremidades cerradas. El pH del ciego izquierdo es de 7.12 mientras que el derecho es de 7.08, la función principal de este órgano es la absorción (Sumano y Gutiérrez, 2010).

### **2.6.7. Cloaca**

Es el área bulbosa que se encuentra al final del aparato digestivo y se conoce como cloaca, en este órgano se une el aparato reproductor, por lo cual la orina y las heces se eliminan juntas, Sumano & Gutiérrez, (2010).

## **2.7. Órganos linfoides**

### **2.7.1. Concepto y Generalidades**

Los órganos linfoides que forman parte del sistema inmunitario están constituidos por tejido linfoide, que se dispone como órganos individualizados o formando parte de otras estructuras corporales. Estos órganos contribuyen a la defensa del organismo al ser los encargados de la elaboración de la respuesta inmune específica. El tejido linfoide presenta componentes fundamentales: el tejido reticular y los linfocitos. El primero forma un almacén de fibras reticulares y células que pueden incluir, además de células reticulares, fibroblastos, macrófagos y células epiteliales, que interactúan con los linfocitos captando, procesando y presentándoles los antígenos. Los linfocitos se disponen ocupando el intersticio del tejido reticular (Bernabe et al, 2010)

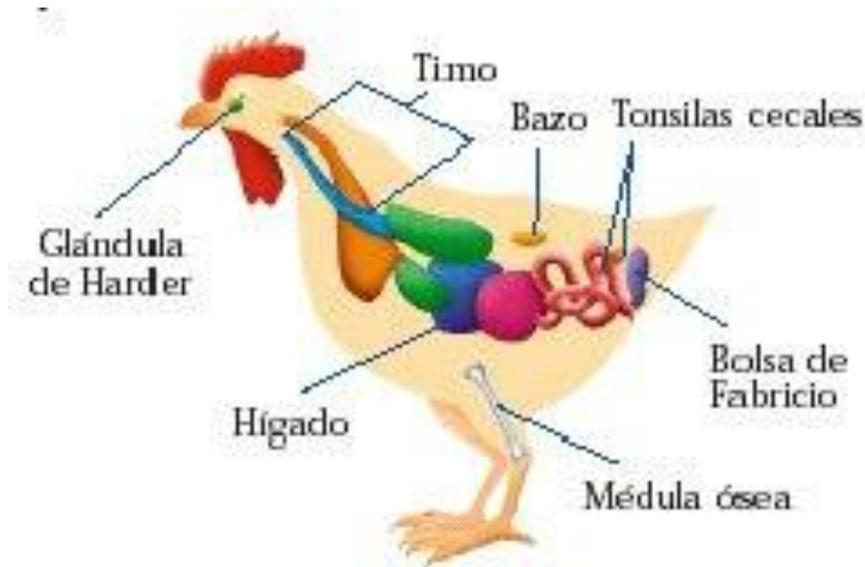


Figura 3: Ubicación de los órganos linfoides en las aves

Fuente: (Aldana & Ospina, 2006)

### 2.7.2. *Bolsa de Fabricio o Bursa*

Se presenta únicamente en las aves, se ubica en la parte dorsal de la cloaca, conectada al intestino mediante un conducto. La bolsa de Fabricio es el sitio de diferenciación de los linfocitos B y capta antígenos al momento que el ave defeca ya que la capa de músculo liso del intestino se continúa en la bolsa de Fabricio de modo que la contracción del músculo hace funcionar a la bolsa como una perilla de succión (Alfaro & Briceño, 2013). En el interior de la bolsa de Fabricio se aprecian folias mayores y menores, estas folias están recubiertas por un epitelio cilíndrico y contienen los folículos linfoides sostenidos por una matriz de tejido conectivo (Albeitar, 2005).

La bolsa de Fabricio, en ausencia de agentes infecciosos o inmunodepresores, debe estar presente hasta las 12 o 14 semanas de vida del ave, tiempo en el cual inicia su involución, de modo que a las 20 semanas únicamente quedan vestigios. En las aves de producción, el uso de vacunas, principalmente contra la infección de la bolsa de Fabricio, ocasiona atrofia antes de este tiempo. La bolsa de Fabricio con involución se aprecia macroscópicamente como un nódulo pequeño, duro y de color blanco amarillento (Angelakis, 2017).

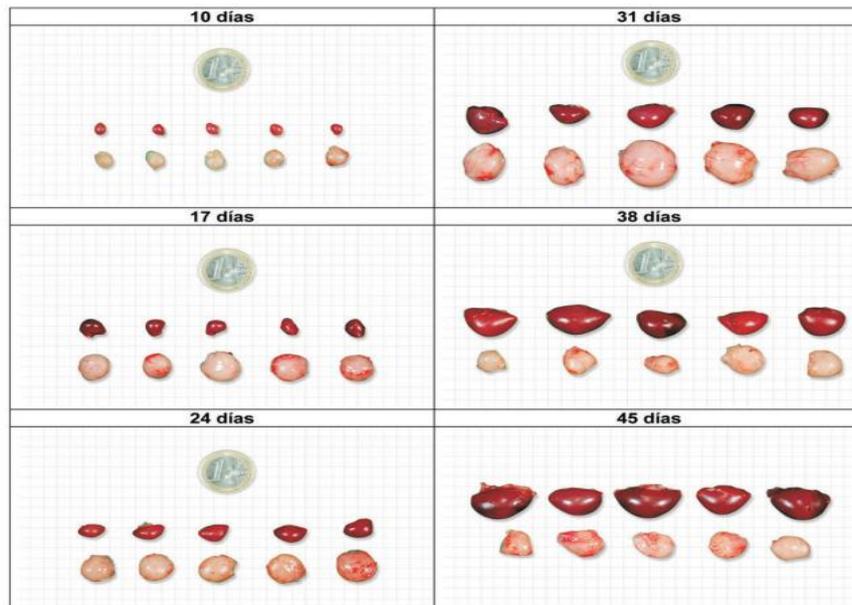


Figura 4: Relación entre el crecimiento del bazo y de la bolsa de Fabricio

Fuente: (Alfaro & Briceño, 2013)

### 2.7.3. Timo

El timo en las aves se ubica a lo largo del cuello, está compuesto de 6 a 7 lóbulos que van paralelos a las venas yugulares y el nervio vago. En el timo se diferencian los linfocitos T (Aldana & Ospina, 2006).

Macroscópicamente los lóbulos del timo se aprecian con pequeños lobulillos y al corte se diferencia una corteza y médula. En ausencia de agentes infecciosos o inmunodepresores, el timo debe permanecer hasta las 15 o 17 semanas, después de ese tiempo inicia su involución de modo que a las 30 semanas quedan únicamente vestigios (Bayer, 2010).

### 2.7.4. Bazo

El bazo se encuentra unido a la molleja y proventrículo por su cara visceral, es un órgano linfoide secundario, está conformado por una cápsula de tejido conjuntivo y trabéculas sobre las cuales se sostienen los centros germinales (pulpa blanca) y arteriolas, células dendríticas y glóbulos rojos (pulpa roja). El bazo en los pollitos jóvenes es un centro de granulopoyesis y en las aves mayores un centro de presentación de antígenos (Barrera, 2012).

## 2.8. El sistema inmune en pollos broiler

El sistema inmune de las aves en general se ha estudiado ampliamente en los últimos años. El sistema inmunológico es un mecanismo de defensa frente a cualquier invasión de agentes externos, mediante la acción ordenada de la inmunidad innata y adquirida. La inmunidad innata no es específica y no tiene ninguna memoria inmunológica. Las células fagocitarias, como macrófagos y los monocitos intervienen en la respuesta inmune innata, ligando a los microorganismos y destruyéndolos (Alfaro & Briceño, 2013).

En realidad, actúan como una primera línea de defensa contra la infección. La inmunidad adquirida está diseñada para reconocer y reaccionar a los antígenos individuales de una manera muy específica, estimulando la activación linfocitaria antígeno-específica, la producción de anticuerpos y células de memoria. En este sentido, la bolsa de Fabricio juega un papel muy importante en la producción de antígenos del pollo. Las enfermedades que dañan el funcionamiento de la bolsa, como la enfermedad de Gumboro, deprimen la inmunocompetencia de los pollitos jóvenes (Abdelrahman, 2013).

### 2.8.1. Cronología de la respuesta inmune humoral en las aves.

Tabla 1 Cronología de la respuesta inmune durante el periodo de incubación

<b>Periodo de incubación</b>	
<b>Día 4</b>	Formación de la Bolsa
<b>Días 7 – 12</b>	Inmigración de linfocitos prebursales
<b>Día 12</b>	Linfocitos con IgM en la bolsa
<b>Día 14</b>	Linfocitos con IgM en el bazo
<b>Día 18</b>	Excreción de IgM Emigración de linfocitos post-bursales
<b>Día 21</b>	Capacidad de producción de IgG en la bolsa

*Fuente:* (Bayer, 2010)

Tabla 2: Cronología de la respuesta inmune durante el periodo de post-nacimiento

<b>Periodo post-nacimiento</b>	
<b>Día 1</b>	Capacidad inmune contra virus de NC
<b>Día 3</b>	Capacidad de producción de IgG en el bazo
<b>Día 16</b>	Capacidad inmune contra Salmonella
<b>Día 28</b>	Proceso de maduración de linfocitos B, terminado
<b>Semanas 10 – 15</b>	Máximo tamaño de la bolsa
<b>Semanas 23 – 25</b>	Involución total de la bolsa

*Fuente:* (Bayer, 2010)

## **2.9. Desarrollo digestivo**

Una de las características de los pollos de engorde, es su rápido crecimiento y el desarrollo precoz del sistema digestivo, ya que se desarrolla de una manera acelerada durante los diez primeros días a diferencia del resto del organismo. La digestión y la absorción son poco eficaces en el pollito recién eclosionado y a medida que comienza su alimentación este va produciendo cambios en la morfología del tubo digestivo (longitud y peso del intestino delgado, crecimiento de enterocitos, vellosidades y criptas), así como en las secreciones enzimáticas, intestinales y pancreáticas (Alfaro y Briceño, 2013).

### **2.9.1. Desarrollo enzimático**

La reserva enzimática del páncreas en un pollito recién eclosionado es sumamente baja (tripsina, quimotripsina, amilasa y lipasa). Su secreción aumenta progresivamente durante la primera semana de vida en presencia de carbohidratos, lípidos y proteínas que estimulan su secreción (Aldana y Ospina, 2006).

Otro de los factores que interviene en el desarrollo enzimático es la salud intestinal que puede ser determinada mediante morfometría de órganos ya que al desarrollarse las vellosidades intestinales estas aumentan su longitud y peso (Satama, 2012).

### **2.9.2. Desarrollo de vellosidades y criptas**

En pollos broiler, la altura de las vellosidades intestinales y la profundidad de las criptas se incrementan aceleradamente tras la eclosión alcanzando un máximo desarrollo a los cuatro o seis días en el duodeno y a los 10 días en el yeyuno e íleon. Es por ello que se incrementa la superficie de absorción de los nutrientes por medio de una membrana para luego entrar al

torrente sanguíneo. La absorción que se da en estos órganos va aumentando junto con la edad de los pollitos y una de las formas de evaluar la absorción por las mucosas intestinales es la medición de electrolitos (Alfaro y Briceño, 2013; Sumano y Gutiérrez, 2010).

### **2.9.3. Desarrollo del enterocito**

Los enterocitos situados en la parte superior de las vellosidades intestinales son los encargados de la digestión y absorción. También es aquí donde se puede dar lugar a la entrada de patógenos (virus, bacterias, toxinas, etc.) los ácidos orgánicos especialmente aquellos de cadena corta juegan un papel importante en el status fisiológico del enterocito (Satama, 2012).

## **2.10. Salud intestinal**

La salud intestinal se la puede definir como el mantenimiento de la integridad intestinal a través de su estructura y funcionamiento es decir un intestino intacto y funcional. Se puede asegurar que el grado de lesión que afecte a un ave en la parvada afecta la uniformidad de la misma (Alfaro y Briceño, 2013).

Hoyos (2008), asegura que el tracto intestinal es uno de los factores principales y el más fundamental para tener un buen desempeño de la parvada y por lo tanto una producción rentable, ya que se considera que el tracto intestinal es muy susceptible a enfermedades causadas por enterobacterias.

Arteaga y Jauregui, (2016), señala que si se mantiene una salud intestinal óptima en una explotación avícola de pollos de engorde las parvadas pueden alcanzar su máximo desarrollo, y lo reflejan en los parámetros productivos como: ganancia de peso, conversión alimenticia.

La microflora presente en el tracto intestinal por lo general pertenece al grupo de las bacterias ácido lácticas, que ayudan a desdoblar los alimentos y transformarlos en compuestos fácilmente asimilables, los cuales logran aumentar la respuesta inmune del organismo (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Kaplan (2011), indica que a las bacterias ácido lácticas se les atribuye un principio probiótico es decir que ayudan a sintetizar los alimentos y mejoran la respuesta inmune del organismo y cuando este sistema se siente amenazado por agentes ajenos al intestino estos se activan.

Alfaro y Briceño (2013), señalan que es muy importante conocer la estructura y funcionamiento del sistema intestinal para mejorar la salud del mismo, ya que las aves tienen numerosas vellosidades intestinales y tasa de recambio epitelial de (48 a 96 h). La respuesta inflamatoria es más rápida (menos de 12 h) comparado con los mamíferos que tienen una respuesta de (3 a 4 días), lo cual los hace más susceptibles a los problemas en capacidad de absorción.

El tiempo del paso de los alimentos varía según las diferentes estructuras que componen el sistema gastrointestinal, al igual que el pH como se lo muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 3: pH de los diversos segmentos del aparato digestivo y tiempos de estancia del alimento en cada uno de ellos.

<b>TGI Segmento</b>	<b>pH</b>	<b>Transito Tiempo (minutos)</b>
<b>Buche</b>	5,5	31-41
<b>Estomago Glandular</b>	2,5-3,5	39-33
<b>Estomago Muscular</b>	2,55-3,5	-
<b>Duodeno</b>	5-6	5-10
<b>Yeyuno</b>	6,5-7	71-84
<b>Íleon</b>	7-7,5	90-97
<b>Ciego</b>	6,9	115-120
<b>Recto</b>	6,3	26-56
<b>Cloaca</b>	7,8	-
<b>Total</b>		4-6 horas

Fuente: (Sumano y Gutiérrez, 2010)

Alfaro y Briceño (2013), afirman que las vellosidades y la mucosa existente en el tracto digestivo son consideradas como barreras físicas que protegen la entrada de agentes extraños y de microorganismos letales a la circulación sanguínea. Una mucosa dañada es una vía de entrada para algunos patógenos potenciales, los cuales pueden causar serios problemas entéricos.

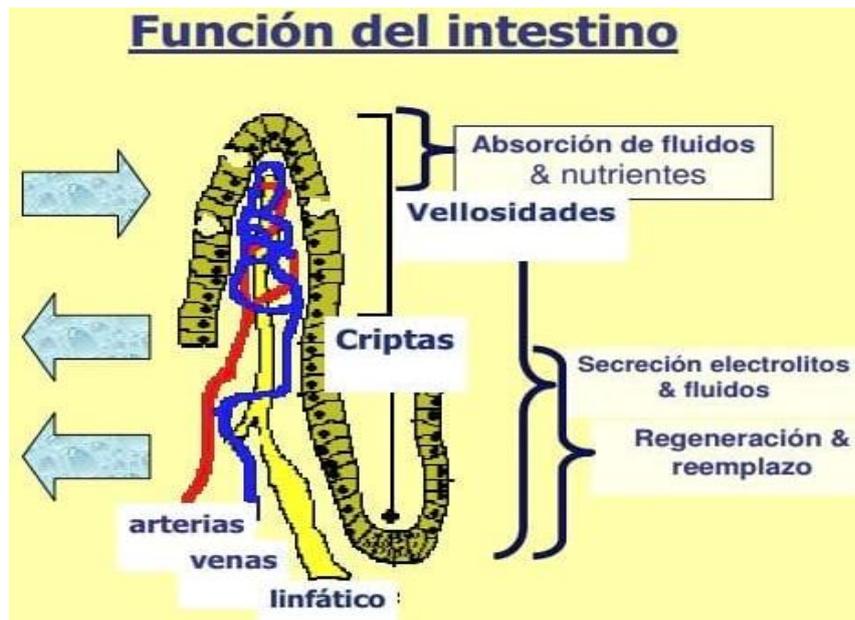


Figura 5: Función del Intestino

Fuente: (Alfaro y Briceño, 2013)

### ***2.10.1. Factores que influyen sobre la salud del tracto Intestinal***

#### ***2.10.1.1. Dieta***

Albeitar (2005), señala que una dieta mal balanceada, así como también los cambios de alimento, materias primas y calidad física, influyen directamente en el equilibrio de la microflora intestinal y por ende en la salud del mismo.

#### ***2.10.1.2. Condiciones de crianza apropiados***

Satama, (2012) Afirma que un sistema de crianza apropiado es esencial para asegurar un óptimo desarrollo de la parvada ya que mediante sistemas adecuados se desarrolla mejor el intestino, brindándole mayor potencialidad para que este pueda lidiar con los desafíos del galpón. También es muy fundamental el suministrar a tiempo el alimento y el agua de bebida.

#### ***2.10.1.3. Bioseguridad***

Bioseguridad se refiere a la seguridad de la vida, y a todos los procedimientos técnicos, medidas sanitarias y normas de trabajo aplicadas en forma permanente encaminadas a prevenir la entrada y transmisión de agentes infectocontagiosos a una explotación. La mayoría de las enfermedades aviares son producidas por virus, bacterias, hongos y parásitos; estos gérmenes pueden llegar a las aves a través de:

- Los seres humanos que son los principales agentes de transmisión.
- Los equipos que se intercambian entre galpones y granjas
- El suministro de agua o alimento contaminados
- La fauna nociva como insectos, roedores, pájaros, y depredadores.
- El viento, el polvo y aire contaminados.
- Los vehículos de abastecimiento y transporte

Si no existe el adecuado control de limpieza y desinfección en el galpón este puede ser un nicho perfecto para el desarrollo de patógenos, y la exposición a dichos patógenos influye sobre la salud y desarrollo del intestino de las aves (Abdelrahman, 2013).

#### ***2.10.1.4. Periodos de alto desafío***

Durante la etapa de producción existen periodos en los que las aves son vulnerables a una fluctuación del microbiota intestinal debido al suministro de medicamentos, y en algunos casos si el manejo es deficiente se puede dar una disbacteriosis (Abdelrahman, 2013).

#### ***2.10.1.5. Condiciones ambientales***

Las condiciones ambientales como luminosidad, temperatura, ventilación son muy importantes para brindar condiciones favorables dentro del galpón y estimular la salud intestinal parvada (Aviagen, 2010).

#### ***2.10.1.6. Toxinas***

Los hongos producen micotoxinas como: aflatoxina, deoxinivalenol, tricotecenos, ocratoxina, y dependiendo del grado de contaminación, pueden reducir la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia de los pollos. Además, las condiciones de la cama se pueden afectar adversamente y esto, a su vez, puede dar como resultado la incidencia de problemas en los cojinetes plantares y en los tarsos.

El almacenamiento de los ingredientes a largo plazo o bajo condiciones inferiores a las óptimas, puede generar la presencia de productos de la descomposición que reducen el consumo de alimento o que tienen otros efectos nocivos sobre el rendimiento y la salud del pollo.

### **2.10.1.7. Estrés**

El estrés es uno de los factores que afecta la integridad intestinal debido a un manejo deficiente como son: ruido, sobrepoblación, cambios bruscos de temperatura, suministro de medicamentos etc. (Abdelrahman, 2013).

### **2.10.1.8. Microbiota Intestinal**

El equilibrio de la microflora intestinal es muy importante para lograr una óptima integridad intestinal ya que estas estimulan al desarrollo de la pared Intestinal que actúa como una barrera física frente a los patógenos (Satama, 2012).

## **2.11. Exclusión competitiva**

El termino exclusión competitiva hace referencia a la exclusión de una especie por acción de la otra y es propio de cualquier ecosistema debido a que los recursos son limitados, es decir dos especies ecológicamente idénticas no pueden compartir el mismo espacio. En términos veterinarios el término de exclusión competitiva ha sido utilizado para describir el efecto benéfico y protector de los microorganismos no patógenos presentes en el TGI (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Como lo menciona BAYER (2010), Exclusión Competitiva (EC) se usa para describir la incapacidad de una población de microorganismos para establecerse en el intestino debido a la presencia de otra población. En otras palabras, una población de microorganismos está mejor adaptada en ese ambiente particular, o está produciendo un metabolito que es tóxico para la competencia.

Según Sumano y Gutiérrez (2010), el concepto exclusión competitiva establece que:

- Se da una protección rápida horas después de la inoculación de la flora microbiana protectora.
- La protección se da con la administración de una carga microbiana alta.
- Una vez establecida la flora protectora puede actuar contra grandes cargas de patógenos (10 000 a 100 000 células de *salmonella sp.*).
- La mejor protección es cuando la flora nativa o protectora esta antes del ingreso de cepas patógenas.

