

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE UN
SIMBIÓTICO COMERCIAL EN DIETAS DE POLLOS DE
CARNE”**

**Presentada por:
MARILUZ ANGELA VÁSQUEZ CCOLLQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE UN
SIMBIÓTICO COMERCIAL EN DIETAS DE POLLOS DE
CARNE”

Presentado por:

MARILUZ ANGELA VÁSQUEZ CCOLLQUE

Tesis para optar el título de
INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentado y Aprobado ante el siguiente Jurado:

Dr. Carlos Vílchez Perales
Presidente

Dr. Víctor Guevara Carrasco
Miembro

Ing. Marcial Cumpa Gavidia
Miembro

Ing. Víctor Vergara Rubín
Patrocinador

DEDICATORIA

Con cariño a mi madre Victoria, porque mis logros son tuyos, a mis hermanos Nathaly y Alfredo, y a mi madrina Ruth que desde el cielo guió mis pasos para cumplir una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme la vida y ser mi fortaleza.
- A mi madre Victoria, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.
- A mis hermanos, Nathaly y Alfredo por su apoyo incondicional durante mi etapa universitaria y durante el desarrollo del presente trabajo.
- A mis padrinos Miguel y Ruth, por ser partícipes de mi formación, así como fuente de motivación.
- Al Ing. Víctor Vergara Rubín por su asesoría y apoyo durante el tiempo que duró la ejecución, redacción y sustentación de la tesis.
- A la Planta de Alimentos Balanceados “La Molina” por la elaboración del alimento para la investigación.
- A La Universidad Nacional Agraria la Molina y la Facultad de Zootecnia por permitirme utilizar sus instalaciones para el desarrollo de la presente investigación.
- A los miembros del jurado por sus consejos durante toda la ejecución de mi trabajo.
- Al Ing. Roberto Camacho Cuya por el apoyo y motivación durante el desarrollo de la investigación.
- A mis compañeros y amigos, quienes me acompañaron y apoyaron en esta etapa de investigación.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Promotores de crecimiento	2
2.2 Probióticos	2
2.2.1 Principales probióticos	4
2.3 Prebióticos	4
2.4 Prebióticos de uso frecuente	5
2.4.1 Manano oligosacáridos (MOS)	5
2.4.2 Fructo oligosacárido (FOS)	6
2.5 Contenido nutricional del simbiótico comercial	6
2.5.1 Levaduras	6
2.5.2 Bacterias acidolácticas	7
2.6 Microflora intestinal	8
2.7 Intestino delgado	9
2.7.1 Desarrollo del tracto intestinal	9
2.7.2 Estructura del intestino delgado	9
III. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Lugar y periodo de ejecución	12
3.2 Animales experimentales	12
3.3 Instalaciones, materiales y equipos	12
3.3.1 Instalaciones	12
3.3.2 Materiales y equipos	13
3.4 Producto a evaluar	13
3.5 Tratamientos	14