Por otra parte, BAYER (2010), señala que los mecanismos de acción propuestos para el fenómeno de exclusión competitiva son los siguientes:

- a) Físico: Se da por competencia de los lugares de unión al epitelio las bacterias anaerobias de adhieren a las superficies mucosas por medio de las lecitinas. Esta capa mucosa crea una barrera física de alta consistencia que evita que las bacterias enteropatógenas se adhieran al revestimiento epitelial.
- b) Biológico: el desarrollo anaerobio crea un ambiente con baja tensión de oxígeno y un microambiente hostil para el desarrollo de enterobacterias microaerofílicas como *salmonella sp.*
- c) Químico: este se da debido a la reducción de pH en el TGI debido a la producción de ácidos orgánicos (ácidos grasos volátiles como el láctico y propiónico) de determinados grupos bacterianos entre ellos *Lactobacillus sp.* Que inhiben el desarrollo de enteropatógenas como *Salmonella sp* y *E. coli*.
- d) Bioquímico: algunos microorganismos intestinales como *Lactobacillus sp.* y *E.coli* producen sustancias inhibitoras, denominadas bacteriocinas, que son de naturaleza antimicrobiana.
- e) Nutricional: algunos estudios demuestran que las bacterias anaerobias y *Salmonella sp.* Compiten por aminoácidos esenciales y azúcares.

## **2.12. Manipulación del sistema gastrointestinal**

### ***2.12.1. Promotores de crecimiento***

Se conoce como promotores de crecimiento aquellas sustancias que forman parte integral en la dieta de los animales las cuales cumplen con la función de mejorar los parámetros productivos (Franceschi, Iglesias, y Pinto, 2011). También son conocidos como modificadores digestivos, ya que estos provocan modificaciones en el tracto digestivo e interviene en los procesos metabólicos, traduciéndose a una mayor eficiencia. (Albeitar, 2005).

En los sistemas de producción intensiva de animales monogástrico es muy común el suministro de antibióticos promotores de crecimiento (APC), con el objetivo de obtener una mayor eficiencia productiva (ganancia de peso, conversión alimenticia o producción de huevo). Al ser para la industria avícola un paradigma el uso de antibacterianos como

promotores de crecimiento, actualmente las empresas han debido considerar el suministro de estos debido a las reacciones que estos causan en la salud de los consumidores (Sumano y Gutiérrez, 2010).

Según Sumano & Gutiérrez (2010) en Europa la industria avícola consume 786 toneladas de antibióticos y un 6% del total se lo usa como aditivos promotores de crecimiento y se considera que estos pueden disminuir dada la restricción de algunos organismos internacionales han impuesto sobre este tipo de productos. Un porcentaje de estos resultan tóxicos para las especies y otros generan residuos en los tejidos o en los productos de origen animal. Como lo menciona Albeitar, (2005) los promotores de crecimiento son el principal factor de la pérdida de resistencia bacteriana en el intestino.

Lo antes mencionado actualmente ha llevado a una serie de Investigaciones en las cuales se incorporen agentes naturales con acción microbiana benéfica que puedan actuar como promotores de crecimiento o a su vez permitan el control de algunas enterobacterias (Franceschi et al. 2011).

Para alcanzar estos objetivos se debe considerar las siguientes medidas:

- Mejorar el manejo y bienestar de los animales.
- Cambiar la composición de algunos elementos en la dieta.
- Buscar y evaluar todas las posibles alternativas.

### **2.13. Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento**

Se pueden considerar dos alternativas que sustituyan el uso de APC. El desarrollo de nuevas estrategias de manejo y la utilización de otras sustancias que tengan efectos similares a los de los APC sobre los niveles productivos de los animales.

Las estrategias de manejo deben ir encaminadas a reducir la incidencia de enfermedades en los animales, de forma que se evite tanto la disminución de los niveles productivos ocasionada por las mismas como el uso de antibióticos con fines terapéuticos (Albeitar, 2005). Estos se dividen en los siguientes apartados:

- a) Prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían.

- b) Optimizar la nutrición de los animales, de forma que se mejore su estado inmunológico y se eviten cambios bruscos en las condiciones alimenticias
- c) Erradicar en la medida de lo posible algunas enfermedades
- d) Seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.

En cuanto a las sustancias alternativas, destacan como principales opciones los prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas, extractos vegetales y el objeto de este estudio que son los probióticos.

### ***2.13.1. Prebióticos***

Los prebióticos son una alternativa promisoras para sustituir a los antibióticos como APC, y no son más que ingredientes alimenticios que el organismo no puede digerir, y por ello, estimulan el crecimiento y la actividad de los probióticos en el colon beneficiando de esta manera la salud. Los prebióticos escapan de la digestión del tracto intestinal superior y favorecen la motilidad del intestino, así como el tránsito del mismo al ser el sustrato para los probióticos (Gottau, 2011).

Dentro de los prebióticos los más estudiados son los mananoligosacáridos y los fructooligosacáridos, estos tienen la facultad de inhibir la adhesión de ciertos microorganismos patógenos a la pared del TGI, de esta manera disminuyen la incidencia de enfermedades y mejora el comportamiento productivo de los animales (Sumano y Gutiérrez, 2010).

### ***2.13.2. Ácidos orgánicos***

Los ácidos orgánicos son utilizados en la industria pecuaria como acidificantes del TGI para inhibir o disminuir el crecimiento de salmonella y otros patógenos. Dentro de este grupo de ácidos tenemos a los siguientes: fórmico, láctico, acético, propiónico, cítrico, málico y fumárico los cuales producen iones  $H^+$ , que reducen el pH del medio en el que actúan provocando, desbalances energéticos de las bacterias al tratar de reestablecer su metabolismo (Jaramillo, 2012).

### ***2.13.3. Enzimas***

Las enzimas son proteínas que catalizan diferentes reacciones bioquímicas. Los preparados enzimáticos son utilizados en la producción pecuaria como aditivos en la

alimentación animal actúan a nivel del sistema digestivo, ejerciendo diferentes acciones como son eliminar factores anti nutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes, complementar la actividad de las enzimas endógenas de los animales y reducir la excreción de ciertos compuestos (ALBEITAR, 2005).

#### **2.13.4. Extractos vegetales.**

La utilización de plantas y de hierbas medicinales, o de alguno de sus componentes, se plantea actualmente como una de las alternativas más naturales a los APC. Algunas plantas como: anís, tomillo, apio, pimienta, etc. Contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas. Tal y como se ha observado en diferentes experimentos, la utilización de estos aceites puede producir aumentos de la ganancia diaria de peso similares a los registrados con APC en cerdos y pollos. Otras plantas, como los cítricos (naranja, toronja, mandarina, etc.) contienen principios activos como bioflavonoides que también pueden producir efectos positivos sobre los rendimientos productivos de los animales (ALBEITAR, 2005).

#### **2.13.5. Probióticos**

Son cultivos de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) que actúan de forma competitiva por crecimiento poblacional o por producción de inhibidores sobre bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal, mejorando la integridad física del mismo. Numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en: el crecimiento, índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos con APC (Sumano y Gutiérrez, 2010; ALBEITAR, 2005).

### **2.14. Historia de los probióticos**

La historia de los probióticos se remonta al siglo pasado cuando Ilya Mechnikov observó que en Bulgaria un gran número de personas vivía más de 100 años, dedujo que era al consumo de bacterias en leches, por lo que fomentó el consumo de bacterias del ácido láctico. Afirmando que el secreto de la longevidad está en la leche fermentada (Gamazo, Sánchez, y Camacho, 2013).

Blanch (2016), indica que Parker en el año de 1974 fue quien utilizó el término probiótico por primera vez en el sector de producción animal. Desde entonces algunos autores han atribuido a los probióticos diferentes conceptos siendo el de FAO y OMS, (2006), la más

acertada “microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, son beneficiosos para la salud del huésped”.

### **2.15. Que es un probiótico**

Se denomina probiótico a aquellos microorganismos vivos bacterias, hongos, levaduras etc., que administrados de una forma adecuada pueden tener resultados beneficiosos para la salud del individuo que los consume. Entre los microorganismos probióticos destacan las llamadas bacterias acidolácticas (BAL): *Lactobacillus leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactonococcus*, *Streptococcus*, *Oenococcus*, etc. Las bacterias acidolácticas constituyen un gran conjunto de microorganismos beneficiosos que son capaces de fermentar azúcares, para producir ácido láctico y de ahí su nombre (Salazar y Montoya, 2003).

Los probióticos son productos naturales promotores de crecimiento que, utilizados como sustituto de los APC comerciales, en los animales los cuales nos permiten tener ciertos beneficios como: mejorar los parámetros productivos en el área pecuaria, elevar la resistencia inmunológica y reducir la cantidad de patógenos en el tracto gastrointestinal (TGI). Estas bacterias representadas por *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaris*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* y otros microorganismos beneficiosos, son la primera línea de defensa del cuerpo contra los microorganismos potencialmente dañinos que se inhalan o se ingieren (Rivas y Gonzalez, 2006).

El término probiótico se lo puede interpretar como un producto natural “para la vida” y es el sustituto más adecuado para los antibióticos que no son más que productos “contra la vida” ya que al ser suministrados eliminan la flora bacteriana benéfica y perjudicial en el TGI. A los probióticos también se le atribuye propiedades protectoras sobre el TGI ya que los microorganismos del género *Lactobacillus* se adhieren a las paredes del intestino formando una barrera protectora contra microorganismos enteropatógenos. De esta manera se mantiene la integridad del TGI y se lo ve reflejado en los parámetros productivos (Castejón, 2009).

### **2.16. Importancia de los probióticos**

El papel más importante del uso de probióticos es modificar el TGI para generar resistencia a la colonización de enteropatógenos por medio de exclusión competitiva. Las bacterias *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* son microorganismos que son capaces de fermentar azúcares para producir ácido láctico, y forman gran parte de la microflora intestinal en aves.

Los probióticos al ser productores de ácido láctico son capaces de sobrevivir a un pH muy ácido y la bilis, esta resistencia les brinda un poder de acción sobre los microorganismos enteropatógenos, para inhibir su colonización y establecerse en el TGI para mantener su integridad (Cancela, 2007; BAYER, 2010).

Los probióticos al ser productores de ácido láctico con un pH por debajo de 4, crean un ambiente hostil para la colonización de *Escherichia coli* y *Salmonella* ya que su óptimo desarrollo oscila entre un pH de 6,5 - 7,5. De esta manera evitamos: pérdidas de dinero resultado de las enfermedades diarreicas ocasionadas por estas enterobacterias en la industria avícola; residualidad en los productos destinados para consumo humano.

Debido a la tendencia de una producción sana que garantice la soberanía alimentaria de las personas, el uso de probióticos es una buena alternativa para sustituir los APC, brindando grandes beneficios al productor y al consumidor promoviendo un nuevo e innovador sistema de producción limpia (Samaniego, 2009).

### **2.16.1. Criterios para la selección de un probiótico**

El TGI contiene más de 500 tipos de bacterias diferentes, algunas de ellas tienen importantes implicaciones en la salud. La mayoría de los probióticos son normalmente bacterias del género *Lactobacillus* o *Bifidobacterium*, pero algunos géneros nuevos se están evaluando para el futuro. El estudio de estas bacterias tiene propiedades beneficiosas y es de suma importancia económica y social para la industria alimentaria y la salud pública respectivamente (Pedroso, 2005).

Según Barrera (2012) para que un probiótico pueda ser empleado tiene que cumplir los siguientes requisitos.

- Ser de origen natural (no ser modificado genéticamente)
- Demostrar que tiene propiedades benéficas en la salud de quien lo consuma.
- La capacidad de ser toleradas por el sistema inmunitario del organismo huésped, por lo tanto, deben ser preferiblemente de proveniencia intestinal de un animal adulto.
- Sobrevivir en ecosistema intestinal
- Capacidad de producir componentes antimicrobianos
- Permanecer vivas y estables durante su empleo

- Capaces de un crecimiento rápido en las condiciones del colon
- Capacidad de inmunoestimulación (sin efectos proinflamatorios)
- Resistencia a los ácidos gástricos y a las sales biliares del intestino.
- Capacidad de adhesión y colonización en las paredes del TGI.
- Concentración de probióticos  $> 10^7$ /ml
- Viabilidad durante el procesado y el almacenamiento en refrigeración.

### **2.16.2. Principales funciones de los probióticos**

Los probióticos desempeñan algunas funciones dentro del TGI de las aves como lo indica Wolfender y Hargis (2014).

- Previene y reduce la severidad y la duración de la diarrea provocada por enterobacterias.
- Efecto hipocolesterolémico (Inhibidor de colesterol).
- Reducen la absorción de sustancias tóxicas como  $\text{NH}_3$ , aminas, indol, mercaptanos, y sulfitos.
- Actúa como un detoxificante de los metabolitos perjudiciales de la flora bacteriana.
- Poseen una probada habilidad para promover el crecimiento y la productividad en la ganadería en forma perfectamente natural.
- Los probióticos son considerados como biorreguladores nutricionales e incrementan el desarrollo y la salud animal.
- Mejoran la actividad enzimática del huésped por la persistencia de un pH ácido en el TGI.
- Incrementan la utilización digestiva de los alimentos a través de sus propias enzimas.
- Los probióticos participan en la síntesis de vitaminas y en la predigestión de las proteínas.
- Protegen contra la biotransformación de las sales biliares en productos tóxicos y nocivos.
- Los probióticos promueven la inmunidad no específica y específica por lo que su uso puede contribuir a la disminución del empleo de APC en los animales de granja, la obtención de mejores respuestas en los parámetros productivos y una mayor resistencia a las enfermedades.
- Producen  $\text{H}_2\text{O}_2$ , previniendo la adhesión de las bacterias patógenas.

## 2.17. Bacterias acidolácticas

El término bacterias acidolácticas abarca un extenso grupo de microorganismos cuya característica principal es la producción de ácido láctico a partir de la fermentación de azúcares. Las bacterias lácticas se han venido utilizando, durante miles de años para la producción de alimentos tales como queso y yogur (Salazar y Montoya, 2003).

Además, las BAL son ácido tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Samaniego, 2009).

Tabla 4: Principales bacterias productoras de ácido láctico

<i>Genero</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Saccharo myces</i>
<i>Especie</i>	<i>Acidophilus</i>	<i>Breve</i>	<i>Salivarius</i>	<i>Boulardii</i>
	<i>Casei</i>	<i>Longum</i>	<i>Thermophilus</i>	
	<i>Bulgaris</i>	<i>Infantis</i>		
	<i>Reuterii</i>	<i>Animalis</i>		
	<i>Rhamnosus</i>			

*Fuente:* (Gamazo et al. 2013)

## 2.18. Características de las bacterias Acido lácticas

### 2.18.1. Características de *Lactobacillus acidophilus*

El género *Lactobacillus* se caracteriza por presentar células en forma de bastones largos y extendidos, aunque en algunos casos pueden ser cortos en forma de cocos. Las colonias de *Lactobacillus* desarrolladas en medios sólidos son pequeñas (2-5 mm), convexas, suaves, con márgenes lisos, opacas y sin pigmentos. Sólo en algunos casos presentan coloración amarillenta, rojiza o violeta (Parra, 2010).



Figura 6: *Lactobacillus acidophilus*

Fuente: (Alfaro y Briceño, 2013)

Los *Lactobacillus* en medios con un pH inicial de 6,4 - 4,5. La mayoría de las cepas de *Lactobacillus* son principalmente aerotolerantes; su crecimiento óptimo se alcanza bajo condiciones microaerofílicas o anaeróbicas. La mayor parte de los lactobacilos son mesófilos (30 - 40°C), con un límite superior de 40°C. Aunque su rango de temperaturas para el crecimiento oscila entre 2 y 53°C. Los miembros de este género transforman la glucosa en ácido láctico por homofermentación (Aznar y Zúñiga, 2011).

*Lactobacillus acidophilus*, es una bacteria gram positiva dominante en el intestino delgado, donde se produce la mayor parte de la digestión. *Lactobacillus acidophilus* absorbe la lactosa y la metaboliza formando ácido láctico. Durante la digestión, también ayuda en la producción de niacina, ácido fólico y vitamina B6 (piridoxina), (Parra, 2010).

La presencia de *lactobacillus* es importante para el mantenimiento del ecosistema microbiano intestinal. Se ha demostrado que ellos poseen actividad inhibitoria sobre el crecimiento de bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* Esta inhibición se atribuye a la producción de compuestos de naturaleza inhibitoria, peróxido de hidrógeno, ácidos orgánicos o a la competencia por la adherencia al epitelio (Ramirez, Ulloa, Velázquez, Ulloa, & Romero, 2011).

## **2.19. Enfermedades causadas por enterobacterias**

### **2.19.1. *Escherichia coli***

Las infecciones por *Escherichia coli* están distribuidas ampliamente entre pollos de todas las edades y categorías. (Aldana & Ospina, 2006). *E. coli*, produce toxinas, que causan la secreción y retención de fluidos en algunas porciones intestinales especialmente en el ciego, clínicamente, se observa diarrea y deshidratación. (Bayer, 2010).

### **2.19.2. *Salmonella***

Montalvo (2011), en el sector avícola, las parvadas se ven afectadas por, la patología específica de la salmonelosis aviar, específicamente por las salmonellas Pullorum (pullorosis) y Gallinarum (tifosis aviar). Estas variedades de *Salmonella* causan una alta tasa de mortalidad entre los animales afectados, y una disminución sobre los parámetros productivos.

El principal problema es que al localizarse en el tracto digestivo de las aves, es fácilmente transmisible a través de las heces a otros animales y a sus producciones (carne y huevos) y, a través de estas, llegar a al ser humano donde, bajo determinadas circunstancias, es capaz de producir enfermedad (Télles, 2006) (Alfaro & Briceño, 2013). En resumen, podemos afirmar que en el sector avícola, la salmonella ha pasado de ser un problema de Sanidad Animal a un problema más grave, en el ámbito de la Salud Pública.

## **2.20. Pérdidas económicas causadas por enterobacterias**

En la industria avícola el mayor porcentaje de pérdidas económicas es ocasionado por enfermedades causadas por enterobacterias, las cuales afectan directamente sobre los parámetros productivos, elevando así los costos de producción debido a un mayor consumo de alimento para llegar al peso ideal para la comercialización.

## **2.21. Marco legal**

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro del actual plan nacional de desarrollo de la República del Ecuador, vigente desde el año 2017-2021 del gobierno “Toda una vida”. En la cual hace referencia el Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.

Este enfoque productivista, centrado en las actividades agrícolas del campo, y actividades pecuarias, busca impulsar los cambios estructurales, con innovación, pero sin dejar de lado los conocimientos ancestrales, para mejorar la calidad de vida de la población rural, y a su vez garantizar la soberanía alimentaria y el *sumak kawsay*.

Según el Plan Nacional de Desarrollo (2017), a más de lo mencionado, considera la investigación, el desarrollo y la innovación, con fuertes procesos de difusión, capacitación y transferencia. Esto, nuevamente, sin afectar a los recursos campesinos consolidados a nivel tecnológico y de sus saberes. La investigación y desarrollo deben apoyarse en el contingente de las universidades y centros de investigación, con premisas de pensamiento crítico, las cuales deben responder con pertinencia y oportunidad a las necesidades de los habitantes rurales a través de la creación de conocimiento. La innovación debe brindar la posibilidad de aplicar nuevas técnicas productivas que incluyan el rescate y vigencia de las prácticas ancestrales, además de innovaciones institucionales que viabilicen las transformaciones requeridas en la Agricultura Familiar Campesina y sistemas agrícolas de subsistencia en general. Los procesos de difusión, gracias a la transferencia tecnológica, deben replicar experiencias exitosas, en ocasiones desde otros países, e identificar y difundir experiencias locales, que por lo general son de menor costo y fácil aplicación.

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

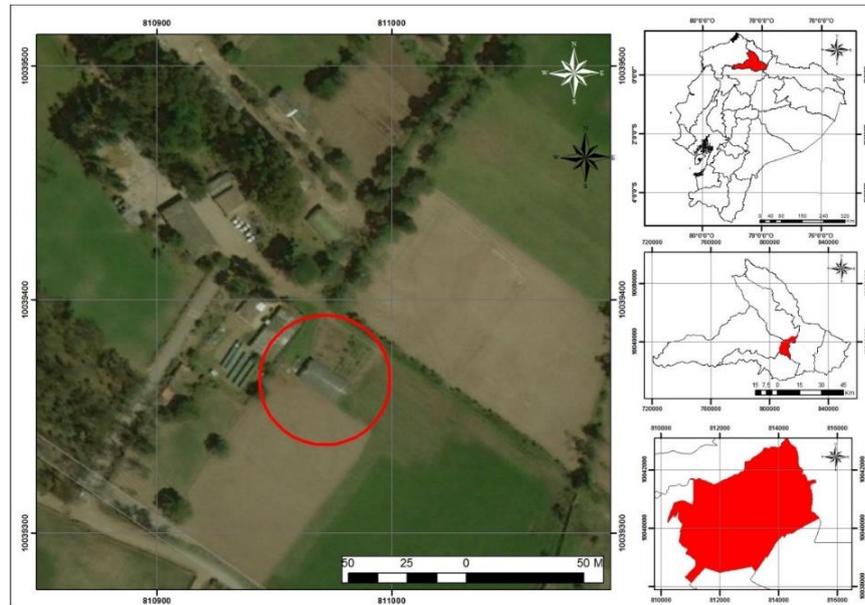


Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio

Tabla 5 Ubicación del experimento

---

<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Antonio Ante
<b>Parroquia</b>	San José de Chaltura
<b>Lugar</b>	Granja Experimental la Pradera
<b>Altitud</b>	2350 m.s.n.m.
<b>Coordenadas UTM</b>	X; 811224 Y; 10039725

---

Fuente: (GAD Antonio Ante, 2016)

### **3.1.2. Condiciones climáticas**

*Tabla 6 Condiciones ambientales del lugar del experimento*

---

<b>Precipitación anual</b>	522 mm
<b>Temperatura Media anual</b>	15.4 °C
<b>Humedad Relativa</b>	70%

---

Fuente: (GAD Antonio Ante, 2016)

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materiales de laboratorio y reactivos**

- Agar MRS
- Caldo MRS
- Cajas Petri
- Micro pipetas
- Vasos de precipitación
- Tubos de ensayo
- Tubos ependorf
- Hisopos
- Agua destilada
- Alcohol Antiséptico

#### **3.2.1.1. Equipos**

- Cámara de flujo laminar
- Estufa
- Autoclave
- Incubadora
- Mezclador Vortex
- Mechero de bunsen
- Kit de tinción Gram
- Microscopio electrónico
- Cámara de Neubauer

- Balanza analítica
- Refrigeradora
- Cooler
- Calibrador pie de rey

### **3.2.2. *Materiales e insumos de Campo***

- Pollos línea Ross 308
- Probiótico (*Lactobacillus acidophilus ATCC-4356*)
- Alimento
- Gas licuado de petróleo
- Vacunas
- Desinfectante

### **3.2.3. *Equipos***

- Comederos
- Bebederos
- Criadoras
- Cortinas
- Termómetro de máxima y mínima
- Balanza electrónica

### **3.2.4. *Materiales de Oficina***

- Paquete estadístico Infostat
- Cámara fotográfica
- Computador
- Libreta de campo

### 3.3. METODOLOGÍA

#### 3.3.1. Factores en estudio

En la presente investigación se consideró los siguientes factores de estudio.