3.6	Dietas experimentales	14
3.7	Manejo experimental	14
3.8	Parámetros evaluados	18
3.8.1	Parámetros productivo	18
3.8.2	Morfometría intestinal	19
3.9	Análisis estadístico	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1	Parámetros productivos	22
4.1.1	Peso vivo y ganancia de peso	22
4.1.2	Consumo de alimento	24
4.1.3	Conversión alimenticia	24
4.1.4	Retribución económica	25
4.1.5	Morfometría intestinal	27
4.1.5.1	Altura de vellosidad	27
4.1.5.2	Profundidad de cripta	28
4.1.5.3	Grosor de vellosidad	29
4.1.5.4	Área de vellosidad intestinal	30
4.1.5.5	Índice intestinal	30
V.	CONCLUSIONES	32
VI.	RECOMENDACIONES	33
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34
VIII.	ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Composición de las dietas de inicio y valores nutricionales (1 -21 d) para pollos Cobb-500	15
Cuadro 2: Composición de las dietas de crecimiento – acabado y sus valores nutricionales (22 – 42 d) para pollos Cobb-500	17
Cuadro 3: Efecto de los diferentes niveles de simbiótico comercial (%) sobre el desarrollo productivo en pollos de carne.	23
Cuadro 4: Análisis de la retribución económica de cada una de las dietas tratadas con respecto a la producción de carne.	25
Cuadro 5: Efecto de los diferentes niveles de simbiótico comercial (%) sobre el desarrollo de la morfometría intestinal en el pollo de engorde	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Efecto de la adición del simbiótico comercial en la altura de vellosidad intestinal	27
Figura 2: Efecto de la adición del simbiótico comercial en la profundidad de la cripta	28
Figura 3: Efecto de la adición del simbiótico comercial en el grosor de la vellosidad intestinal	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO I:	Registro del peso inicial de los pollos (g) 39
ANEXO II:	Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo de los pollos de inicio 40
ANEXO III:	Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo durante crecimiento-acabado 41
ANEXO IV:	Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo al final de la evaluación 42
ANEXO V:	Morfometría intestinal 43
ANEXO VI:	Análisis de varianza del peso 44
ANEXO VII:	Análisis de variancia de la ganancia de peso 46
ANEXO VIII:	Análisis de variancia del consumo de alimento 48
ANEXO IX:	Análisis de varianza de la conversión alimenticia 50
ANEXO X:	Análisis de varianza de la altura de vellosidad 52
ANEXO XI:	Análisis de varianza de la profundidad de cripta 52
ANEXO XII:	Análisis de varianza del grosor de vellosidad 52
ANEXO XIII:	Análisis de varianza del índice intestinal 53
ANEXO XIV:	Análisis de varianza del área de vellosidad 53
ANEXO XV:	Costo de ingredientes utilizados en la evaluación 54
ANEXO XVI:	Metodología empleada en el laboratorio para evaluación de la morfometría intestinal 55
ANEXO XVII:	Ficha y dosificación de glycozyme 57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de un simbiótico comercial en dietas para pollos de carne, durante las fases de inicio (0-21 días de edad) y crecimiento-acabado (22-42 días de edad). Se utilizaron 240 pollos BB machos, de un día de nacidos de las líneas Cobb-500, fueron distribuidos según el diseño completamente al azar (DCA), en cuatro tratamientos con tres repeticiones de 20 pollos cada uno. Se emplearon cuatro dietas: T1: dieta control, T2: Control + Simbiótico comercial 0.1%, T3: Control + Simbiótico comercial 0.3% y T4: Control + Simbiótico comercial 0.5%. Se suministró agua y alimento ad libitum. Se registró el consumo de alimento, el peso vivo, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la mortalidad. Adicionalmente se evaluó la morfometría intestinal de cada tratamiento. Se utilizó la prueba estadística de Tukey, para encontrar diferencias entre los valores promedio de los parámetros productivos determinados. La inclusión de 0.1% de simbiótico comercial en el alimento balanceado, aunque sin diferencias significativas, incrementó el peso vivo y la ganancia de peso de las aves. La retribución económica se incrementó en 7.1% al incluir 0.1% de simbiótico comercial en el alimento balanceado de pollos Cobb500, resultado debido a la mayor ganancia de peso y eficiencia alimenticia. No se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), para ninguno de los parámetros morfométricos, en comparación a la dieta control.

I INTRODUCCIÓN

Desde 2006, la Unión Europea instauró la total prohibición del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. El uso de estos productos en forma indiscriminada produjo la aparición de cepas bacterianas resistentes, proceso que se potenció por la capacidad de las bacterias de transferir la resistencia, incluso entre diferentes géneros y especies.

Los alimentos funcionales son aquellos que afectan positivamente a una o más funciones del organismo, para mantener un estado confortable y saludable o la reducción del riesgo de enfermedades. Existen evidencias basadas en la literatura científica que ubican a los probióticos con efectos funcionales. El avance en el conocimiento de que el uso de probióticos puede sustituir las terapias con antibióticos brinda una nueva alternativa menos agresiva.

El uso de probióticos en animales de producción está destinado a mejorar la conversión alimenticia, a promover el crecimiento y a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas, así mismo, los probióticos pueden, producir sustancias antimicrobianas como ácido láctico, acético y propiónico, que acidifican el medio intestinal y así crean un ambiente hostil para el desarrollo de microorganismos nocivos, los que reducen significativamente su velocidad de multiplicación y comienzan a morir, al no encontrar un ambiente adecuado.

El objetivo de la investigación fue evaluar cuatro niveles de inclusión de un simbiótico comercial en dietas de pollos Cobb-500, en niveles de 0.0, 0.1, 0.3 y 0.5%, tomando como criterio de evaluación: la conversión alimenticia, el consumo de alimento, la ganancia de peso, la retribución económica del alimento y parámetros morfométricos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Promotores de crecimiento

Los promotores de crecimiento forman parte de los aditivos alimentarios usados de manera continua dentro de la industria animal. El uso de estos aditivos; en general, responde a la mejora del sabor u otras características organolépticas de las materias primas, alimentos o productos animales; también permite prevenir ciertas enfermedades y por ende obtener mejores parámetros productivos dentro de la crianza animal (Carro y Ranilla, 2002).

Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso. Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica. Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos), reducciones en el ritmo de tránsito de la digesta, aumentos en la absorción de algunos nutrientes (p.e. vitaminas) y reducciones en la producción de amoníaco, aminos tóxicos y a -toxinas (Rosen, 2007).

2.2 Probióticos

La FAO (2012) define a los probióticos como microorganismos vivos, los cuales al ser administrados en de manera adecuada, confieren efectos positivos en la salud del hospedador. Se caracterizan por ser productos naturales que, al ser utilizados como promotores del crecimiento en los animales, permiten obtener mayores rendimientos, mejoran la resistencia inmunológica y reducen la cantidad de patógenos en el tracto gastrointestinal (TGI) (Milián *et al.* 2008).

Para considerar a un determinado organismo dentro del grupo de los probióticos, éste, debe estar adecuadamente caracterizado de acuerdo a su composición fenotípica y genotípica, además entre sus características debe presentar resistencia a la acidez gástrica y a la bilis, la adhesión al epitelio intestinal y la resistencia a lisozima (Tuomola et al. 2011).

Los mecanismos de acción de los probióticos dentro del organismo animal son diversos; los beneficios de su uso, expresados por medio de la producción y sanidad del ave, devienen principalmente de sus efectos sobre la estimulación de la inmunidad, la producción de sustancias antimicrobianas, la competencia por la adhesión en los receptores de las células epiteliales y por nutrientes, entre otros (Patterson y Burkholder 2008).

Cada uno de estos procesos desencadena una serie de reacciones en el cuerpo del hospedero, así, en el caso de la estimulación del sistema inmunitario se genera una mayor actividad de macrófagos y una mayor capacidad para fagocitar partículas de microorganismos, incrementando la producción de inmunoglobulinas G y M e interferón γ , y aumentando los anticuerpos locales en las superficies mucosas como las inmunoglobulinas A (Ahmad 2006).

La producción de sustancias antimicrobianas tiene efectos inhibitorios sobre los microorganismos indeseables, lo que podría deberse a la producción de diferentes metabolitos como peróxido de hidrógeno (H_2O_2), diacetilo, bacteriocinas y ácidos orgánicos (Requena y Revisión 1995). Los probióticos pueden, además, producir sustancias antimicrobianas como ácido láctico, acético y propiónico, que acidifican el medio intestinal y así crean un ambiente hostil para el desarrollo de microorganismos nocivos (Fuller, 1989).

Por su parte la competencia por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y por nutrientes está referida a la capacidad de las bacterias probióticas de competir con microorganismos patógenos por nutrientes y por un lugar en la pared intestinal para fijarse exitosamente en el epitelio (Patterson y Burkholder 2008).

A su vez, el comportamiento animal en respuesta a la adición de probióticos está influenciado por múltiples factores, entre los cuales se encuentran la edad, la raza, el tipo de explotación, el uso de antibióticos, el estrés y el ambiente de la crianza, por lo que considerar estos factores es un punto crítico antes de utilizar estos productos (Fox 1994).

Samaniego y Sosa (2000) indican que entre los beneficios potenciales del uso de bacterias probióticas se favorece la producción de nutrientes de especial importancia para la mucosa

intestinal, tales como ácidos grasos, particularmente los de cadena corta y aminoácidos como: arginina, glutamina y cisteína. Asimismo, se generan ciertos micronutrientes como las vitaminas del complejo B, antioxidantes y aminos; se estimula el sistema de defensa inmunointestinal, referido como sistema de tejido linfoide asociado al tracto; se eliminan toxinas y sustancias innecesarias del lumen; entre otros.

2.2.1 Principales probióticos

De acuerdo con (Jaramillo et al. 2010) los microorganismos probióticos de uso frecuente en la alimentación animal están conformados por diferentes cepas bacterianas y hongos. En referencia a las primeras, las cepas que destacan son: *Bacillus cereus*, *Bacillus cereus toyoi*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus faciminis*, *Pediococcus acidalactici*.