Factor A: Género

- Machos
- Hembras

Factor B: Dosis probiótico

- Testigo
- D<sub>1</sub>: 1.5 ml de probiótico/ 1 L de agua
- D<sub>2</sub>: 2.5 ml de probiótico/ 1 L de agua
- D<sub>3</sub>: 3 ml de probiótico/ 1 L de agua

##### 3.3.1.1. Tratamientos a evaluar

Para evaluar los efectos de inclusión del probiótico *Lactobacillus acidophilus* sobre el rendimiento productivo en pollos broiler se probó los siguientes tratamientos, que fueron divididos en dos etapas: 0 a 21 días y de 22 a 42 días.

Tabla 7: Tratamientos a evaluar

Tratamiento	Código	Descripción
T <sub>1</sub>	D0M	Testigo macho
T <sub>2</sub>	D0H	Testigo hembra
T <sub>3</sub>	D1M	Macho con dosis 1.5 ml / 1 L de agua
T <sub>4</sub>	D1H	Hembra con dosis 1.5 ml / 1 L de agua
T <sub>5</sub>	D2M	Macho con dosis 2.5 ml / 1 L de agua
T <sub>6</sub>	D2H	Hembra con dosis 2.5 ml / 1 L de agua
T <sub>7</sub>	D3M	Macho con dosis 3 ml / 1 L de agua
T <sub>8</sub>	D3H	Hembra con dosis 3 ml / 1 L de agua

### 3.3.1.2. Tipo de diseño

Para la presente investigación se aplicó un Diseño en Bloques con parcelas divididas (DBCA), con arreglo factorial A x B +2 y tres repeticiones de cada uno de los tratamientos designados, en total fueron 24 unidades experimentales, conformados por 11 pollos cada una.

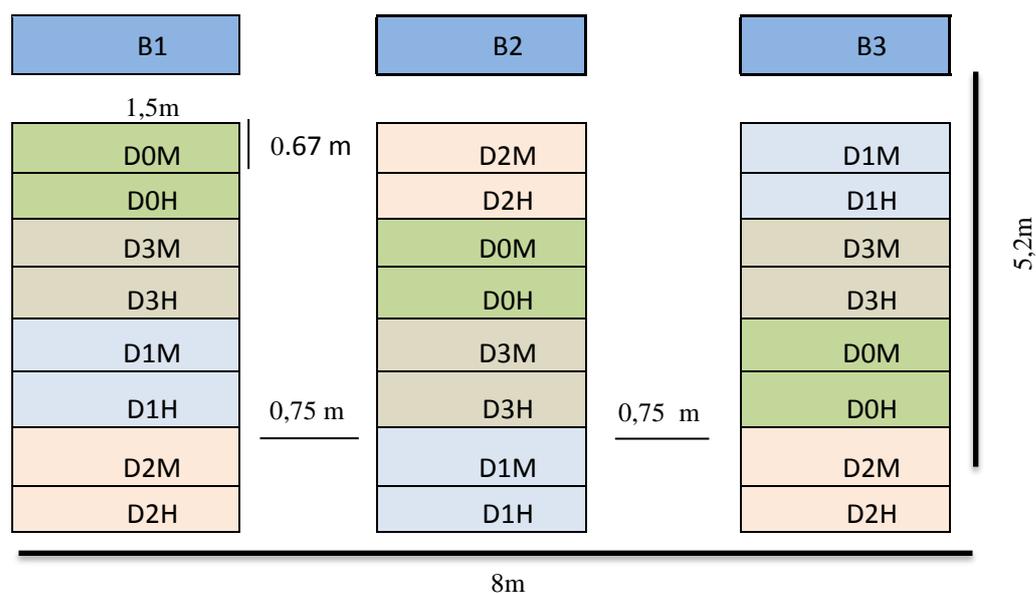


Figura 8: Distribución de tratamientos en el diseño experimental.

### 3.3.1.3. Características de la Unidad Experimental (UE)

Tabla 8: Características de la Unidad experimental

<b>Numero de UE</b>	24
<b>Dimensión de UE</b>	0.67 m x 1.5 m = 1 m <sup>2</sup>
<b>Área total</b>	60 m <sup>2</sup>
<b>Área útil</b>	41.6 m <sup>2</sup>
<b>Forma</b>	Rectangular
<b>Largo</b>	8 m
<b>Ancho</b>	5.2m
<b>Número total de aves</b>	264
<b>Número de aves por bloque</b>	88
<b>Número de aves por tratamiento</b>	11

### 3.3.2. Análisis estadístico

#### 3.3.2.1. Análisis de varianza

Tabla 9: Esquema del análisis de varianza para los factores en estudio

<b>Fuente de variación</b>		<b>Gl-1</b>
<b>Bloques (B)</b>	(3-1)	2
<b>Dosis (D)</b>	(4-1)	3
<b>B x D</b>		6
<b>Sexo (S)</b>	(2-1)	1
<b>B x S</b>		2
<b>D x S</b>		3
<b>Error Experimental</b>		7
<b>Total</b>	n-1=	23

### 3.4. Actividades de manejo

Las actividades realizadas durante la fase experimental fueron las siguientes:

#### 3.4.1.1. Limpieza y desinfección del galpón

Como primer paso en campo, se realizó una limpieza en seco, que consistió en barrer y limpiar la parte interna y externa del galpón de manera uniforme, posteriormente se realizó una limpieza húmeda que consistió en la desinfección las áreas limpiadas anteriormente, aplicando un detergente y con una manguera de agua a presión, procurando llegar a todas las áreas internas y externas, para finalizar se realizó un flameado y una nebulización de amonio cuaternario 75 ml / L en toda el área con el fin de eliminar todos los residuos que pueden convertirse en vectores de enfermedades.



*Figura 9 : Limpieza del galpón*

### **3.4.1.2. Colocación de cortinas**

Las cortinas se colocaron en la parte interna de las ventanas del galpón cubriendo todo el perímetro del área experimental, las cortinas fueron previamente lavadas, desinfectadas y secadas al sol. Con la finalidad de lograr una temperatura y ventilación adecuada para el desarrollo de los pollos, por lo cual se realizó una cámara de recepción para evitar las bajas temperaturas en las horas frías. La temperatura fue controlada según la guía de manejo de pollos línea Ross 308, y fue medida con un termómetro de máxima y mínima.



*Figura 10: Colocado de cortinas en la parte externa e interna del galpón*

### ***3.4.1.3. Armado de las Unidades experimentales y colocación de la cama***

Se armaron las unidades experimentales con materiales metálicos (malla y varilla), cada unidad contó con una dimensión de 0.67 m x 1.5 m con un área total de 1 m<sup>2</sup>. Se colocó viruta de madera en todas las unidades experimentales, para conseguir un espesor o aproximado de 10 cm, el cual sirvió de cama para los pollos durante toda la fase de investigación.



*Figura 11: Armado de las unidades experimentales*

### ***3.4.1.4. Ubicación de criadoras***

Para la presente investigación se usaron 6 criadoras de 1850 kcal, estas se ubicaron estratégicamente a una altura de 1.5 m durante las primeras semanas, con la finalidad de mantener una temperatura de adecuada (anexo 1) en toda el área experimental, para lograr un óptimo el desarrollo de los pollitos.



*Figura 12: Armado de calentadoras*

#### **3.4.1.5. Ubicación de comederos y bebederos**

Los comederos y bebederos fueron previamente lavados y desinfectados antes de la recepción, durante la primera semana se usaron bandejas para suministrar el alimento, a partir de la segunda semana en adelante se utilizaron comederos tubulares de 4 kg de capacidad, los cuales fueron elevados desde el piso paulatinamente con el desarrollo de los pollos, con este mismo sistema se colocarán los bebederos, a un inicio a nivel del piso, y fueron elevados progresivamente.



*Figura 13: Instalación de comederos y bebederos*

#### ***3.4.1.6. Recepción de los pollitos***

Previo a la recepción de los pollitos la temperatura del galpón se mantuvo entre 34-36° C. Los comederos y bebederos fueron colocados en cada unidad experimental.

Durante la recepción, se procedió a revisar que todos estén cómodos y no exista ninguna anomalía o aves muertas, posteriormente se realizó el pesaje correspondiente, y luego fueron ubicados en cada una de las unidades experimentales clasificándolos en machos y hembras.



*Figura 14: Pesaje de pollito bebé en la recepción*

#### ***3.4.1.7. Manejo de temperatura***

La temperatura fue constantemente controlada con la ayuda de cuatro termómetros de máxima y mínima, los cuales fueron distribuidos en puntos estratégicos dentro del galpón, ayudando así a mantener la temperatura óptima según la edad y etapa de los pollitos (anexo 1).



*Figura 15: Manejo de temperatura con termómetro de máxima y mínima*

#### ***3.4.1.8. Manejo Complementario.***

Todas las unidades experimentales, fueron llevadas bajo las mismas condiciones generales, desde el día de recepción del pollo bebé hasta la finalización del experimento.

El pediluvio fue limpiado todos los días, colocando agua limpia + creolina a razón de 10 ml por 1 litro de agua.



*Figura 16: Chequeo de las instalaciones durante la fase experimental*

### 3.4.2. Activación de la cepa probiótico

Para la activación de la cepa ATCC 4356 de *Lactobacillus acidophilus*, se procedió a rehidratar un pellet, en 5ml de caldo nutritivo MRS, posteriormente fue incubado en una estufa a 37°C por 24 horas.

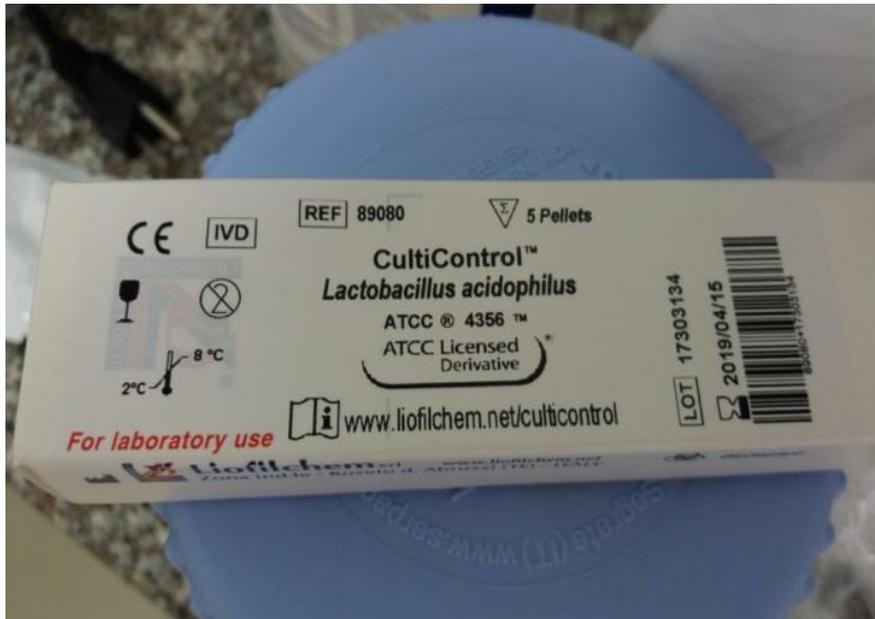
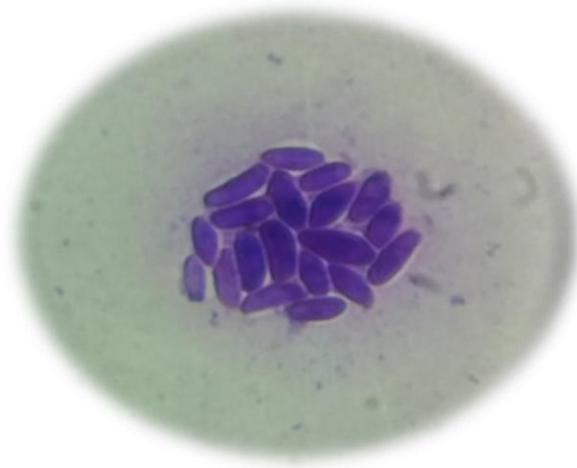


Figura 17: Cepa de *Lactobacillus acidophilus* ATCC- 4356

### 3.4.3. Verificación de pureza

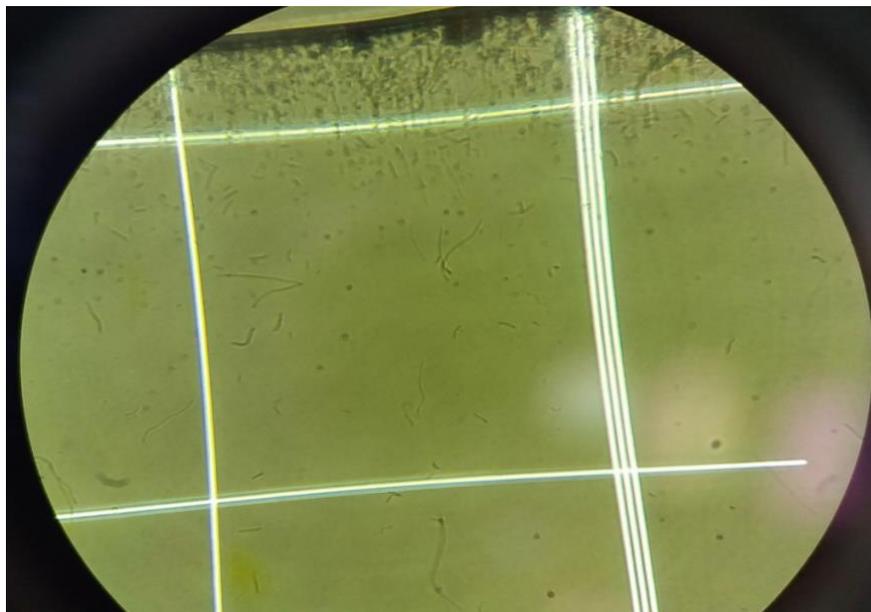
Partiendo de los 5 ml, se dispenseo 0.5 ml en 10 tubos ependorf con 1 ml de caldo MRS y fueron incubados por 24 horas. Posteriormente se tomó 0.1 ml y fue sembrado en una caja petri con agar MRS, una vez incubado por 24 h, se realizó un conteo de colonias y tinción Gram para verificar la pureza.



*Figura 18: Colonias de Lactobacillus acidophilus ATCC-4356 a 100X*

#### **3.4.4. Concentración de UFC**

Aplicando la metodología de conteo en la cámara de Neubauer, se llegó hasta una concentración de  $10^9$  UFC.



*Figura 19: Conteo de Lactobacillus acidophilus en cámara de Neubauer*

#### **3.4.5. Conservación del probiótico**

Una vez establecida la concentración planteada para investigación, el probiótico fue conservado en un refrigerador a  $4^{\circ}\text{C}$  para estabilizar la concentración.



Figura 20: conservación del probiótico en refrigeración a 4° C

#### **3.4.5.1. Manejo del Agua de Bebida**

El *Lactobacillus acidophilus* ATCC-4356 fue suministrado en los bebederos de cada unidad experimental a una concentración de  $1 \times 10^9$  /ml excepto para los tratamientos testigo, siendo muy cuidadosos de mantenerlo a la temperatura adecuada para garantizar la concentración planteada en esta investigación.

El agua fue suministrada todos los días en las primeras horas de la mañana, adicionando las dosis de *Lactobacillus* correspondientes a los diferentes tratamientos. Para suministrar el *Lactobacillus acidophilus* ATCC-4356 en dosis de 1.5 ml, 2.5 ml y 3 ml, a una concentración de  $1 \times 10^9$  / ml, se usó micropipeta para adicionar directamente al bebedero. El agua sobrante en los bebederos se desechó, para brindar y asegurar consumo de agua fresca, durante toda la fase experimental.



Figura 21: Inclusión del *Lactobacillus* en el agua de bebida

### 3.4.5.2. Alimentación

El alimento fue formulado bajo los requerimientos nutricionales específicos para pollos broiler, elaborando una sola fórmula para todo el desarrollo del experimento, con el fin de garantizar que esta se encuentre sin adición de promotores de crecimiento y antibióticos, para evitar efectos negativos en la colonización y prevalencia del *Lactobacillus* en el sistema gastrointestinal.

Tabla 10 :Dieta usada en la investigación.

Etapa	Edad (días)	Proteína (%)	Em. (kcal/kg).	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Lys (%)	Met (%)
Toda la fase	0 a 42	20.00	3096.0	5.25	0.81	0.40	1.19	0.48
MATERIA PRIMA				CANTIDAD (kg)				
Maíz				658.752				
Torta de soya				232.992				
Harina de pescado				9.6				
Aceite de palma				28.992				
Carbonato de calcio				11.904				
Fosfato di-cálcico				10.08				
Lisina				0.96				
Metionina				2.4				
Sal				2.4				
Pre mezcla				1.92				
Total				960				

Fuente: Autor



*Figura 22: Pesaje de la ración diaria de alimento*

El alimento fue pesado diariamente y suministrado en una sola ración y a libre acceso para cada unidad experimental, registrando el sobrante a la mañana siguiente para determinar el consumo diario.

### **3.4.5.3. Plan de vacunación**

El programa de vacunación fue manejado según programa establecido. (Anexo 1)



*Figura 23: Vacunación ocular*

### 3.5. Variables a medir

#### 3.5.1. Unidades formadoras de colonia UFC de *Lactobacillus acidophilus*

A los 21 y 42 días del ensayo en campo, se seleccionaron dos aves por cada unidad experimental, realizando la necropsia, se tomaron las muestras respectivas por medio de hisopados del intestino delgado de cada pollo, las cuales fueron colocadas dentro de tubos de ensayo con caldo de cultivo MRS.



Figura 24: Toma de muestras (Mucosa Intestinal)      Figura 25: Muestras en caldo de cultivo MRS

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio para ser sembradas en cajas petri con medios de cultivo específico (MRS), las mismas que fueron incubadas en estufa a  $41,5^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$  durante  $24 \pm 2$  horas. Una vez que se observó crecimiento, se procedió a realizar el conteo de colonias para determinar la concentración de UFC con la siguiente formula.

(Ecuación

$$\text{UFC} = \frac{\# \text{ Colonias} * \text{FDD}}{\text{Volumen inicial sembrado}}$$

FDD: factor de dilución

UFC: Unidades formadoras de colonia

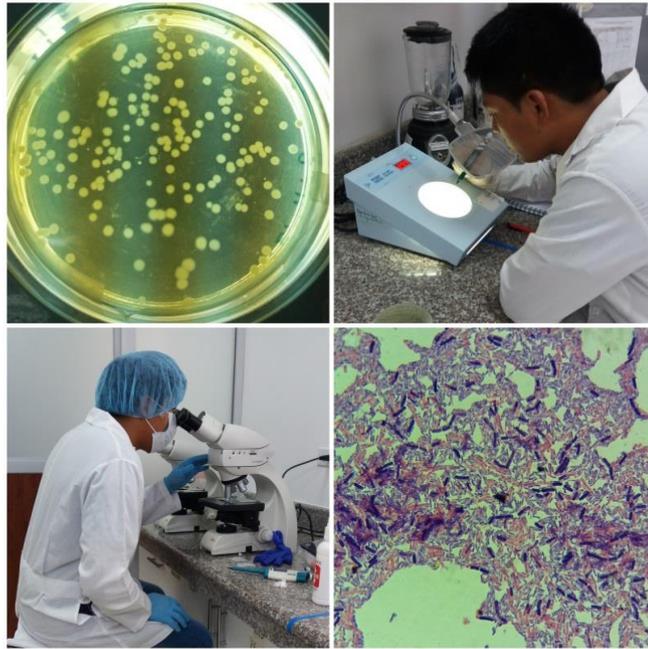


Figura 26: Crecimiento de muestra (mucosa Intestinal)

### 3.5.2. *Parámetros productivos*

#### 3.5.2.1. *Consumo de alimento*

El alimento se lo suministró en raciones diarias establecidas por la guía a de manejo de pollos broiler línea Ross (Anexo 1), esta variable se determinó con la relación del total de alimento consumido, sobre el número de aves vivas a la fecha mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{N}^{\circ} \text{ de aves}} \quad (\text{Ecuación})$$



*Figura 27: Consumo de alimento primera etapa*

Con este parámetro se pudo trabajar en dos sub-índices como: el consumo de alimento por etapa y el consumo acumulado por ave al final del experimento.