De manera similar, entre las levaduras probióticas se destacan *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii*, *Cryptococcus curvatus*, *Candida utilis* y *Torula utilis*. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido catalogada como un microorganismo seguro por la Unión Europea y otros países como Japón y Estados Unidos (Nitta y Kobayashi 1999).

2.3 Prebióticos

Los prebióticos se definen en general como ‘ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una de las especies de bacterias que están ya establecidas en el colon, o de un número limitado de ellas, y por consiguiente mejoran de hecho la salud del huésped’ (Gibson y Roberfroid 2012).

Los microorganismos utilizados contantemente en la alimentación como promotores del crecimiento, ha brindado una gran variedad de resultado expresados en parámetros productivos. La causa posible puede deberse a las cepas usadas, la cantidad y calidad de la dosis, composición de la dieta, manejo de la alimentación, etc. (Aa Kühle et al. 2005).

Requisitos de los prebióticos

Para Schrezenmeir y De Vrese (2001), deben reunir los siguientes requisitos: no ser hidrolizados o absorbidos en la parte superior del tracto gastrointestinal; ser un sustrato

selectivo, para uno o un número limitado de bacterias intestinales beneficiosas, como *Lactobacillus spp.* Y *Bifidobacterium spp.*

2.4 Prebióticos de uso frecuente

2.4.1 Manano oligosacáridos (MOS)

Los MOS son complejos de azúcares constituidos por un reducido número de monosacáridos de glucosa, fructuosa y manosa, derivados de la pared celular de cepas de levaduras y cuya actividad al añadir este compuesto a las dietas en la producción animal influye sobre el sistema inmunológico y la microflora intestinal, ligando gran cantidad de micotoxinas y favoreciendo por ende la preservación de la superficie de absorción a nivel del intestino (Franco y Alsina 2010).

Su utilización en pollos de carne reporta resultados similares para los parámetros productivos de peso y conversión alimenticia tanto con el uso de los manano oligosacáridos, así como con el uso de los antibióticos, así mismo, ya sea con el uso de antibióticos o de manano oligosacáridos, se han obtenido mejores respuestas productivas respecto a los animales en los que no se ha usado ninguno de los compuestos mencionados (Curiquen y Gonzales, 2005).

Del mismo modo, también se reportan resultados no significativos en pollos parrilleros con la inclusión en la dieta de manano oligosacáridos, respecto a los parámetros de peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y ganancia de peso, así mismo, no se encontraron efectos en el peso y rendimiento de la canal, lesiones en la mucosa intestinal y la relación de Heterófilos y Linfocitos (H:L) ((Medina et al. 2014).

Estudios similares sobre la inclusión ya sea en forma conjunta o por separado de manano oligosacárido y de la bacitracina de zinc en las dietas de pollos de engorde, pese a no mostrar diferencias estadísticas significativas respecto a los tratamientos en los que no se utilizó ninguno de los compuestos mencionados, presentaron un mejor comportamiento en cuanto a parámetros productivos tales como consumo, ganancia de peso, mortalidad, eficiencia y conversión alimenticia (Sarmiento y Guerra, 2011).

2.4.2 Fructo oligosacárido (FOS)

Los FOS son oligosacáridos que se obtienen por hidrólisis de la inulina presente en productos vegetales, o mediante transfructosilación enzimática, a partir de sacarosa, utilizando fructosiltransferasas. Por hidrólisis parcial utilizando endo-inulinasas, se obtiene oligofructosa (FOS) que es una mezcla de fructanos, con una estructura GF_n o FF_n que pueden presentar un DP de 2 a 7 con un promedio de 4. Los FOS, obtenidos por síntesis enzimática utilizando sacarosa, son una mezcla de fructanos, con una estructura GF_n y en este caso los enlaces glicosídicos pueden ser β -(2→1) o del tipo β -(2→6)¹³. Actualmente está aceptado que la inulina y los FOS no se degradan ni se absorben en el tracto gastrointestinal superior de tal forma que llegan intactos al colon donde son metabolizados por la microbiota intestinal.

2.5 Contenido nutricional del simbiótico comercial

2.5.1 Levaduras

Según Gamboa (2014) las levaduras son hongos unicelulares con tamaños de 3 a 40 micrómetros, por lo que no es posible verlas a simple vista, solamente en conjunto formando agregados. Su tiempo de reproducción varía entre especies y es de 2 a 3 horas en las condiciones de crecimiento más favorables. Se conocen alrededor de 500 especies de levaduras y fueron identificadas por primera ocasión por su capacidad de fermentación por Louis Pasteur en 1857.

Estos microorganismos además de presentar un perfil de aminoácidos de muy alto valor biológico, ejercen efectos parahormonales que mejoran el sistema inmunológico. Dentro de sus componentes estructurales destaca su pared celular (PCL) la cual se encuentra constituida por los polisacáridos de tipo (1,3/1,6) β -glucanos y manano-proteínas; de estas estructuras se menciona que pueden ejercer efectos de fijación de bacterias patógenas digestivas y de estimulación del sistema inmune .(Fonseca et al. 2010)

Dentro de la industria pecuaria, destaca la levadura de *S. cerevisiae*, su uso en la alimentación animal se remonta a varias décadas, pudiendo ser utilizadas como aditivos dado que en las condiciones adecuadas pueden ejercer efectos similares a bacterias probióticas (Leeson 2006)

De acuerdo con (Lázaro 2008), estos microorganismos tienen efecto anti-adhesivos contra patógenos, estimulan la inmunidad no específica del animal, asimismo, inhiben la actividad de las toxinas y el efecto antagonista contra microorganismos patógenos.

Por su parte Nilson et al. (2004) sugiere que las mejoras observadas en la productividad y salud de los animales que consumen levaduras podrían estar asociadas a efectos de tipos directos e indirectos. Como efectos directos podríamos incluir los de tipo nutricional, y en concreto a los ejercicios por los diversos nutrientes presentes en las células de levadura como proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos y péptidos, que pueden ser utilizados por el individuo cuando la levadura muere.

Asimismo, son igualmente notorios los efectos derivados del uso de ciertos componentes de estos organismos, estudios en los que se han utilizado PCL de tipo MOS de *Saccharomyces cerevisiae* en dietas de pollos de engorde sugieren que los beneficios encontrados por su utilización fueron de alrededor de +1.61% peso vivo y -1.99% del índice de conversión (Hooge, 2004), o de +1.5% peso vivo y -2.1% del índice de conversión (Rosen 1995).

2.5.2 Bacterias acidolácticas

Según (Jaramillo et al. 2010)Jaramillo (2010), los probióticos más empleados son las bacterias capaces de producir ácido láctico, como *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. bulgaricus*, *L. reuterii*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. animalis*, *Streptococcus salivarius subespecie thermophilus* y *Saccharomyces boulardii*.

Nava (2008), menciona que la capacidad de las bacterias lácticas para inhibir el crecimiento de otros organismos en cultivos mixtos ha sido observada durante más de 70 años, lo que comúnmente se ha llamado antagonismo láctico. La reducción de pH y la utilización de los carbohidratos disponibles parecen constituir el principal mecanismo de antagonismo microbiano. No obstante, también se conoce que las bacterias lácticas producen además de ácidos orgánicos, peróxido de hidrogeno, radicales libres, diacetilo, acetaldehído, isómeros D de los aminoácidos, antibióticos y bacteriocinas.

Havenaar et al. (1992), plantea que entre las principales características de las bacterias ácido lácticas que las distinguen como aditivos alimentarios se tiene a su elevada producción de ácido láctico y baja producción de acético y fórmico lo que permite un descenso del pH y la inhibición de bacterias esporuladas y microorganismos patógenos. Del mismo modo estas

bacterias producen compuestos antimicrobianos y detoxificación por degradación de compuestos nocivos de origen vegetal.

2.6 Microflora intestinal

Dentro del tracto gastrointestinal de los animales se desarrolla una amplia gama de microorganismos, los cuales compiten y coexisten por sus necesidades nutricionales y de espacio durante los procesos de colonización, establecimiento y crecimiento (Ahmad 2006). Estas bacterias interactúan con el hospedador a diferentes niveles: participando en los procesos digestivos, evitando el establecimiento de microorganismo potencialmente patógenos que puedan producirle enfermedad, produciendo metabolitos tóxicos, incrementando la tasa de renovación del epitelio digestivo y degradando la capa de mucina (Van der Klis y Jansman 2002).

En el pollo de engorde de 1 día de edad, se ha estimado que la densidad bacteriana puede ser de hasta 10^8 y 10^{10} UFC/g de digesta a nivel del íleon y ciegos respectivamente. Posterior a 3 días de edad, ocurre un incremento en las concentraciones bacterianas, pudiendo observar valores que exceden los 10^9 y 10^{11} UFC/g de contenido digestivo en el íleon y ciegos respectivamente, valores que permanecerán constantes hasta los 30 días de edad (Ahmad 2006).