*Figura 28: Consumo de alimento segunda etapa*

### **3.5.2.2. Incremento de peso**

Para determinar esta variable se realizó el pesaje de todos los pollos por tratamiento y repetición cada tres días durante el ciclo productivo con una balanza electrónica.

Con este parámetro se pudo trabajar dos sub-índices: peso promedio y ganancia de peso.



Figura 29: Incremento de peso de las aves primera etapa

### 3.5.2.3. *Peso promedio*

Se obtuvo al pesar en una balanza a las aves, haciendo la sumatoria de todos los pesos y dividiendo para el número de aves pesadas mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Peso Promedio} = \frac{\text{Sumatoria de los pesos}}{\text{N}^{\circ} \text{ de aves}} \quad (Ecuación \quad 3)$$



Figura 30: Incremento de peso de las aves segunda etapa

### 3.5.2.4. Conversión alimenticia

Se obtuvo de la relación existente entre el alimento consumido por ave sobre el peso incrementado; es decir es el factor que indica la proporción de alimento requerido para hacer una unidad de carne. Para determinar este parámetro se usó la siguiente ecuación.

(Ecuación)

$$C.A. = \frac{\text{Alimento consumido/ pollo}}{\text{Peso promedio Incrementado}}$$

### 3.5.3. Morfometría de órganos linfoides

Para determinar esta variable, se realizó el pesaje previo al sacrificio de las aves seleccionadas a los 21 y 42 días, posteriormente se extrajeron los órganos linfoides (Bazo, Timo y Bursa), se midió el diámetro de cada órgano con calibrador pie de rey, y se tomó el peso en una balanza de precisión. Para determinar el índice morfométrico, se empleó la siguiente ecuación:

(Ecuación)

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

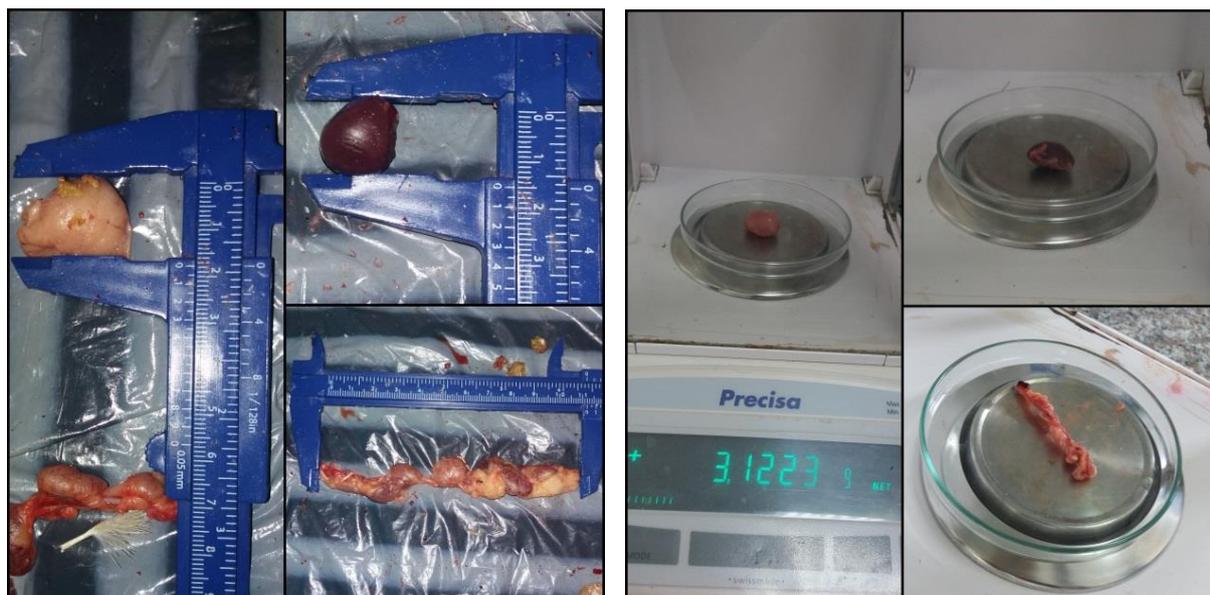


Figura 31: toma de medida y peso a órganos linfoides (bazo, bursa y timo)

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación fueron analizados por medio del paquete estadístico INFOSTAT versión 2018, los cuales se presentan a continuación.

#### 4.1. Prevalencia del *Lactobacillus* al día 21

Tabla 11: Prevalencia y concentración del *Lactobacillus* a los 21 días

Tratamiento	Dosis	Promedio de colonias día 21	UFC/ml
D3H	3 ml	214,67	4,29x10 <sup>6</sup>
D3M	3 ml	199,50	3,99x10 <sup>6</sup>
D2M	2.5 ml	169,17	3,38x10 <sup>6</sup>
D2H	2.5 ml	167,17	3,34x10 <sup>6</sup>
D1H	1.5 ml	165,67	3,31x10 <sup>6</sup>
D1M	1.5 ml	151,00	3,02x10 <sup>6</sup>
D0H	Testigo	110,50	2,21x10 <sup>6</sup>
D0M	Testigo	43,67	8,73x10 <sup>5</sup>

$$UFC = \frac{\# \text{ Colonias} * FDD (10^3)}{\text{Volumen inicial sembrado (0.05ml)}}$$

FDD: factor de dilución

UFC: Unidades formadoras de colonia

Los valores promedio de UFC entre tratamientos (Tabla 11), indican que los tratamientos D3H y D3M con la dosis 3ml presentaron mayor potencial de colonización en el sistema gastrointestinal hallando concentraciones de: 4,29 x 10<sup>6</sup> y 3,99 x 10<sup>6</sup> UFC/ ml respectivamente, en relación a los tratamientos testigo D0H y D0M que presentaron concentraciones más bajas 2,21 x 10<sup>6</sup> y 8,73 x 10<sup>5</sup> UFC / ml respectivamente, lo que indica que existe una diferencia de crecimiento de 2.08 veces más entre la dosis de 3ml y el testigo. Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 3), se determinó que existe diferencia significativa entre dosis, pero no presenta diferencia significativa para la interacción entre

sexo y dosis, con respecto a la variable prevalencia de *Lactobacillus* ( $F= 1.1$ ,  $gl= 3$ ;  $38$ ,  $p=0.3559$ ), sin embargo, presentan diferencia numérica.

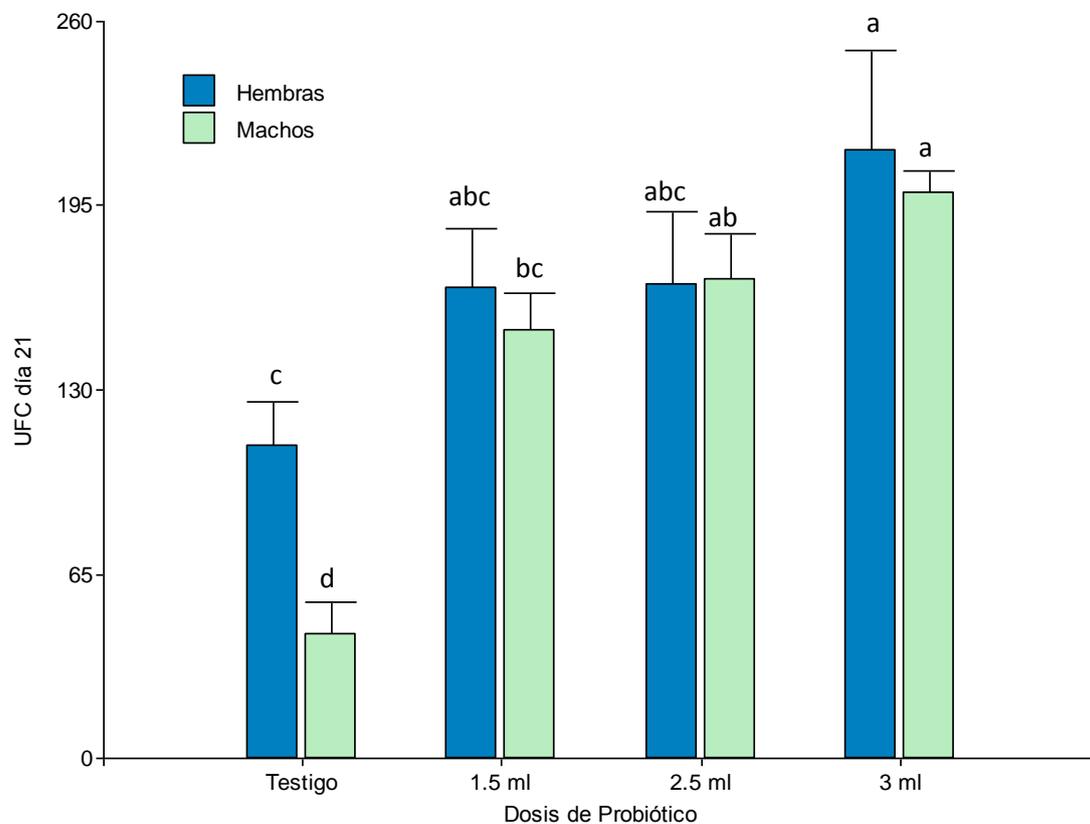


Figura 32: Unidades formadoras de colonias al día 21

Mediante los resultados alcanzados en la presente investigación (Figura 32), se puede asegurar que el tratamiento testigo tuvo menor cantidad de UFC de *Lactobacillus* y un alto índice de microorganismos gram negativos que representan a enteropatógenos, mientras en los tratamientos con probiótico tuvieron un comportamiento diferente, ya que se incrementó la flora bacteriana benéfica; un estudio realizado por Hoerr (2009), tras un análisis bioquímico de las mucosa intestinal de aves de postura, demostró que la enteritis y la coccidiosis son las principales amenazas de la integridad intestinal. De igual manera se concuerda con Milian (2009) y Rossi, Sangoi, y Padilha, (2010), el probiótico a base de *Lactobacillus plantarum*, fue destacado como controlador o inhibidor de microorganismos patógenos, en el cual las aves mostraron un mejor desempeño en los parámetros productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia a comparación del tratamiento control.

La inclusión de probiótico ayudó a estimular el sistema inmunológico digestivo y se afirma con lo descrito por Gómez (2010), que el sistema inmune digestivo se considera como uno de los más grandes al ser el sitio que contiene mayor cantidad de células inmunológicas organizadas en diferentes estructuras. Los mejores reportes de la inclusión de probiótico fueron para los tratamientos D3H y D3M con dosis 3ml y concentración  $4,29 \times 10^6$  y  $3,99 \times 10^6$  UFC/ ml respectivamente, a los 21 días. Con estos resultados se deduce que esta dosis al ser más alta, tiene mayor potencial de colonización en el sistema gastrointestinal, y esto concuerda con Yegani (2010), quien menciona que las bacterias probióticas deben alcanzar el sitio donde desarrollan su acción benéfica en condiciones y concentraciones adecuadas, por lo que es necesario que sean capaces de sobrevivir a las barreras del tránsito gastrointestinal.

#### 4.2. Prevalencia del Lactobacillus al día 42

Tabla 12: Prevalencia y concentración del Lactobacillus a los 42 días

Tratamiento	Dosis	Promedio de colonias Día 42	UFC/ml
D3H	3 ml	222,50	$4,45 \times 10^6$
D3M	3 ml	205,00	$4,10 \times 10^6$
D2M	2.5 ml	185,17	$3,70 \times 10^6$
D1M	1.5 ml	141,33	$2,83 \times 10^6$
D1H	1.5 ml	143,33	$2,87 \times 10^6$
D2H	2.5 ml	164,50	$3,29 \times 10^6$
D0H	Testigo	70,67	$1,41 \times 10^6$
D0M	Testigo	41,83	$8,37 \times 10^5$

$$UFC = \frac{\# \text{ Colonias} * FDD (10^3)}{\text{Volumen inicial sembrado (0.05ml)}}$$

FDD: factor de dilución

UFC: Unidades formadoras de colonia

Los valores promedio de UFC entre tratamientos (Anexo 4), indican que los tratamientos D3H y D3M con dosis 3ml presentaron mayor potencial de colonización en el sistema gastrointestinal hallando concentraciones de:  $4,45 \times 10^6$  y  $4,10 \times 10^6$  respectivamente, en relación a los tratamientos testigo D0H y D0M que presentaron concentraciones más bajas  $1,41 \times 10^6$  y  $8,37 \times 10^5$  respectivamente, lo que indica que existe una diferencia de crecimiento de 3.04 veces más entre la dosis de 3ml y el testigo. Una vez realizado el

análisis estadístico (Anexo 5), se determinó que existe diferencia significativa para la interacción entre sexo y dosis, con respecto a la variable prevalencia de *Lactobacillus* a los 42 días ( $F= 3.64$ ,  $gl= 3$ ;  $38$ ,  $p=0.0211$ ).

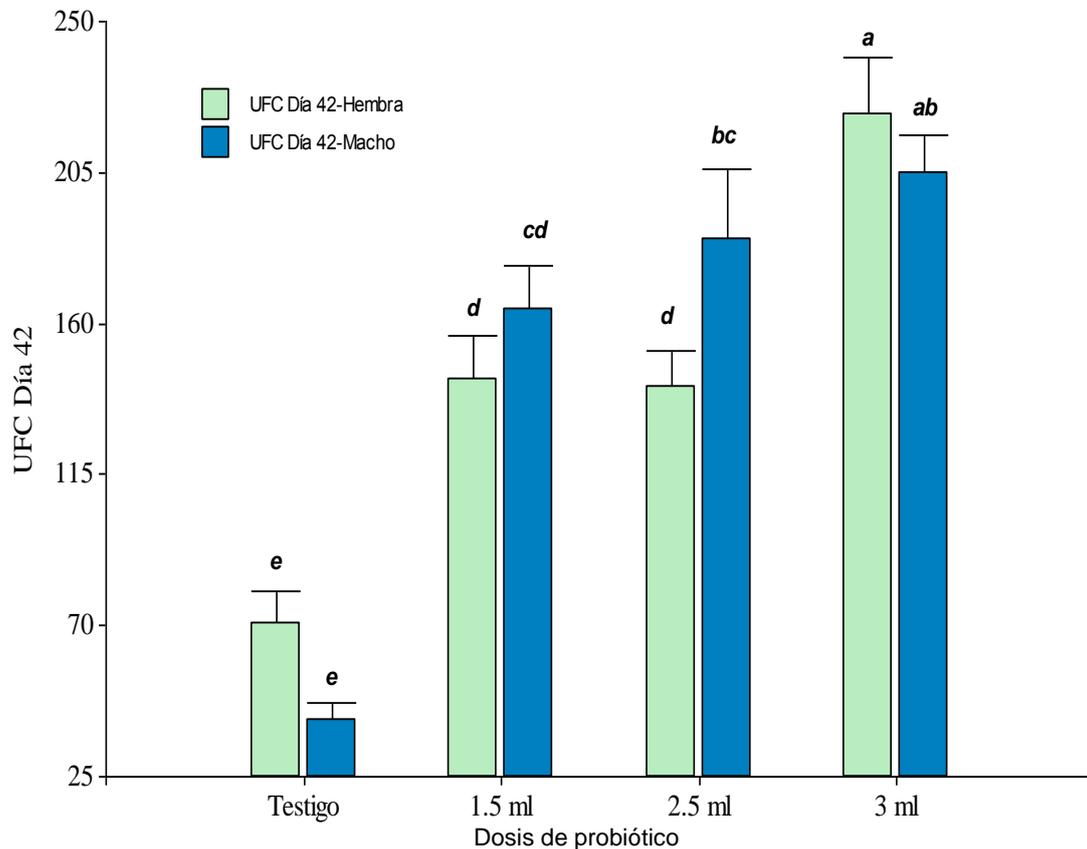


Figura 33: Unidades formadoras de colonia al día 42

Como muestra la figura 33, según el promedio de los valores obtenidos en el conteo de UFC de *Lactobacillus*, se determinó que existe prevalencia de *Lactobacillus* tanto en machos como en hembras. Los resultados de la presente investigación, concuerdan con el estudio realizado por Mookiah, Sieo, Ramasamy y Abdullah (2013) quienes demostraron que la adición de probióticos, prebióticos o simbióticos en las dietas aumentaron significativamente las poblaciones de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, disminuyendo así las poblaciones de *Escherichia coli* por medio de exclusión competitiva. Nabizadeh (2012) confirma los efectos y beneficios del uso de probióticos y prebióticos en la estimulación de la salud intestinal, así como la colonización de *Bacillus* a partir de diferentes dosis en el tracto gastrointestinal, también observo que la suplementación alimenticia con yogurt natural, aumenta las UFC de *Bifidobacterium* y reduce las UFC de *Escherichia coli* en tracto gastrointestinal de pollos de

engorde. Así como también Dibaji, Seidavi y Asadpour (2014) confirman que al hacer recuento de colonias, observaron que en las aves tratadas con simbióticos, se disminuye las UFC de coliformes y *Escherichia coli*, obteniendo así mayor crecimiento de *Lactobacillus*. Por otro lado Tayeri, Seidavi, Asadpour, y Phillips, (2018) basados en los principios de bienestar animal, recomiendan incluir probióticos en las dietas de las aves en sistemas de crianza intensiva.

Con los antecedentes antes señalados al usar probióticos, se puede inferir que se tiene un efecto positivo sobre la salud intestinal usando *Lactobacillus*, estas bacterias tienen como principal característica, modificar el hábitat de crecimiento, cuando se agrega a la dieta de pollos broiler, permitiendo excluir o disminuir la colonización de bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*

Con estos resultados se deduce que, al usar dosis altas, se tiene mayor probabilidad de colonización en el sistema gastrointestinal, en concordancia con Yegani (2010), quien menciona que las bacterias probióticas en concentraciones altas alcanzan el sitio donde desarrollan su acción benéfica, por lo que es necesario que sean capaces de sobrevivir a las barreras del tránsito gastrointestinal.

#### **4.3. Consumo de alimento de 0 a 21 días (Primera etapa).**

Los valores promedio de consumo de alimento (anexo 6), muestra que durante los primeros 21 días, el tratamiento D2M, presentó el valor más alto 882.18 g, seguido de los tratamientos D0M y D0H con valores de 877.55 g y 877.42 g respectivamente, lo que indica que consumieron un 0.5% menos de alimento, por otra parte los tratamientos D2H y D3H presentan los valores promedio de consumo más bajos 841.82 g y 823.88 g respectivamente, presentando así una variación de 4.6% y 6.61% en relación a los valores más altos, existiendo una diferencia de consumo de 58.3 gr. Una vez realizado el análisis estadístico, se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable consumo de alimento por ave a los 21 días ( $F= 0.43$ ,  $gl= 3$ ;  $14$ ,  $p=0.7360$ ).

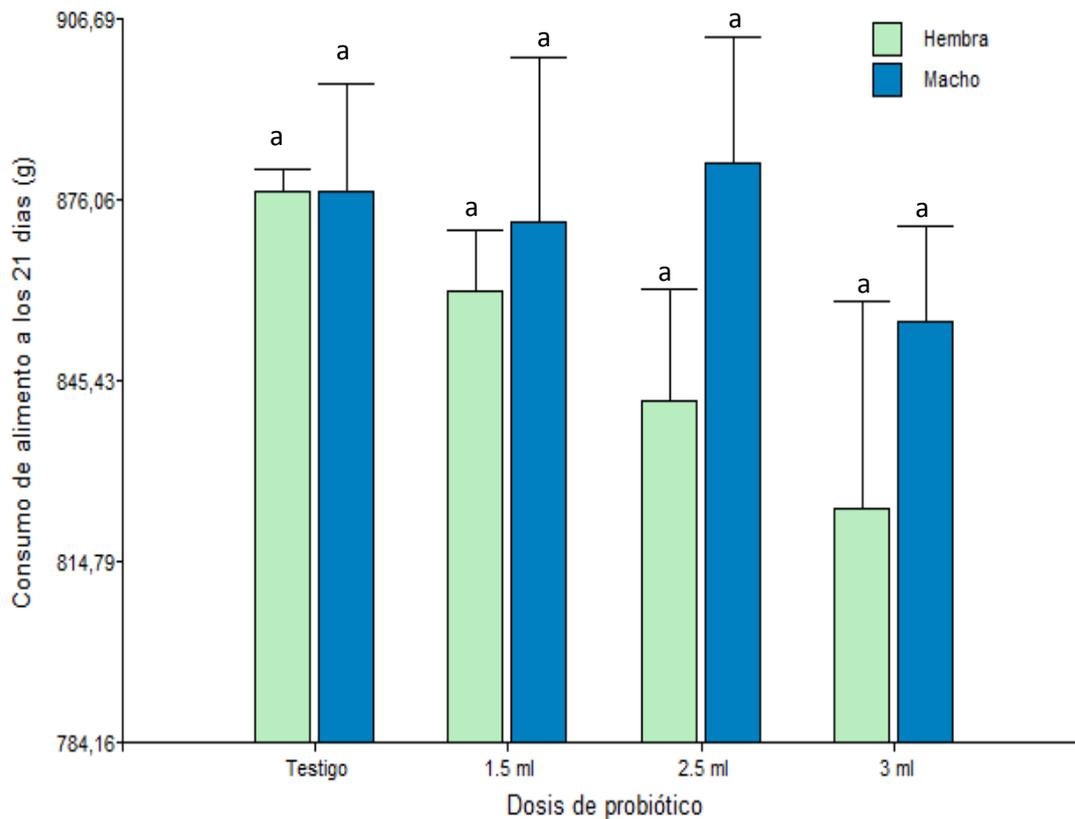


Figura 34: Consumo de alimento por ave a los 21 días

La figura 34 muestra que los pollos macho de cada uno de los tratamientos tienen un mayor consumo de alimento a diferencia de las hembras, por otra parte los valores más bajos se registran para los tratamientos a los que se les suministró probiótico, sin embargo resultados obtenidos en la presente investigación, superan los resultados presentados por Manaos (2009) que concuerda que los pollos tratados con subproducto de vinaza presentan el menor consumo en el periodo de 1 a 21 días donde registran consumos de hasta 754.12 g/ave obteniendo un consumo mayor de 795.54 g/ave para la etapa de inicio. Por otra parte, Jaramillo (2015) establece que el consumo de alimento en pollos broiler de 0 hasta los 21 días fue de 1165 g/ave.