Zhu et al. (2006) reportan para las secciones del duodeno al íleon, bacterias de tipo aerobias y anaerobias, incluyéndose dentro de la primera categoría predominantemente a los géneros *Streptococcus* o *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus* y *E. coli*; y en un 9 al 39% del total, bacterias anaerobias como cocos, *Eubacterium*, *Propionibacterium*, *Clostridium*, *Gemmiger* y *Fusobacterium*.

Por su parte, Lu et al. (2003), mediante estudios de la fracción 16s del ARNr bacteriano identificaron 13 géneros comunes de cepas bacterianas hospedadas a nivel del íleon y ciego, no obstante, la diferencia poblacional de estos géneros fue diferente de acuerdo a la zona de establecimiento; de esta manera, estos autores, encontraron una proporción de 65, 8 y 5% para los géneros *Clostraceae*, *Lactobacillus* y *Bacteroides*, respectivamente, a nivel del ciego del ave; mientras que a nivel del íleon, la proporción de las cepas *Clostraceae*, *Lactobacillus* fue de 11 y 67%, en ese orden.

2.7. Intestino delgado

2.7.1 Desarrollo del tracto intestinal

El tracto intestinal es un conjunto de órganos muy complejos, los cuales cumplen funciones de metabolismo, crecimiento y mantenimiento a través de la captación de nutrientes (Heinz 2000). Desde la formación, antes de la eclosión, de los pollos de granja se ve un creciente interés en la industria de la alimentación animal, nutricionistas y los productores de alimentos, por la necesidad de optimizar las funciones del aparato digestivo incluyendo los procesos de digestión y absorción de nutrientes, barrera intestinal (primera línea de defensa) y su microbiota a un nivel mínimo de empleo de nutrientes para el mantenimiento digestivo y respuesta inmune (respuesta anti-inflamatoria) para obtener los máximos beneficios en la productividad del animal (Van der Klis y Jansman 2002).

Durante el desarrollo embrionario del ave, los primeros nutrientes que requiere el feto son proporcionados por el huevo. Seguidamente tras la eclosión, el polluelo recibe en los 4 o 5 primeros días de vida cierta cantidad de nutrientes provistos por la yema, que funciona como remanente en la cavidad abdominal (Sell 2009).

A las dos semanas de edad el intestino se encuentra plenamente activo para cumplir sus funciones de digestión y absorción. El crecimiento de las vellosidades intestinales es más acelerado cinco días antes de la eclosión, alcanzando su máximo alargamiento a los seis días de edad en el duodeno y 10 días de edad en yeyuno e íleon. El volumen de las mismas alcanza su máximo crecimiento entre 10 y 15 días después de la eclosión (González 2016).

2.7.2 Estructura del intestino delgado

El intestino delgado ocupa la parte caudal de la cavidad corporal y establece relación con la molleja y los órganos reproductores. Consta de tres secciones: duodeno, yeyuno (intestino delgado proximal), íleon (intestino delgado distal). El duodeno se encarga de sintetizar el alimento y contiene los fluidos gástricos con un PH de 6; el yeyuno posee un pH de 7, conformado a su vez por 10 asas pequeñas ubicadas en la parte del mesenterio; y el íleon, con un pH característico de 7.5, posee una morfología alargada y estirada (Avila 2005).

Según menciona Furlan et al. (2002), histológicamente, el intestino delgado está compuesto por capas concéntricas funcionales, tales como: serosa, músculo longitudinal, músculo

circular, sub-mucosa y mucosa. Como capa más externa esta la túnica serosa estructurada de tejido conjuntivo, circunscrita por esta, se encuentra la llamada túnica muscular que tiene dos capas de músculos lisos; la capa circular externa, que está constituida por fibras musculares dispuestas longitudinalmente y la capa interna, formada por fibras musculares dispuestas de tal modo que es denominada capa circular. La submucosa está conformada por tejido conjuntivo denso y la capa de la mucosa está integrada como un tejido que reviste internamente los órganos por una película hecha de tejido conjuntivo suelto.