#### 4.4. Consumo de alimento de 22 a 42 días (segunda etapa)

Los valores promedio de consumo de alimento (anexo 8), indican que durante los 42 días, los tratamientos D0M (testigo) y D1M (1.5ml), presentaron los valores más altos (3903.3 g y 3839.48 g) respectivamente, por otra parte el tratamiento D1H y D2H presentan los valores promedio de consumo más bajos (3725.56 g y 3713.56 g) respectivamente, demostrando así que existe un 4.56% y 4.86% menos de consumo en relación a los valores

más altos, siendo este valor: 189.74 g la diferencia entre dosis. Una vez realizado el análisis estadístico, se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable consumo de alimento por ave a los 42 días ( $F= 0.14$ ,  $gl= 3; 14$ ,  $p=0.9350$ ).

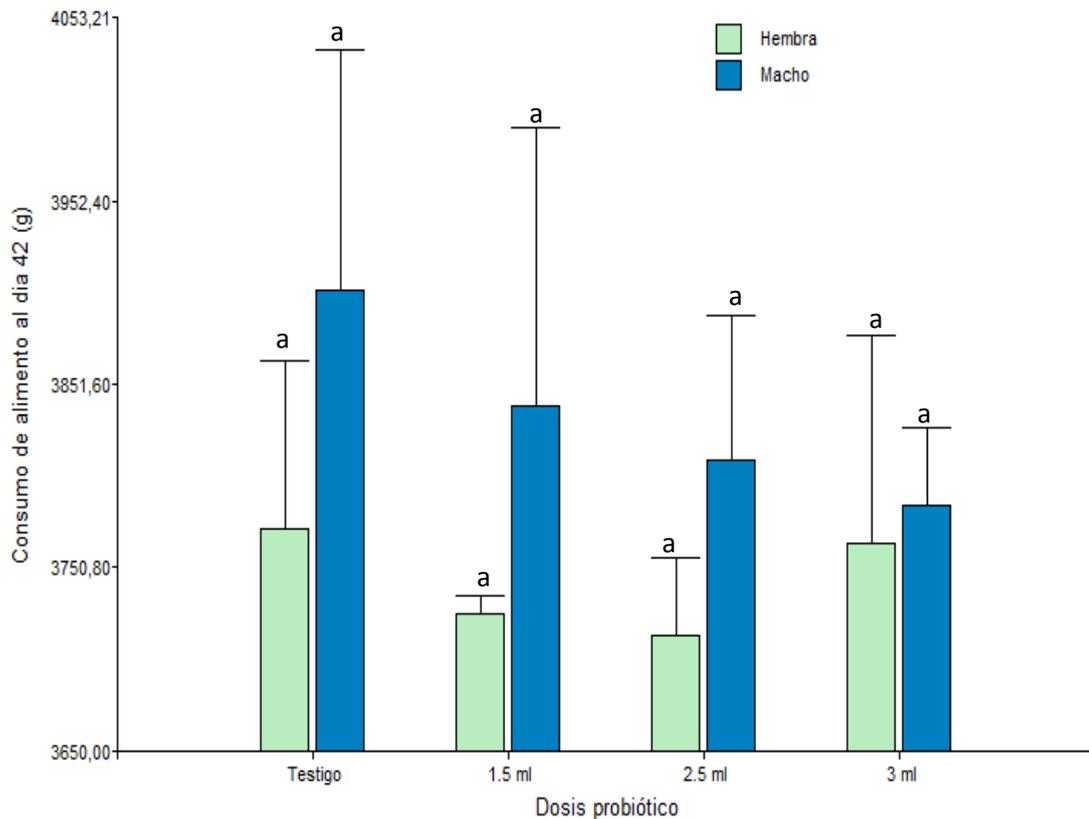


FIGURA 35: Consumo de alimento por ave al día 42

La figura 35 muestra que los pollos macho de cada uno de los tratamientos tienen un mayor consumo de alimento a diferencia de las hembras, por otra parte, los valores más bajos se registran para los tratamientos a los que se les suministró probiótico. Rosero, Guzmán, y López (2012) concuerdan que los pollos machos presentan el mayor consumo en la etapa de 21 a 42 días donde registran consumos de hasta 3725 g/ave obteniendo un consumo mayor a 1100 g/ave para la etapa de inicio. Por otra parte, Jaramillo (2015) establece que en aves tratadas con ácidos orgánicos el consumo de alimento en pollos broiler, desde el día 0 al día 42 fue de 5050 g/ave.

#### 4.5. Consumo total de alimento

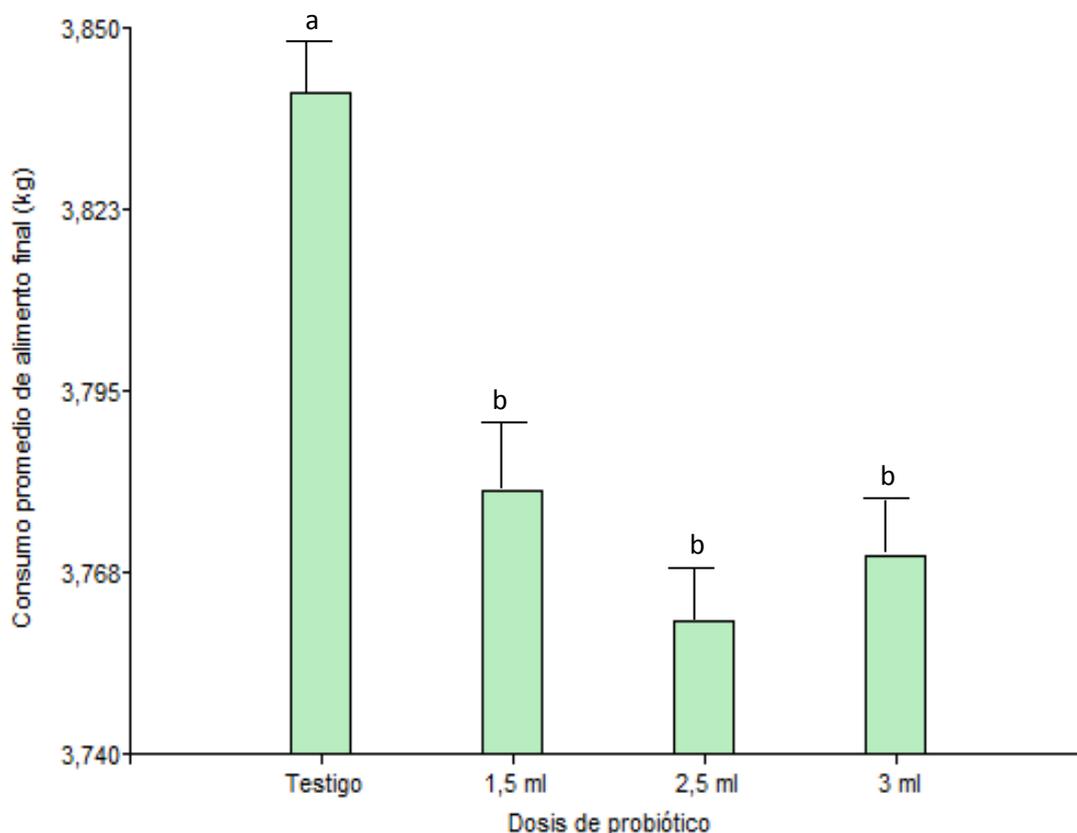


Figura 36: Promedio de consumo de alimento total

La figura 36 muestra que el testigo presentó los valores más altos en cuanto a la variable consumo de alimento con un valor de 3.84 kg/ ave, por otra parte, se puede apreciar que los tratamientos con probiótico consumieron menos alimento en relación al testigo, presentando los siguientes valores 3.78; 3.77 y 3.76 kg/ave para las dosis 1.5ml, 3ml, 2.5ml respectivamente, siendo la dosis 2.5ml la más relevante con una diferencia de 2.08% menos en relación al testigo.

#### 4.6. Incremento de peso de 0 a 21 días (primera etapa)

Los valores promedio de incremento de peso al día 21 (Anexo 10), indican que el tratamiento DOM (Testigo), presentó el valor más alto de 532.39g, seguido de un 0.07% menos para el tratamiento D1M y un 2.2% menos para los tratamientos D3H y D2M con respecto al valor promedio más alto. En cuanto a los tratamientos restantes D1H, D2H y D3M se puede apreciar que existe una diferencia de 3.2 %, 4.91 % y 5.52 % respectivamente, en relación al tratamiento con mayor valor, existiendo una diferencia de 29.39g entre el

promedio más alto y el de menor valor. Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 11) se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable incremento de peso al día 21, ( $F= 1.25$ ,  $gl= 3; 14$ ,  $p=0.3295$ ).

De acuerdo a la prueba Fisher (5%), en la figura 36 se observa que todos los tratamientos comparten el mismo rango, al no existir diferencia significativa, sin embargo existe una diferencia numérica.

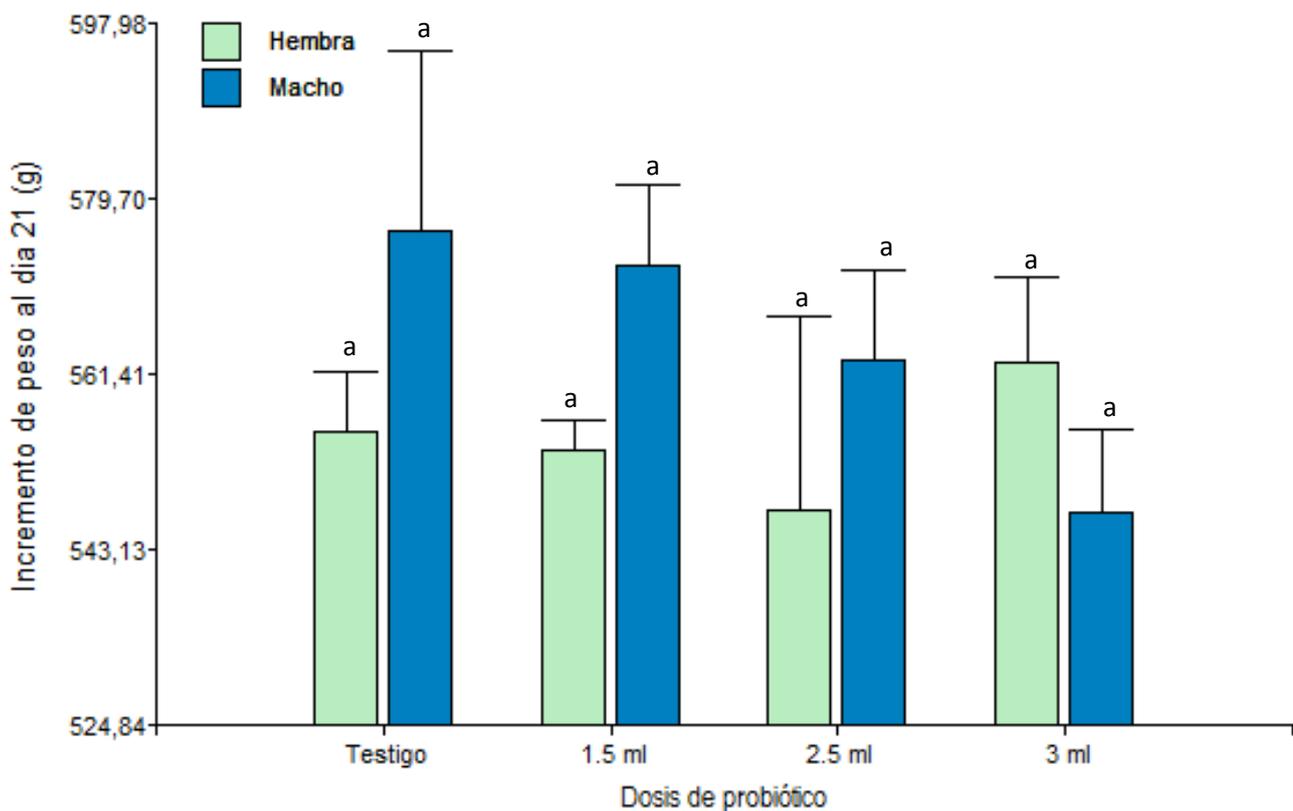


Figura 37: Incremento de peso (g) a los 21 días.

La figura 37, muestra que el tratamiento DOM obtuvo mayor ganancia de peso (532.39 g) a los 21 días, en comparación a los demás tratamientos, lo que significa que el suministro de *Lactobacillus acidophilus*, no tiene un efecto positivo para las dosis D1, D2 y D3 en los primeros 21 días, resultados que concuerda con Ferreira, et al, (2017) en donde indica que no se observaron diferencias ( $p > 0,05$ ) en el incremento de peso, ni en la conversión alimenticia, presentando valores de 1,560 g en el grupo con probiótico, y en el testigo de 1,570 g a los 30 días, al suministrar *Bifidobacterium*, *Enterococcus* y *Lactobacillus acidophilus*, de la misma manera lo corrobora Cardoso, et al. (2011) en su investigación, luego de haber tomado el

peso corporal de pollos al día 42 manejados con antibiótico promotor de crecimiento, probiótico, y comparados con un testigo, no se observó diferencia en el valor ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos, y se obtuvieron pesos de 2635,5 g, 2624,6 g y 2587,7 g respectivamente para los tratamientos descritos anteriormente.

#### **4.7. Incremento de peso de 22 a 42 días (segunda etapa)**

Los valores promedio de incremento de peso al día 42 (Anexo 12), indican que el tratamiento D2M (2.5ml), presento el valor más alto de 2183.81 g, seguido de un 2.06 % menos para el tratamiento D1M y un 2.10 % menos para los tratamientos D3H y D3M con respecto al valor promedio más alto. En cuanto a los tratamientos testigo D0M y D0H se puede apreciar que existe una diferencia de 2.92 % y un 3.7 % respectivamente, en relación al tratamiento con mayor valor, existiendo una diferencia de 80.74 g entre el mejor tratamiento y el testigo. Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 13) se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable incremento de peso al día 42, ( $F= 0.08$ ,  $gl= 3; 14$ ,  $p=0.9716$ ).

En la Figura 38, de acuerdo a la prueba Fisher (5%) se observa que todos los tratamientos comparten el mismo rango, al no existir diferencia significativa, sin embargo, existe una diferencia numéricamente.

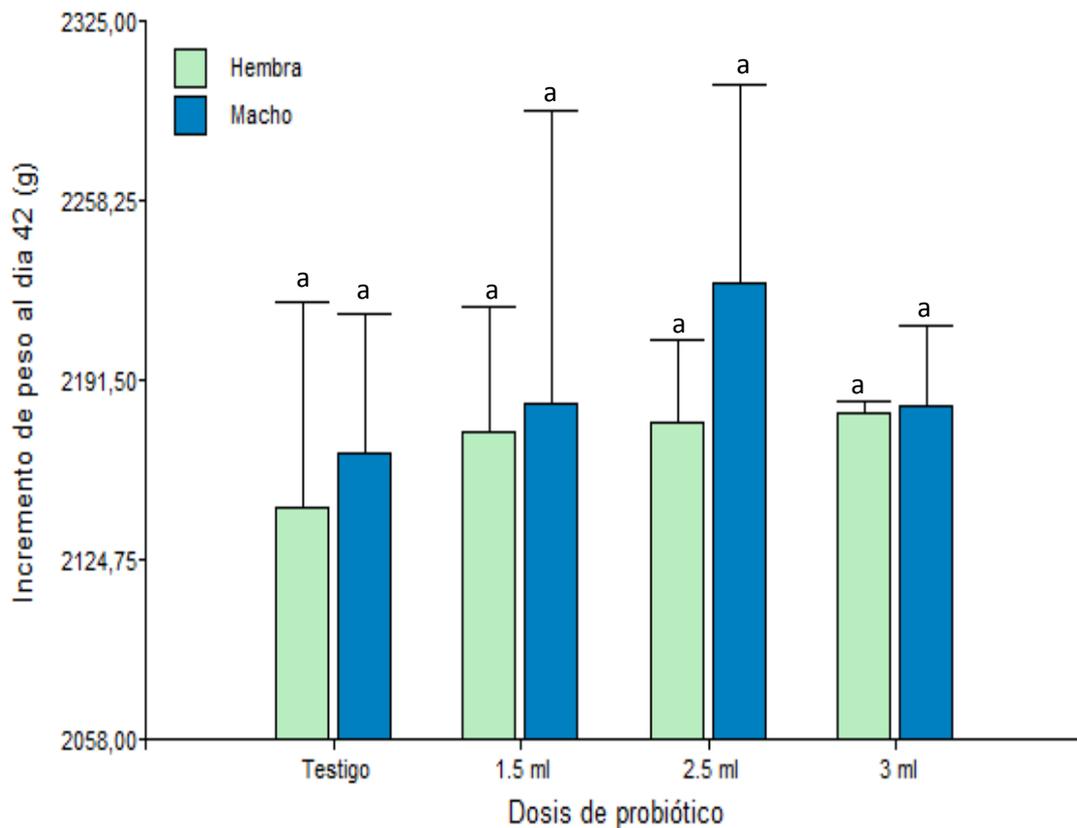


FIGURA 38 Incremento de peso (g) los 42 días

La figura 38, muestra que el tratamiento D2M obtuvo mayor ganancia de peso (2183.81 g) al final de la investigación, en comparación al testigo, lo que significa que el suministro de *Lactobacillus acidophilus*, tiene un efecto positivo para las dosis D1, D2 y D3 lo que concuerda con Aguavil (2012), determinó que al incluir probiótico nativo (*Bacillus subtilis* y *Lactobacillus acidophilus*) a la dieta nutricional, incrementó el peso final en 123,3 g por encima del testigo. Hoyos (2008), observó que en los pollos machos tratados con probiótico a base de (*Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rodhopseudomona palustres*) incrementaron 120,4 g más que el tratamiento testigo.

#### 4.8. Incremento de peso total

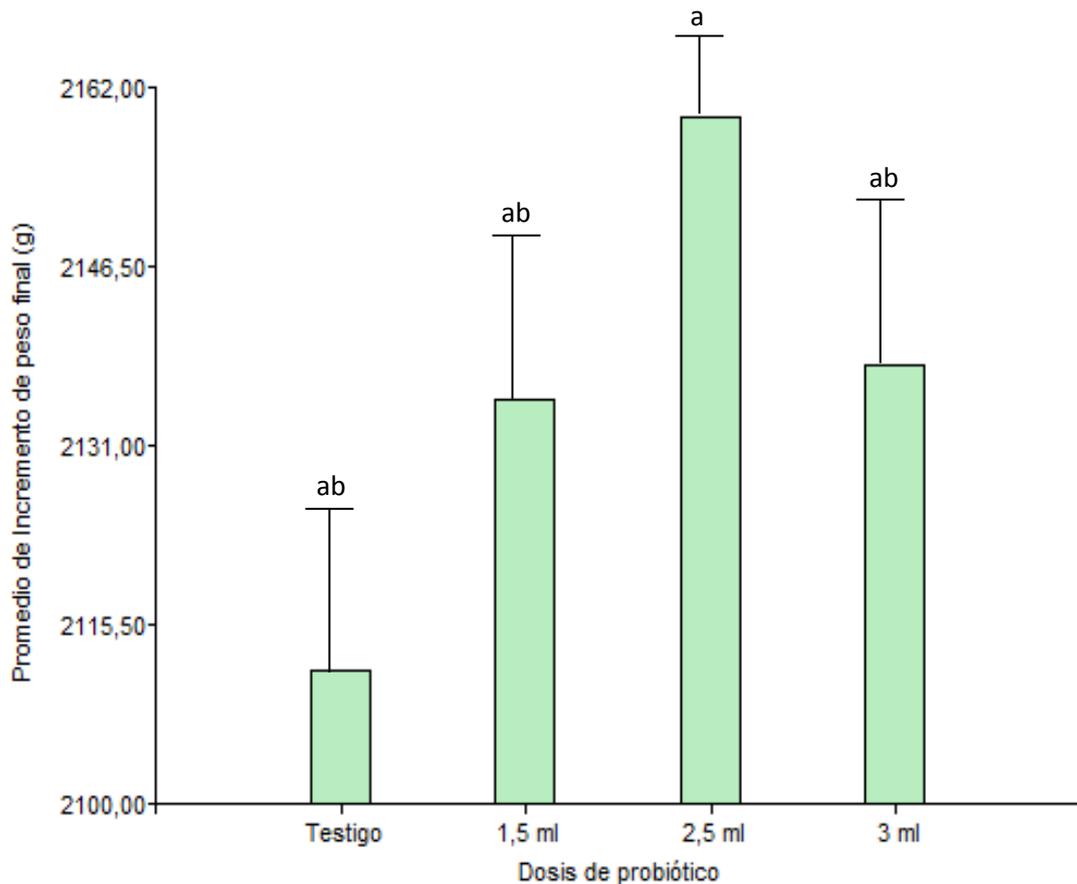


Figura 39: Promedio de incremento de peso final por dosis de probiótico

La figura 39 muestra que las aves tratadas con probiótico, presentaron mayor incremento de peso al final de la fase experimental, siendo la dosis 2.5 ml la mejor dosis en cuanto a la variable incremento de peso con un valor promedio de 2159.41g, seguido de la dosis 3ml y 1.5ml con valores de (2137.95 g y 2135.04 g) respectivamente y por último el testigo con un valor promedio de 2111.57g. De esta manera se puede inferir que el probiótico *Lactobacillus acidophilus* tiene un efecto positivo sobre el incremento de peso con una diferencia de 2.22 % y un valor de 48 g en relación al testigo.

#### 4.9. Conversión alimenticia al día 21 (primera etapa)

Los valores promedio de conversión alimenticia (Anexo 14) indican que el tratamiento D3H presentó el mejor valor de conversión alimenticia 1.58, seguido de los tratamientos D0M y D1M que presentan un valor de 1.65 cada uno. Por otro lado, el tratamiento D0H presentó el valor más alto, que fue de 1.71, lo que nos indica que el mejor grupo tratado con probiótico fue el D3H.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 15) se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable conversión alimenticia, lo cual se presenta a continuación.

La figura 39, muestra los rangos en los que se encuentran los tratamientos, de acuerdo a la prueba Fisher (5%), indica que todos los tratamientos comparten el mismo rango, ya que no existe diferencia significativa, pero numéricamente son diferentes entre tratamientos.

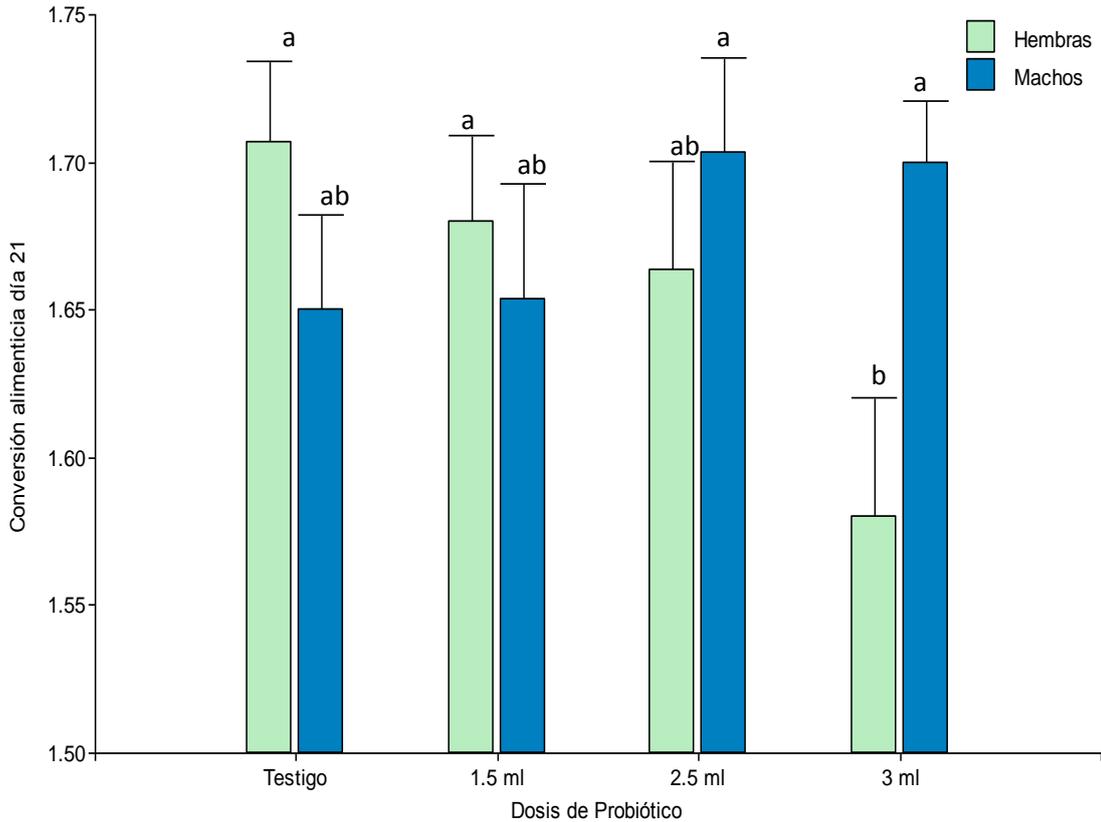


Figura 40 Conversión alimenticia a los 21 días

Se observa (Figura 40) que el tratamiento D3H tratado de 1 a 21 días con 3 ml de probiótico por litro de agua, alcanzo una conversión alimenticia más eficiente con respecto a los demás tratamientos a los que se les suministró probiótico. Manaos (2009) señala que, en la investigación realizada con vinaza, obtuvo una conversión alimenticia de 1.45 y 1.59 en los ensayos, presentando alta diferencia significativa debido a la acción de los ácidos orgánicos. Por otro lado, Luyo,( 2014) señala que las diferencias encontradas puede deberse a diferentes factores externos, entre los que pueden ser: manejo empleado, ingredientes usados en el alimento, microclima en el que se desarrollan. Basados en estos antecedentes se puede inferir

que durante esta etapa los valores alcanzados para conversión alimenticia puede verse afectada al no haber realizado un control de espacio, es decir los pollitos desde el día 1 mantuvieron la totalidad del espacio de las unidades experimentales, otro de los factores puede ser la formulación de la alimentación, ya que durante toda la fase experimental se alimentó con una sola dieta.

#### **4.10. Conversión alimenticia al día 42 (segunda etapa)**

Los valores promedio de conversión alimenticia (Anexo 16) indican que el tratamiento D2M y D2H presentaron el mejor valor de conversión alimenticia 1.74, seguido de los tratamientos D1H y D3H que presentan un valor de 1.75; 1,76 respectivamente. Por otro lado, el tratamiento DOM presentó el valor más alto, que fue de 1.84, lo que indica que, los que mejor respondieron fueron los tratados con probiótico D2H y D1M.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 17) se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores en estudio, y tampoco existe interacción entre sí, con respecto a la variable conversión alimenticia, lo cual se presenta a continuación.

La figura 40, muestra los rangos en los que se encuentran los tratamientos, de acuerdo a la prueba Fisher (5%), indica que todos los tratamientos comparten el mismo rango, ya que no existe diferencia significativa, pero numéricamente son diferentes entre tratamientos.

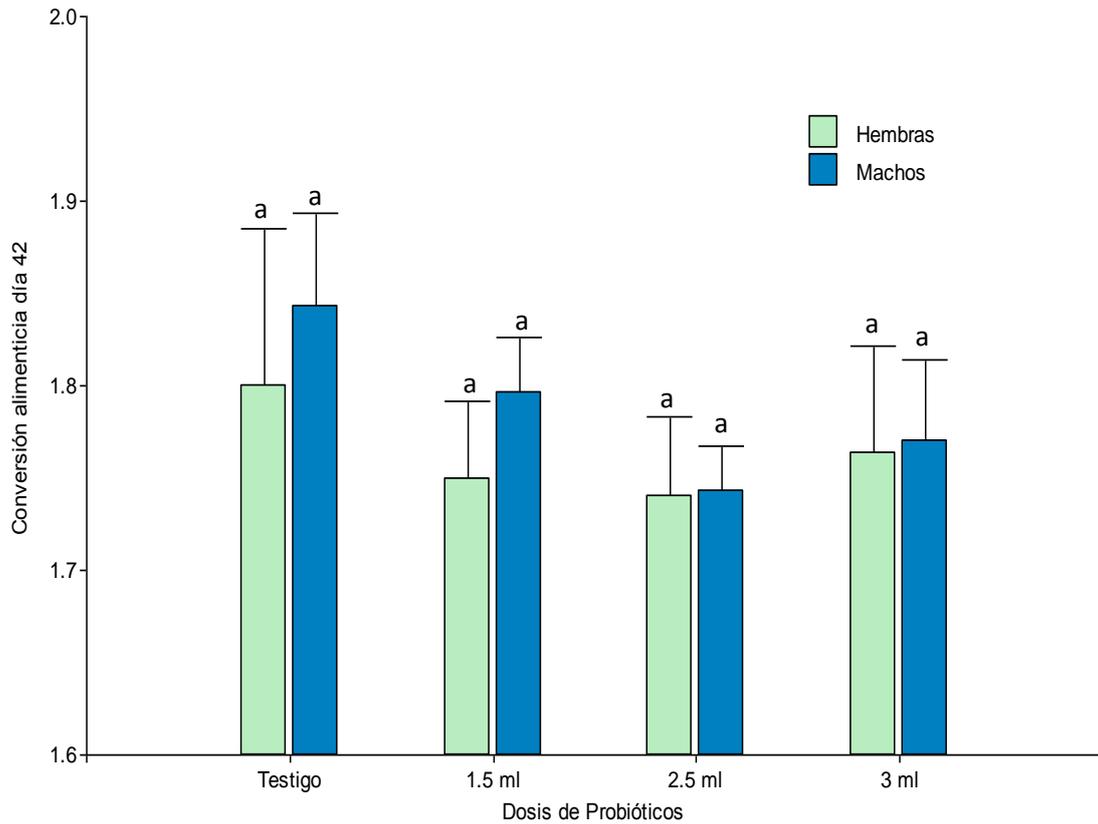


Figura 41 Conversión alimenticia segunda etapa

Se observa (Figura 41) que el tratamiento D1H y D2H tratado de 1 a 42 días con 1.5 ml y 2.5 ml de probiótico por litro de agua, alcanzó una conversión alimenticia más eficiente con respecto a los demás tratamientos a los que se les suministró probiótico. Hoyos (2008) en su investigación observó una diferencia en el índice de conversión alimenticia a favor de los machos tratados con microorganismos eficientes de 0,11. Por otro lado Palacios (2009), corrobora señalando que la salud intestinal es el vehículo principal para alcanzar el peso y la conversión alimenticia. Franceschi, Iglesias y Pinto (2011) demostraron que la incorporación de probióticos, prebióticos o simbióticos en las dietas nutricionales, mejoró significativamente el incremento de peso, y la tasa de conversión alimenticia en pollos broiler.

#### 4.11. Porcentaje de peso de órganos linfoides

##### 4.11.1. Porcentaje de peso de Bazo a los 21 días (primera etapa)

A continuación, en el (Anexo 18) se presenta los valores promedio del porcentaje morfométrico de bazo a los 21 días, en el cual indica que los tratamientos MT, D3H, D2H Y D1H comparten el mismo valor (0.08%), a comparación de las dosis D2M, D3M Y D1M, que

presentan un valor de (0.07%), y por último el tratamiento HT que presenta un valor de (0.06%).

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 19) se determinó que no existe diferencia significativa para ninguno de los dos factores en estudio, y tampoco hubo una interacción entre dosis y sexo con respecto al porcentaje morfométrico de bazo al día 21.

De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), indica que todos los tratamientos se encuentran en el mismo rango, ya que no existe diferencia significativa entre sí, pero objetivamente, podemos decir que las hembras a las que se les suministró el probiótico a diferentes dosis obtuvieron un mayor índice de bazo a los 21 días a comparación del testigo. Por otro lado, en los machos, se puede evidenciar que el testigo alcanzó el valor más alto en relación a los tratamientos suministrados con probiótico.

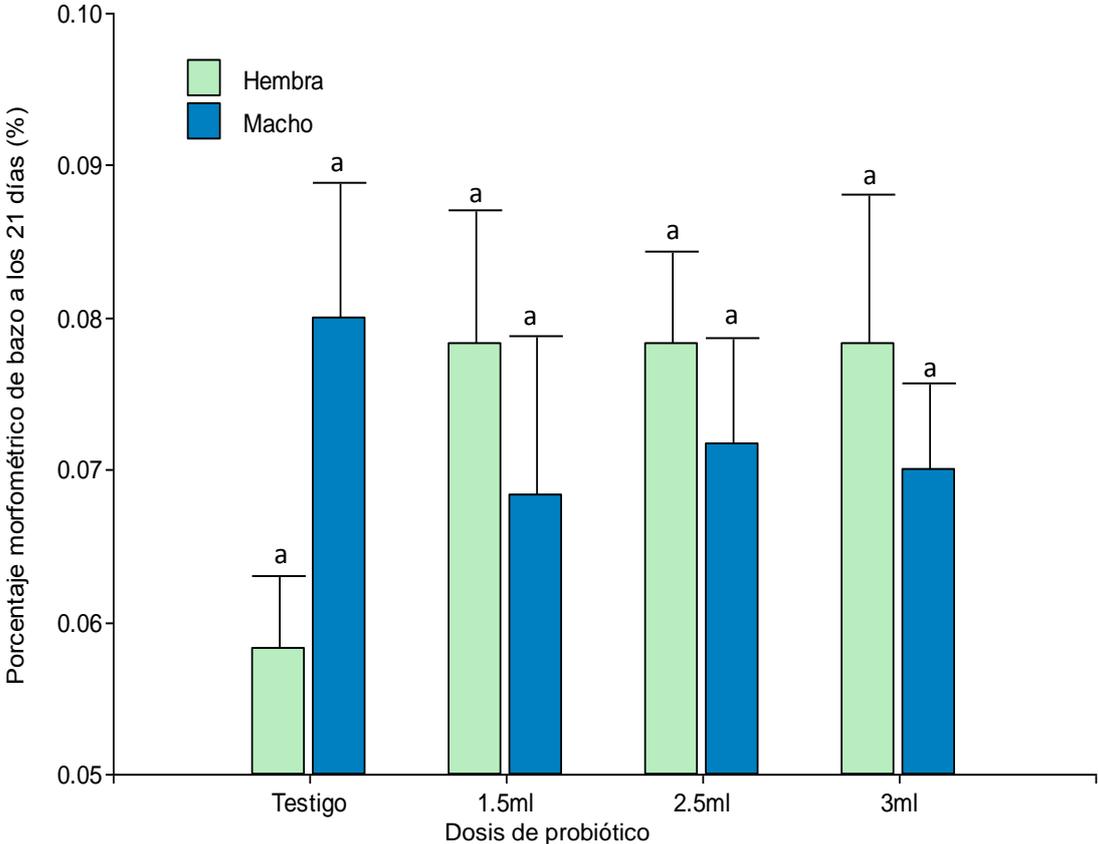


FIGURA 42. Porcentaje de peso de Bazo a los 21 días

Los resultados obtenidos en esta variable Figura 42, son superiores a lo que reporta Páez (2017), presentando un índice morfométrico de (0.06%) a los 21 días, al emplear un simbiótico fitoterapéutico en dosis de 1ml, así como también Luyo (2014), al usar camas

recicladas, obtuvo valores de (0.07%), atribuyendo estos valores al ambiente de estrés y posibles lesiones histopatológicas.

#### 4.11.2. Porcentaje de peso de Bazo a los 42 días (segunda etapa)

A continuación, en el (Anexo 20) podemos observar que el porcentaje morfométrico de bazo al día 42 para el tratamiento D3M presenta el valor más alto (0.11 %), seguido de los tratamientos D3H, D1M y D2H que presentan un valor de (0.10 %), por otro lado, los tratamientos testigo MT, HT junto con los tratamientos D1H Y D2M presentan un valor de (0.09 %). Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 21) se determinó que no existe diferencia significativa para sexo y dosis, y a su vez tampoco existe una interacción con respecto a la variable morfometría de bazo a los 42.

De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), podemos observar en la (Figura 42), que tenemos un solo rango ya que no existe diferencia significativa entre la interacción dosis sexo, para la variable porcentaje morfométrico de órganos linfoides (bazo), pero objetivamente se visualiza que los valores más altos están dados por la dosis D3 (3 ml).

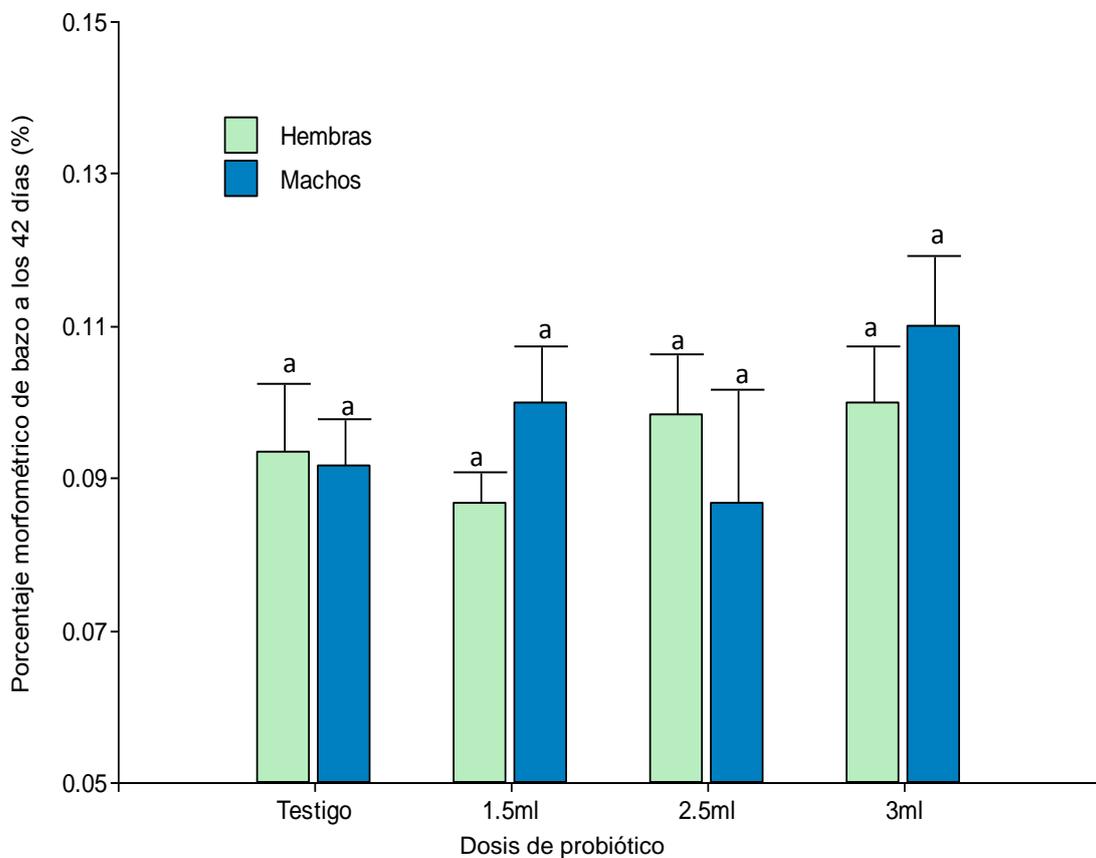


Figura 43. Porcentaje de peso de bazo a los 42 días.

La (Figura 43) demuestra que el peso del Bazo depende del peso vivo de las aves ya que a mayor peso corporal existe mayor peso del Bazo, sin verse afectado por el uso de probiótico, además este órgano no presenta involución, es funcional durante toda la vida del ave, así lo demuestra estudios realizados por Perozo (2004), el cual señala que el bazo es un órgano dependiente del peso del ave, así como del uso de sustancias inmunomoduladoras.

Durante toda la investigación el porcentaje de peso del Bazo en todos los tratamientos se mantuvo, mostrando un desarrollo sostenido, comprobando de esta manera lo dicho por Ulloa (1990) y Suarez (2014) mencionan que el crecimiento del bazo es proporcional al peso corporal del ave ya que todos los tratamientos se mantuvieron dentro del rango y sin mayor variación en relación al grupo control o testigo D0 0.02 %, de esta manera se pudo comprobar que el probiótico no tiene efectos sobre el crecimiento del Bazo.

#### ***4.11.3. Porcentaje de peso de Bursa a los 21 días (primera etapa)***

En el (Anexo 22) podemos observar los valores del porcentaje de peso de bursa para las diferentes dosis en el día 21, en el cual muestra que la dosis D2 tuvo el mejor efecto con un porcentaje de 0.24 % en relación a la dosis D1 correspondiente al testigo que alcanzó un valor de 0.18 %.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 23) se determinó que existe diferencia significativa entre dosis, con respecto a la variable morfometría de bursa a los 21 días ( $F=3.97$ ,  $gl= 3$ ;  $38 P= 0.0149$ ). Con un coeficiente de variación de 25,46 %. De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), podemos observar en la (Figura 43), que tenemos tres rangos ya que existe diferencia significativa entre dosis, para la variable porcentaje morfométrico de órganos linfoides (bursa), a los 21 días.

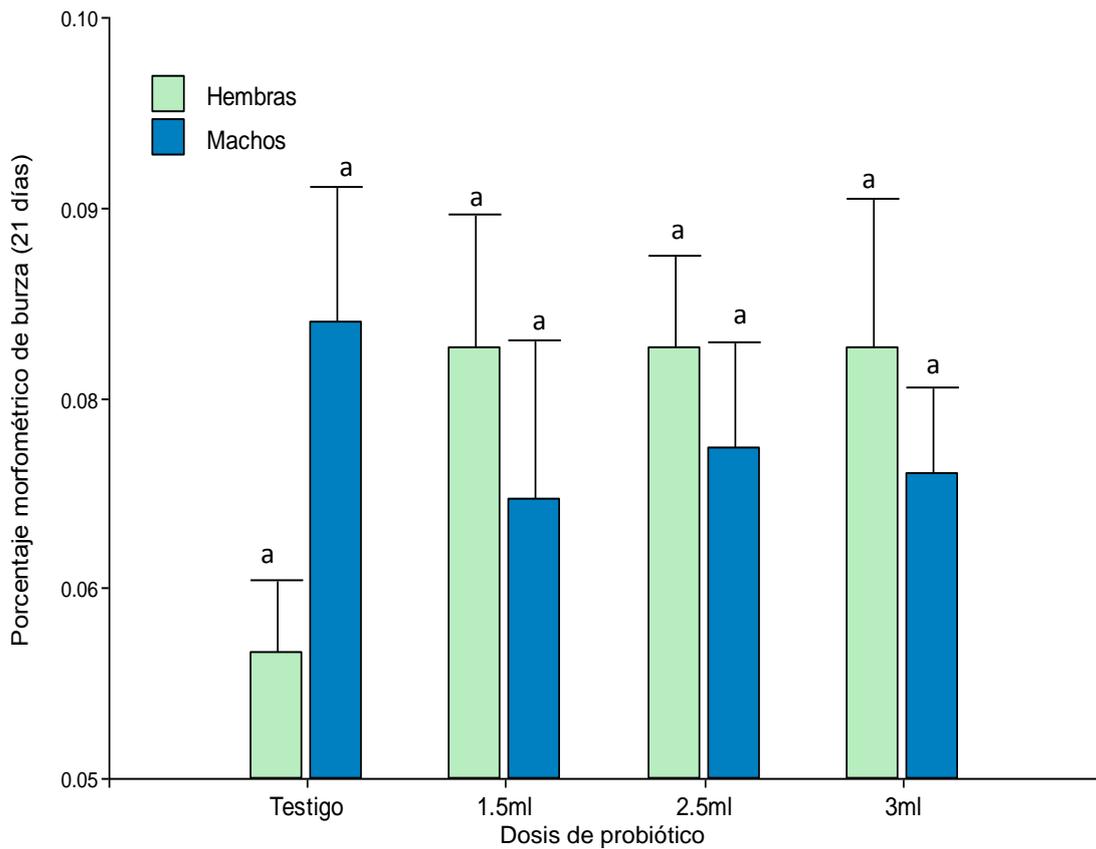


Figura 44 : Porcentaje de peso de bursa a los 21 días.

Demostrándose de esta manera en la (Figura 44) que la dosis D2 (2.5ml) mantiene el peso de la Bursa, retrasando de esa manera su involución y manteniendo altos índices de producción de linfocitos B, resultados que concuerdan con Perozo (2014) y Arteaga et. Al. (2013), quienes señalan que mientras el peso de la bolsa se mantenga. Se mantendrá mayor inmunidad durante un largo periodo.

#### 4.11.4. Porcentaje de peso de Bursa a los 42 días (segunda etapa)

A continuación, en la (Anexo 24) podemos observar los valores del porcentaje morfométrico de bursa para pollos macho y hembra en el día 42, en el cual muestra que las hembras de las dosis D2H y D3H, alcanzaron el porcentaje más alto con un valor de 0.19 % y 0.18 % respectivamente en relación a la dosis HT y D2M que obtuvieron los valores más bajos 0.15 % para ambos tratamientos.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 25) se determinó que no existe diferencia significativa para los factores dosis y sexo, así como también no presentó interacción entre las mismas, con respecto a la variable morfometría de bursa a los 42 días.

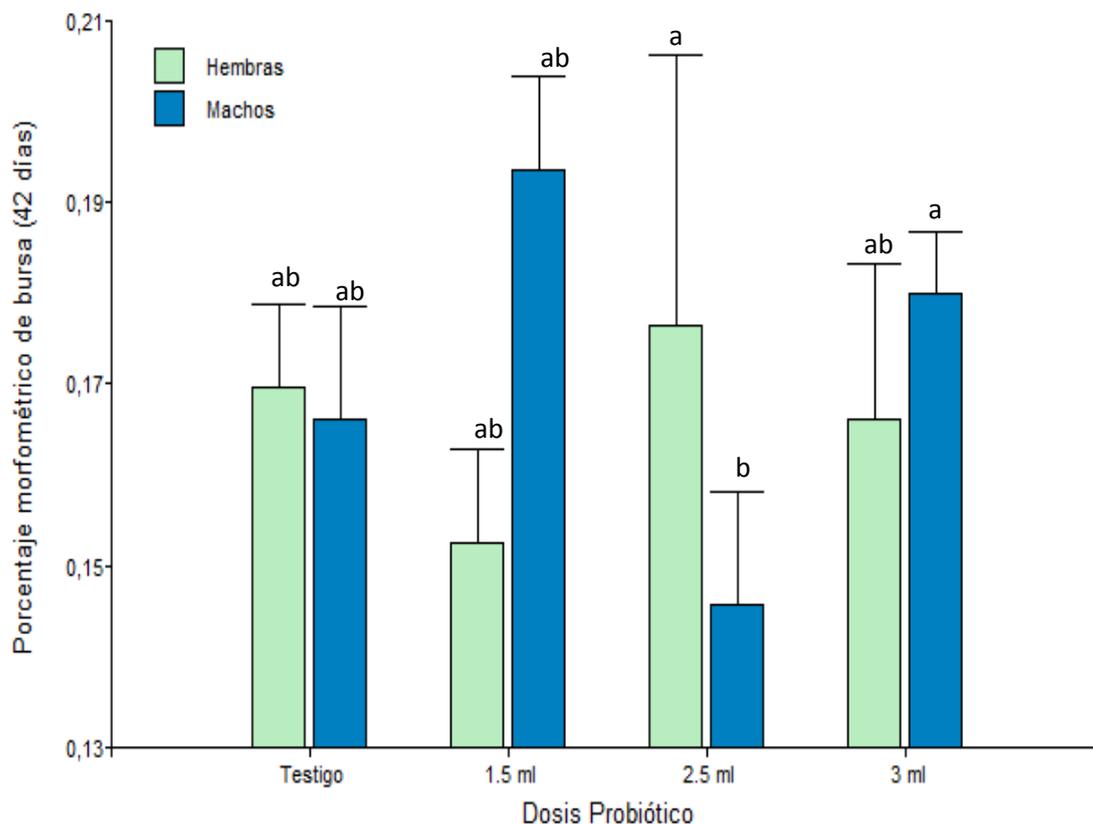


Figura 45 Porcentaje de peso de bursa a los 42 días

De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), podemos observar en la (Figura 45), que tenemos un solo rango ya que no existe diferencia significativa entre la interacción dosis sexo, para la variable porcentaje de peso de bursa a los 42 días. La dosis de D2H solo aumentó 0,67 g el peso de la bursa, siendo parecido a los resultados encontrados por Ulloa (1999) y Suarez (2014); los cuales demostraron que la bursa crece de forma armónica solamente hasta 42 días de edad, a partir de esa edad crece muy poco, mientras que a partir de los 50 días empieza su involución. Luyo (2014) por su parte menciona que obtuvo un incremento de índice morfométrico de bursa a los 21 días con un valor de (0.19) en camas nuevas, mientras que para el día 42 el índice marco valores más altos en el grupo donde fueron criados en camas recicladas, atribuyendo estas alteraciones a la presencia de cepas de Gumboro presentes en la cama reciclada. Resultados que concuerdan con Perozo (2014) y Arteaga et. Al. (2013), quienes señalan que es mejor tener una Bolsa de mayor tamaño ya que su función es secretar linfocitos B, los cuales protegerán a las aves durante toda su vida, teniendo de esta manera

mejor inmunidad. Ulloa (1999) y Suarez (2014); demostraron que la Bolsa crece de forma armónica hasta los 42 días de vida, pero el presente estudio superó con 0,15 g ya que ellos demostraron a los 31 días un peso promedio de 1,85 g; pero en el presente estudio se logró alcanzar un peso promedio de 2 g.

Conocidos estos antecedentes se puede inferir que en la presente investigación el porcentaje de peso presentó un valor más bajo para el día 42 debido a la exclusión competitiva para los tratamientos que fueron tratado con probiótico, ya que, al tener una flora bacteriana equilibrada, mejora el sistema inmunológico y la bursa depleciona, reduciendo su tamaño y en su lugar actúa el timo.

#### ***4.11.5. Porcentaje de peso de Tímo a los 21 días***

A continuación, en el (Anexo 26) presenta los valores del porcentaje de peso del timo para pollos macho y hembra en la primera etapa, en la cual muestra que el tratamiento D2M, alcanzó el porcentaje más alto con un valor de 0.62 %, seguido del tratamiento D3H con un valor de 0.59 % en relación a la dosis D1M, que corresponde al macho testigo, el cual alcanzó un valor de 0.52 %.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 27) se determinó que no existe diferencia significativa para los factores sexo y dosis, así como también no hubo interacción entre los mismos con respecto al porcentaje de peso de timo al día 21. De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), podemos observar en la (Figura 45), que tenemos un solo rango ya que no existe diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, pero numéricamente se puede determinar que el tratamiento D1M alcanzó el índice morfométrico más alto con un valor de 0.62 % a los 21 días.

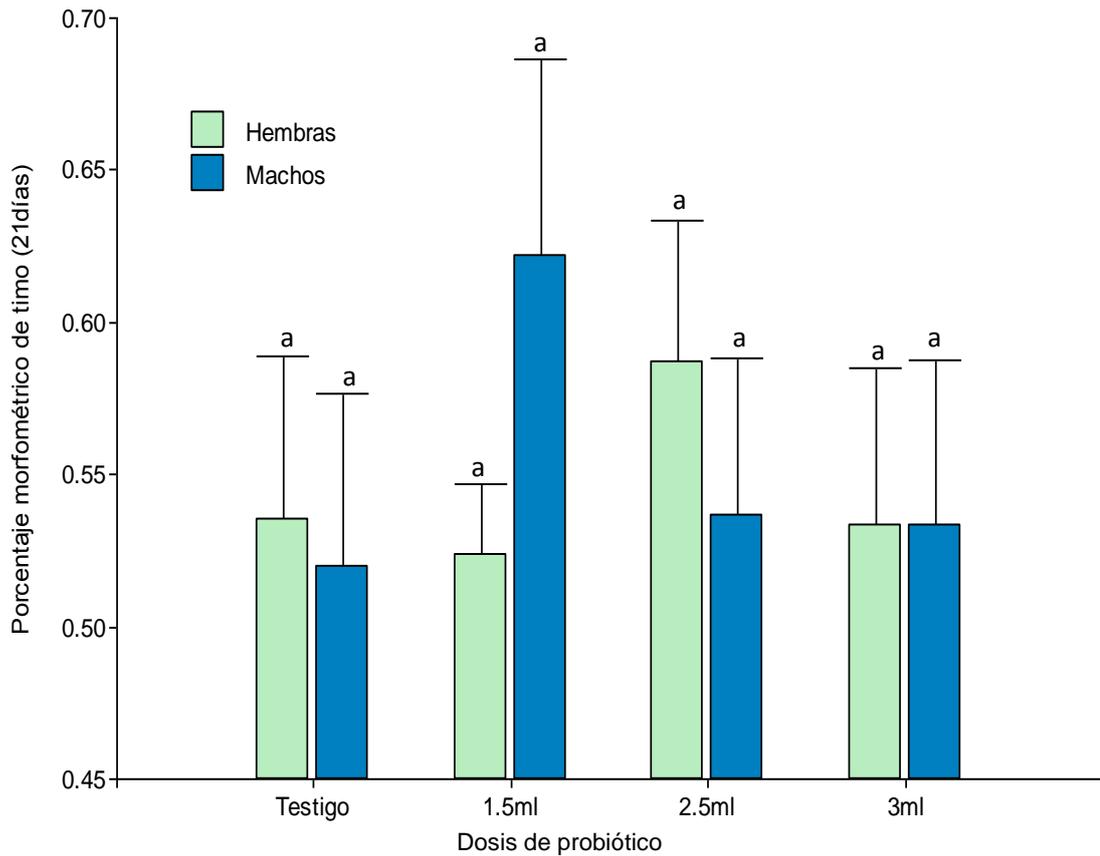


Figura 46: Porcentaje de peso de timo a los 21 días.

Durante esta etapa no se presentan diferencias significativas ya que el timo es un órgano que actúa a partir de la séptima semana, una vez que la bolsa de Fabricio depleciona lo que concuerda con Hoerr (2009), donde demostró que durante la primer y la segunda alcanzó un incremento en el porcentaje de timo con un valor de 0.04 %, mientras que para la séptima semana el peso aumentó 200 veces más su porcentaje de peso.

#### 4.11.6. *Porcentaje morfométrico de Timo a los 42 días*

A continuación, en la (Anexo 28) podemos observar los valores del índice morfométrico de timo para todos los tratamientos al día 42, en el cual muestra que los tratamientos D1H y D3H alcanzaron el valor más alto que fue de 0.62% en relación a la dosis MT y D2M alcanzaron un valor de 0.50% y 0.48% respectivamente.

Una vez realizado el análisis estadístico (Anexo 29) se determinó que no existe diferencia significativa para los factores sexo y dosis, así como también no existe interacción entre sí, con respecto a la variable índice morfométrico de timo a los 42 días. De acuerdo a la prueba de Fisher (5%), podemos observar en la (Figura 46), que tenemos un solo rango ya que no

existe diferencia significativa entre la interacción dosis sexo, para la variable porcentaje morfométrico de órganos linfoides (timo), a los 42 días.

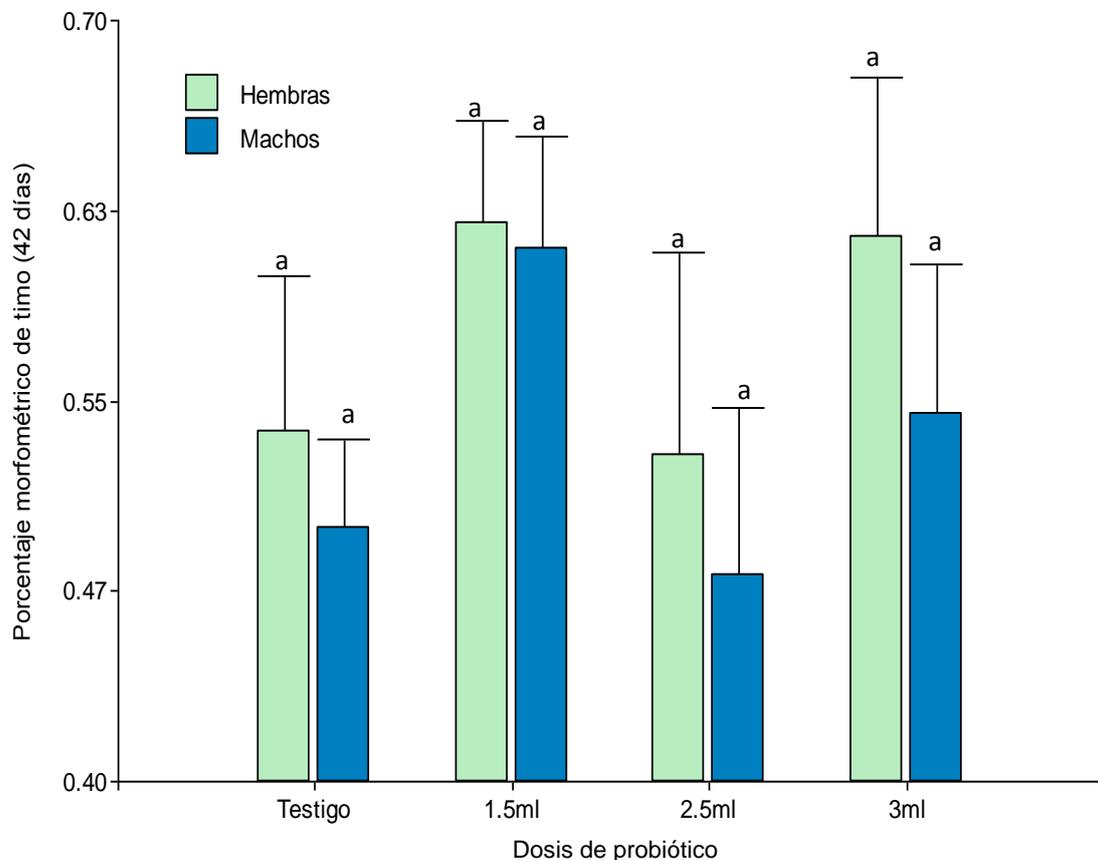


Figura 47: Porcentaje de peso de timo a los 42 días.

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con Hoerr (2009), El índice del timo evidenció un aumento progresivo en la primera semana 0.082 % y séptima semana de edad 0.204 %, mientras que tuvo su valor mínimo en la segunda semana de vida 0.122 %. La diferencia es el aumento sostenido del porcentaje de peso de bursa y bazo durante las siete semanas, sin embargo, tenemos un descenso de los índices del timo. El timo es un indicador del bienestar y grado de estrés que sufren las aves, responde con atrofia tisular a la presencia de glucocorticoides y factores estresantes.

Perozo et al. (2004) señala que se debe tomar en cuenta el peso adecuado del timo, ya que este órgano linfóide constituye un indicador de bienestar animal, y al ser expuesto a una atrofia tisular del timo el ave sufrirá de estrés o sobrecargas para el organismo involucrado reflejándose directamente en los parámetros productivos, como es la ganancia de peso.

#### **4.12. Prueba de hipótesis**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alternativa, demostrando así que: la inclusión de *Lactobacillus acidophilus* mejora los parámetros productivos en pollos broiler.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Según el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Se determina las siguientes conclusiones:

- La inclusión de *Lactobacillus acidophilus* ejerce un efecto positivo sobre el aumento de la microbiota intestinal de las aves, ya que en la primera etapa para la dosis de 3ml, hubo un incremento del 64.4% de la flora bacteriana benéfica mientras que en la segunda etapa fue de 73.8% para la misma dosis, en relación al testigo.
- Se determinó que las aves tratadas con probiótico tuvieron un menor consumo de alimento, destacando el tratamiento D2H el cual presentó el promedio de consumo de alimento más bajo durante la primera y la segunda etapa, siendo de 4.6 % y 4.86% con valores de 58.3 g y 189.8 g respectivamente en relación al testigo teniendo como resultado el 10% ahorro en costos de alimentación.
- Los resultados del incremento de peso para la segunda etapa indican que el tratamiento D2M alcanzó un peso promedio de 2183,8 g siendo este superior al testigo en un 3 %, mientras que al analizar el incremento de peso total la dosis D2 muestra ser superior en un 2.22 % en relación al testigo, siendo esta dosis la más relevante en la presente investigación.
- Los parámetros productivos mejoraron por efecto del *Lactobacillus acidophilus*, en cuanto a la conversión alimenticia durante la segunda etapa, ya que la dosis 2.5 ml presentó el valor más bajo 1.74 para ambos sexos, existiendo una diferencia de (0.10) en relación al testigo.
- La inclusión de bacterias probióticas contribuyó a mejorar el sistema inmunológico de las aves, en cuanto a la variable porcentaje de peso de bolsa de Fabricio, se determinó

que durante la primera etapa la dosis 2.5 ml alcanzó el porcentaje más alto, siendo este de 0.24%, mientras que para la segunda etapa el porcentaje fue de 0.19%, esto se debió a que cuando no existe amenaza de afección patológica este órgano deja de producir linfocitos B y depleciona, disminuyendo su peso.

## 5.2. Recomendaciones

- La inclusión de probiótico lactobacillus en dosis de 2,5 ml a través de agua de bebida, durante la primera y segunda etapa, puesto que mejora la ganancia de peso, mejor conversión alimenticia y sanidad de las aves.
- Para futuras investigaciones, se recomienda usar la dosis antes mencionada a diferentes concentraciones de UFC / ml, ya las aves presentaron mayor respuesta al probiótico.
- Incentivar a los productores el uso de nuevas alternativas biológicas en la producción animal, con el objetivo de reducir el consumo de APC y tener como resultado un producto de mejor calidad y libre de residualidad.
- Realizar nuevos estudios empleando levaduras, plantas aromáticas, u otros microorganismos nativos con características probióticas.
- Probar la acción de exclusión competitiva de *Lactobacillus acidophilus*, frente a patógenos aislados de aves enfermas mediante siembras en cajas petri.

## CAPÍTULO VI

### 6. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelrahman, W. (22 de Octubre de 2013). Salud intestinal en las aves: el mundo interior. *Omega 5 El sitio Avicola, 10-2013*. Recuperado de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2464/salud->
- ALBEITAR. (2005). Los Aditivos Antibióticos Promotores del Crecimiento de los Animales: Situación Actual y Posibles Alternativas. *ALBEITAR Informativo Veterinario, 69*, 32-43.
- Aldana, H., & Ospina, J. (2006). *Sistema gastrointestinal de las aves*. Bogotá Colombia: Terranova Editores.
- Alfaro, L., & Briceño, J. V. (2013). Importancia de la Salud intestinal en las aves y diseño de programas anticoccidiales. *Engormix. Recuperado de <http://www.engormix.com/avicultura/articulos/importancia-salud-intestinal-aves-t30275.htm>*.
- Almaraz, G., & Alvarez, G. (02 de Diciembre de 2014). Panorama de la Industria avícola a nivel mundial. (BMeditores, Ed.) *Los Avicultores y su Entorno*.
- Angelakis, E. (Mayo de 2017). Efecto de probióticos *L. casei* en pollos Broiler. *Biosystem\_Scopus*.
- Arteaga, J., & Jauregui, D. (Junio de 2016). El propóleo en la morfometría linfoidea y control bacteriano en pollos camperos. *AXIOMA, 1(15)*, 18.
- Aznar, R., & Zúñiga, M. (Octubre de 2011). Que son las bacterias lácticas. *¿Sabias que?, 4*, 32-36.
- Barrera, S. d. (10 de Septiembre de 2012). Características de los probióticos. *Avinews, 9-2012*, p.28-30.
- Bayer. (07 de Mayo de 2010). Exclusión Competitiva en Aves. *Bayer Animal Health, 07-2010*, 32.
- Blanch, A. (Febrero de 2016). Probióticos, prebióticos y simbióticos. *AviNews, 02-16*, p.12.

Cancela, M. (2007). *Que son los probioticos. Cuzco*, Perú: INNATIA.

Cardoso, L, Silva, Claudia Cassimira da, García, Paula Duarte Silva Rangel, Donato, Daniella Carolina Zanardo, Albuquerque, Ricardo de, y Araújo, Lúcio Francelino. (2011). *Influencia de un probiótico en el rendimiento de pollos de engorde*. Revista Brasileira de Zootecnia , 40 (12), 2739-2743. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001200018>

Castejón, E. (2009). *Probióticos Toluca*. Mexico: Novomex.

CONAVE. (2016). *Estadísticas avícolas*. 24. Recuperado de [http://amevea-ecuador.org/web\\_antigua/datos/AMEVEA\\_2015\\_\\_ING.\\_JOSE\\_ORELLANA.PDF](http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/AMEVEA_2015__ING._JOSE_ORELLANA.PDF)

Damerow, G. (2011). Salud, enfermedad y resistencia a la enfermedad Cuidados, Alimentacion e Instalaciones *de pollos y Gallinas*. EEUU: OMEGA.

Dinev, I. (Mayo de 2014). Enfermedades de las aves Salmonelosis. *El sitio Avicola*, 05-14, S/N.

Dunkley, C. (06 de Agust de 2008). *The Poultry*. Recuperado de <http://www.thepoultrysite.com/articles/1108/the-use-of-probiotics-and-prebiotics-in-poultry-feeds/>

Espinoza, M. (2006). Censo SESA. Ibarra.

Espinoza, M., y Rojas, C., (2017). Alteraciones causadas por bacterias patógenas habituales en el tracto gastrointestinal. Recuperado de [https://docs.wixstatic.com/ugd/54b18d\\_9d1d064ca0e04dbea54b41f592acefb0.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/54b18d_9d1d064ca0e04dbea54b41f592acefb0.pdf)

FAO. ( Junio de 2012). *Alimentación, nutrición y agricultura*. FAO . Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/U3550t/u3550t04.htm>

FAO, & OMS. (2006). Probioticos en los alimentos. *Estudio FAO Alimentacion y Nutricion*, 85, 3.

Franceschi, M. D., Iglesias, B., & Pinto, S. (04 de Septiembre de 2011). Estrategias para evaluar alternativas a los promotores de crecimiento. *Engormix-Avicultura*.

Gamazo, C., Sánchez, S., & Camacho, A. I. (2013). *Probióticos, Microbiología Basada en la experimentación*. Madrid, España: Elsevier.

- Gauthier, R. (2008). La Salud Intestinal: Clave de la Productividad - El Caso de los Ácidos Orgánicos. *Engormix-Avicultura*, (6), pp64.
- Gómez, S. (2012). *Evaluación de dos dosis de oligosacáridos mananos como aditivo natural en dieta balanceada sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde en las tres fases de desarrollo en el cantón babahoyo*. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. obtenido de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/508/6/T-UTB-FACIAG-MVYZ-000007.pdf>
- Gottau, G. (2011). Alimetos Funcionales (Prebióticos). *Vitónica*, (02-2011). 55-56
- Hoerr, F. (2009). La Integridad Intestinal y su Importancia Económica en la Industria Avícola. Departamento de Producción Animal. Recuperado de [http://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos\\_int.asp?cve\\_art=458](http://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=458)
- Hoyos, D. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola. Scielo. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682008000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682008000200013&script=sci_arttext)
- Jaramillo, H. (23 de Julio de 2012). Acidos organicos (citrico y fumarico) como alternativa a los antibioticos promotores de crecimiento (zn bacitracina) en dietas para pollo de engorde. *Engormix*, (07-2012), 25.
- Kaplan, S. (2011). Competitive exclusion. Chicago,EEUU: Routledge.
- Lopez, C., & Vasquez, C. (2005). Suplementos nutricionales. Madrid, España: Edigrafos.
- Manaos, R. (2009) Evaluación de un subproducto de destilería de alcohol (vinaza) como un aditivo en la alimentación de pollos de engorde. pp 65 – 97.
- Milian, G. (2005). Empleo de probióticos a base de Bacillus sp y sus endosporas en la producción avícola. Instituto de Ciencia Animal. Recuperado de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH01b8.dir/doc.pdf>.
- Montalvo, S. (29 de Agosto de 2011). Control de las especies de Salmonella en avicultura. (08-11), 32-35.

- Montiel, E. (2010). La avicultura en el mundo actual,( *Producción Agroindustrial del NOA*), (20), 45-46.
- Orellana, J. (2015). Análisis de la Avicultura en Ecuador. *Revista El Agro*,(12), 18-20
- Oxford University, O. (2016). Effects of two different probiotics on microflora, morphology, and morphometry of gut in organic laying hens.Scopus Elsevier. Recuperado de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84994568474&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=chicken+lactobacillus+acidophilus&st2=&sid=67317316FA6299547D5053613C89C804.wsnAw8kcdt7IPYLO0V48gA%3a320&sot=b&sdt=b&sl=48&s=TITLE-ABS-KEY%28chicken+l>
- Parra, R. (2010). Bacterias acidoláctias papel funcional en los alimentos. *Scielo*, (8), 98-100.
- Pedroso, M. (2005). Probióticos en Aves Una alternativa posible. *Asocioacion Cubana de Productores Agropecuarios (ACPA)*, (1), 24-25.
- Perozo, F; Nava, J; Mavárez, Y; Arenas E; Serje, P; 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 Redalyc*.
- Ramirez, C., Ulloa, P., Velázquez, M., Ulloa, J., & Romero, F. (Abril-Junio de 2011). Importancia de las Bacterias Acidolacticas en la alimentacion. *Fuente*, (1), 7-9.
- Rioja, I. (2017). *Manual Cárnico y avícola.DF*, Mexico: BNP.
- Rivas, F., & Gonzalez, B. (Enero-Marzo de 2006). Criterios de calidad de los microorganismos probióticos y evidencias sobre efectos hipocolesterolémicos. *FASPYN*, (7), S/N.
- Rossi, A; Sangoi, M; Padilha, J. (2006). Uso de probióticos en la prevención de salmonella en pollos de engorde. *Zootécnica y medicina veterinaria*. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141370542007000400039&lng=en&nrm=iso.htm&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542007000400039&lng=en&nrm=iso.htm&tlng=pt)
- Salazar, B., & Montoya, O. (2003). Importancia de los Probióticos y prebióticos en la salud humana. *Redalyc*, (10), 20-23.

- Samaniego, D. (2009). *Los Probióticos*. Bogotá, Colombia: Ultralevura.
- Satama, M. (2012). Salud Intestinal. *Aviagen*, (25). S/N
- Seidavi, A., Dadasshbeiki, M., Alimohammadi, M., payan, R., & Tufarelli, V. L. Microbiota, obesity and malnutrition.
- Soncini, R. (04 de Septiembre de 2011). Alternativas para reducir riesgos de infección por salmonelas en planteles de aves. *Engormix*, (09-11), S/N.
- Suárez, V. 2014, Caracterización del desarrollo de la Bolsa de Fabricio en pollos de engorde, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia.
- Sumano, H. (2010). Exclusion competitiva. En H. Sumano, *Farmacología clínica en aves comerciales*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Télles, S. (31 de Julio de 2006). Salmonella en la avicultura. *Vigilancia Sanitaria Veterinaria (VISAVET)*, (15). S/N
- Ulloa, J. H. 1999. Caracterización del desarrollo de la Bolsa de Fabricio, Timo y Bazo en pollos Broilers comerciales. En memorias, XVI Congreso Latinoamericano de Avicultura. Chile. Pp. 313 – 317.
- Vaca, L. (2003). Organos Digestivos complementarios. *UNED*, (2), 32-33
- Wolfender, R., & Hargis, B. (2014). Los probióticos para las aves deben ser específicos. *Selecciones Avícolas*, (86), 54-55.
- Yegani, M. (2010). Manipulación de la Flora Intestinal en Aves (Tesis de pregrado). Universidad de Alberta Canadá, Alberta, Canadá. Recuperado de [www./Manipulaci%C3%B3n%20de%20la%20microflora%20intestinal%20de%20las%20aves.htm](http://www./Manipulaci%C3%B3n%20de%20la%20microflora%20intestinal%20de%20las%20aves.htm)

## 7. ANEXOS

*Anexo 1: Programación de actividades a desarrollarse durante la fase del experimento en campo.*

Cantidad:

264 pollos

Raza:

Broiler

DIA	Semana	ACTIVIDADES			Kilos de alimento diario	Temperatura ambiental
		VACUNAS Y FUMIGACIONES	Suministro	OTRAS		
		Limpiar el polvo, Lavar el piso (si es necesario), desinfectar el galpón con cal+ agua				
		Pasar y extender viruta, colgar cortinas, hacer cámara de recepción				
		Armar el circulo, acarrear el equipo, encender criadoras				
1	1		Probiótico	Pesaje	3,7	32º-34º
2			Probiótico		4,8	
3		fumigación Flu 500	Probiótico		5,5	30º
4			Probiótico	Pesaje	6,9	
5			Probiótico		7,1	
6		Vacuna ND-IB Combinada	Probiótico		7,7	29º
7		desinfección germicida	Probiótico	Pesaje	8,7	
8	2	fumigación Flu 500	Probiótico		9,1	28º
9			Probiótico	Quitar la luz Pesaje	10,4	
10			Probiótico		11,7	27º
11			Probiótico		13,3	
12		fumigación Flu 500	Probiótico	Pesaje	14,1	
13		Vacuna Gumboro	Probiótico		16,4	26º
14		desinfección germicida	Probiótico		17,4	
15	3		Probiótico	Pesaje	18,5	25º
16			Probiótico		19,3	
17			Probiótico		21,0	
18		fumigación Flu 500	Probiótico	Pesaje	21,8	24º
19			Probiótico		22,0	
20			Probiótico		23,9	
21		desinfección germicida	Probiótico	Pesaje	24,9	23º
22	4	fumigación Flu 500	Probiótico		26,1	

23			Probiótico		26,8	
24			Probiótico	Pesaje	27,6	22º
25			Probiótico		28,6	
26		fumigación Flu 500	Probiótico		29,4	
27		Vacuna Comb via ocular (ND/IB)	Probiótico	Pesaje	30,1	21º
28		desinfección germicida	Probiótico		31,3	
29		5		Probiótico		32,3
30	fumigación Flu 500		Probiótico	Pesaje	33,5	
31			Probiótico		34,6	
32	fumigación Flu 500		Probiótico		36,0	
33			Probiótico	Pesaje	37,6	
34			Probiótico		39,2	
35	desinfección germicide		Probiótico		40,1	
36	6		Probiótico	pesaje	42,0	
37			Probiótico		42,9	
38			Probiótico		43,7	
39			Probiótico	pesaje	44,2	
40			Probiótico		45,1	
41		desinfección germicide	Probiótico		45,4	
42				pesaje	45,7	

Anexo2: Valores promedio de UFC a los 21 días

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	
<b>Hembra</b>	D3H	214.67	25.41	A
<b>Macho</b>	D3M	199.50	12.48	A
<b>Macho</b>	D2M	169.17	12.48	AB
<b>Hembra</b>	D2H	167.17	25.41	ABC
<b>Hembra</b>	D1H	165.67	25.41	ABC
<b>Macho</b>	D1M	151.00	12.48	BC
<b>Hembra</b>	D0H	110.50	25.41	C
<b>Macho</b>	D0M	43.67	12.48	D

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

Anexo 3: Análisis de varianza para UFC a los 21 días.

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	673.88	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	2.80	0.1027	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	31.19	<0.0001	*
<b>Sexo:Dosis</b>	3	38	1.11	0.3559	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 4: Valores promedio de UFC a los 42 días

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	
<b>Hembra</b>	D3H	222.50	14.40	A
<b>Macho</b>	D3M	205.00	14.40	AB
<b>Macho</b>	D2M	185.17	14.40	BC
<b>Macho</b>	D1M	164.50	14.40	CD
<b>Hembra</b>	D1H	143.33	14.40	D
<b>Hembra</b>	D2H	141.33	14.40	D
<b>Hembra</b>	D0H	70.67	14.40	E
<b>Macho</b>	D0M	41.83	14.40	E

Anexo 5: Análisis de varianza para UFC a los 42 días.

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	306.97	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.28	0.6011	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	55.34	<0.0001	*
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	3.64	0.0211	*

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 6: Valores promedio de consumo de alimento al día 21

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D2M	882,18	1.11	A
<b>Macho</b>	D0M	877,55	1.11	A
<b>Hembra</b>	D0H	877,42	1.11	A

<b>Macho</b>	D1M	872,42	1.11	A
<b>Hembra</b>	D1H	860,55	0.58	A
<b>Macho</b>	D3M	855,30	0.58	A
<b>Hembra</b>	D2H	841,82	0.58	A
<b>Hembra</b>	D3H	823,88	0.58	A

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

*Anexo 7: Análisis de varianza para consumo de alimento a los 21 días.*

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	13325.70	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	1.95	0.1840	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	1.16	0.3593	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	14	0.43	0.7360	Ns

*Ns: no significativo, \*:significativo al 5%*

*Anexo 8: Valores promedio de consumo de alimento al día 42.*

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D0M	3903,30	0.10	A
<b>Macho</b>	D1M	3839,48	0.10	A
<b>Macho</b>	D2H	3809,70	0.10	A
<b>Macho</b>	D3M	3785,15	0.10	A
<b>Hembra</b>	D0H	3772,26	0.10	A
<b>Hembra</b>	D3M	3763,93	0.10	A
<b>Hembra</b>	D1H	3725,56	0.10	A
<b>Hembra</b>	D2H	3713,56	0.10	A

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

Anexo 9: Análisis de varianza para consumo de alimento a los 42 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	9687.06	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	1.84	0.1961	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	0.27	0.8474	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	14	0.14	0.9350	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 10: Valores promedio de incremento de peso a los 21 días

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D0M	532,39	0.04	A
<b>Macho</b>	D1M	528,61	0.04	AB
<b>Hembra</b>	D3H	521,52	0.04	AB
<b>Macho</b>	D2M	518,85	0.04	AB
<b>Hembra</b>	D0H	514,33	0.04	AB
<b>Hembra</b>	D1H	512,58	0.04	AB
<b>Hembra</b>	D2H	506,27	0.04	AB
<b>Macho</b>	D3M	503,00	0.04	B

Anexo 11: Análisis de Varianza para Incremento de peso a los 21 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	6714.41	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	0.86	0.3704	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	0.68	0.5798	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	14	1.25	0.3295	Ns

Anexo 12: Valores promedio de incremento de peso a los 42 días.

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D2M	2183.81	0.04	A
<b>Macho</b>	D1M	2138.85	0.04	A
<b>Hembra</b>	D3H	2138.04	0.04	A
<b>Macho</b>	D3M	2137.85	0.04	A
<b>Hembra</b>	D2H	2135.00	0.04	A
<b>Hembra</b>	D1H	2131.22	0.04	A
<b>Macho</b>	D0M	2120.07	0.04	A
<b>Hembra</b>	D0H	2103.19	0.04	A

Anexo 13: Análisis de Varianza para Incremento de peso a los 42 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	4843.58	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	0.16	0.6986	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	0.24	0.8642	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	14	0.08	0.9716	Ns

ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 14: Valores promedio de Conversión alimenticia a los 21 días.

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Hembra</b>	D0H (Testigo)	1.71	0.03	A
<b>Macho</b>	D2M	1.70	0.03	A
<b>Macho</b>	D3M	1.70	0.03	A
<b>Hembra</b>	D1H	1.68	0.03	A
<b>Hembra</b>	D2H	1.66	0.03	AB
<b>Macho</b>	D1M	1.65	0.03	AB
<b>Macho</b>	D0M (Testigo)	1.65	0.03	AB
<b>Hembra</b>	D3H	1.58	0.03	B

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

Anexo 15: Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 21 días.

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	13531.70	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	0.74	0.4047	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	0.75	0.5387	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	14	3.09	0.0616	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 16: Valores promedio de Conversión alimenticia al día 42.

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D0M (Testigo)	1.84	0.05	A
<b>Hembra</b>	D0H (Testigo)	1.80	0.05	A
<b>Macho</b>	D1M	1.80	0.05	A
<b>Macho</b>	D3M	1.77	0.05	A
<b>Hembra</b>	D3H	1.76	0.05	A
<b>Hembra</b>	D1H	1.75	0.05	A
<b>Macho</b>	D2M	1.74	0.05	A
<b>Hembra</b>	D2H	1.74	0.05	A

Anexo 17: Análisis de varianza para conversión alimenticia a los 42 días.

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	14	10052.38	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	14	0.50	0.4919	Ns
<b>Dosis</b>	3	14	0.89	0.4694	Ns
<b>Sexo:</b>	3	14	0.11	0.9546	Ns
<b>Dosis</b>					

Anexo 18: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bazo al día 21

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	MT (Testigo)	0.08	0.01	A
<b>Hembra</b>	D3H	0.08	0.01	A
<b>Hembra</b>	D2H	0.08	0.01	A
<b>Hembra</b>	D1H	0.08	0.01	A
<b>Macho</b>	D2M	0.07	0.01	A
<b>Macho</b>	D3M	0.07	0.01	A
<b>Macho</b>	D1M	0.07	0.01	A
<b>Hembra</b>	HT (Testigo)	0.06	0.01	A

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

Anexo 19: Análisis de varianza para bazo a los 21 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	676.05	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.02	0.8827	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	0.21	0.8865	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	1.80	0.1631	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 20: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bazo a los 42 días

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D3M	0.11	0.01	A
<b>Hembra</b>	D3H	0.10	0.01	A
<b>Macho</b>	D1M	0.10	0.01	A
<b>Hembra</b>	D2H	0.10	0.01	A
<b>Hembra</b>	HT (Testigo)	0.09	0.01	A
<b>Macho</b>	MT (Testigo)	0.09	0.01	A
<b>Hembra</b>	D1H	0.09	0.01	A
<b>Macho</b>	D2M	0.09	0.01	A

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

Anexo 21: Análisis de varianza para bazo a los 42 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	856.68	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.16	0.6891	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	0.98	0.4146	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	0.85	0.4760	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 22: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bursa al día 21

<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>D1</b>	0.25	0.02	A
<b>D2</b>	0.21	0.02	A
<b>D3</b>	0.19	0.02	B
<b>D0</b>	0.18	0.02	B

**(Testigo)**

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

Anexo 23: Análisis de varianza para bursa a los 21 días.

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	810.15	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.35	0.5552	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	4.50	0.0085	*
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	1.88	0.1498	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 24: Valores promedio de porcentaje morfométrico de bursa a los 42 días

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Hembra</b>	D2H	0.19	0.02	A
<b>Hembra</b>	D3H	0.18	0.02	AB
<b>Macho</b>	MT (Testigo)	0.17	0.02	AB
<b>Macho</b>	D3M	0.17	0.02	AB
<b>Macho</b>	D1H	0.17	0.02	AB
<b>Hembra</b>	D1H	0.16	0.02	AB
<b>Hembra</b>	HT (Testigo)	0.15	0.02	AB
<b>Macho</b>	D2M	0.15	0.02	B

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

Anexo 25: Análisis de varianza para porcentaje morfométrico de bursa al día 42 .

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	863.75	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.60	0.4435	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	0.12	0.9451	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	1.49	0.2332	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 26: Análisis de Varianza de porcentaje morfométrico de Timo al día 21

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Macho</b>	D1M	0.62	0.05	A
<b>Hembra</b>	D2H	0.59	0.05	A
<b>Macho</b>	D2M	0.54	0.05	A
<b>Hembra</b>	HT (Testigo)	0.54	0.05	A
<b>Macho</b>	D3M	0.53	0.05	A
<b>Hembra</b>	D3H	0.53	0.05	A
<b>Hembra</b>	D1H	0.52	0.05	A
<b>Macho</b>	MT (Testigo)	0.52	0.05	A

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

Anexo 27: Análisis de varianza del índice morfométrico de Timo a los 21 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	744.10	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	0.05	0.8196	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	0.36	0.7826	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	0.77	0.5199	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%

Anexo 28: Valores promedio de índice morfométrico de timo a los 42 días.

<b>Sexo</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E.</b>	<b>Rango</b>
<b>Hembra</b>	D1H	0.62	0.06	A
<b>Hembra</b>	D3H	0.62	0.06	A
<b>Macho</b>	D1M	0.61	0.06	A
<b>Macho</b>	D3M	0.55	0.06	A
<b>Hembra</b>	HT (Testigo)	0.54	0.06	A
<b>Hembra</b>	D2H	0.53	0.06	A
<b>Macho</b>	MT (Testigo)	0.50	0.06	A
<b>Macho</b>	D2M	0.48	0.06	A

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

Anexo 29: Análisis de varianza para índice morfométrico de timo a los 42 días

<b>F.V.</b>	<b>GL<sub>T</sub></b>	<b>GL<sub>E</sub></b>	<b>F-valor</b>	<b>p-valor</b>	<b>Significancia</b>
<b>(Intercept)</b>	1	38	9023.21	<0.0001	*
<b>Sexo</b>	1	38	1.02	0.3198	Ns
<b>Dosis</b>	3	38	1.59	0.2067	Ns
<b>Sexo: Dosis</b>	3	38	0.09	0.9642	Ns

Ns: no significativo, \*:significativo al 5%