A su vez el mucus constituye una barrera muy selectiva, esencial para proteger la mucosa de las secreciones digestivas, de los patógenos y de las agresiones fisicoquímicas (Greenwood y Mantle 1992). Los microorganismos del huésped y las inmunoglobulinas se encuentran integradas en el mucus. Además, la renovación continua de esta barrera física creada por las células de la mucosa, previene la fijación de microorganismos patógenos a la superficie epitelial. Así, los cambios de las propiedades fisicoquímicas del mucus, causadas por factores externos al lumen intestinal o por vía de la mucosa pueden aumentar la resistencia a las infecciones y alterar la absorción de nutrientes.

En el lumen intestinal del ave se conoce que la mucosa intestinal presenta unos pliegues microscópicos conocidos como vellosidades que proporcionan una mayor área de absorción intestinal (Furlan et al., 2002). El tamaño y forma de las vellosidades intestinales varían a lo largo del intestino, así en el duodeno son de tamaño medio, largo y en forma de dedos, en el yeyuno e íleon pueden presentarse como laminas superpuestas y paralelas. A causa de la diferencia de los cilios y el grosor de la túnica muscular, las tres capas del intestino delgado presentan diferencias en cuanto al espesor de sus paredes; así la del íleo es más gruesa que la del yeyuno, y esta a su vez es más gruesa que la del duodeno. Furlan et al. (2002)

Según estudios se ha determinado que el aumento de vellosidades en el intestino genera el incremento del número de criptas de Lieberkühn, las cuales conforman las estructuras glandulares y tubulares que se encuentran en la mucosa de las vellosidades; que además poseen en su base las llamadas células de Paneth. Estas se encargan de la secreción del jugo entérico, responsable de la digestión final de los alimentos, transformando los polipéptidos en aminoácidos libres, los disacáridos en monosacáridos y las grasas en glicerina y ácido graso (Franco y Alsina 2010).

Del mismo modo Macari y Luquetti (2004) afirman que la capacidad absorbente de cada segmento del intestino delgado, será directamente proporcional al número de vellosidades, a más de las vellosidades y área superficial disponible para absorción. Por otro lado, Touchette y Alle (1999) mencionan que los factores que pueden mejorar la salud intestinal no siempre suponen la mejora del rendimiento productivo.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar y periodo de ejecución

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social de la Granja de Aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en la avenida la Molina s/n, distrito de la Molina, en el departamento de Lima – Perú.

La evaluación experimental se realizó durante 42 días, empezó desde el 16 de septiembre hasta el 29 de octubre del 2016.

3.2 Animales experimentales

Se utilizaron 240 pollos machos de un día de edad de la línea Cobb-500 (Anexo 1). Estos animales fueron distribuidos al azar en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, haciendo un total de 12 unidades experimentales de 20 pollos cada una.

3.3 Instalaciones, materiales y equipos

3.3.1 Instalaciones

El ensayo biológico fue conducido según el sistema tradicional de crianza para pollos de carne, para lo cual se acondicionó un galpón con 12 unidades experimentales en el cual se realizó tanto la crianza de los animales en las etapas de inicio y de crecimiento - acabado.

La preparación de las dietas se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados “*La Molina*” del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la facultad de Zootecnia.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.3.2 Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en el presente estudio fueron:

Para la evaluación de los parámetros productivos:

- Termómetro ambiental
- Campanas de calefacción a gas
- Viruta
- Comederos de bandeja
- Comederos tipo tolva
- Bebederos tipo tongo
- Bebederos lineales
- Balanza digital
- Tacho de agua de 200 litros
- Cámara fotográfica
- Materiales de limpieza

Para la evaluación de la morfometría intestinal se utilizó:

- Formol al 10% solución fijadora del tejido
- Envases rotulados
- Tijeras y guantes quirúrgicos
- Balanza electrónica
- Envases de plástico y plumones para identificar y separar las aves
- Alcohol de 70°, 95° y 100°

3.4 Producto a evaluar

El producto evaluado fue GLYCOZYME™, simbiótico comercial cuya composición es:

- *Lactobacillus plantarum* <math><1.0 \times 10^7</math>cfu/g
- *Bacillus subtilis* <math><1.0 \times 10^7</math>cfu/g
- *Saccharomyces cerevisiae* <math><1.0 \times 10^7</math>cfu/g
- Azúcar total 20%
- Monosacáridos 14%
- Otros ingredientes: salvado de arroz, salvado de trigo, cloruro de potasio y carbonato de sodio.

3.5 Tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos con adición del simbiótico comercial, las cuales se muestran a continuación:

- Tratamiento 1: dieta basal, sin simbiótico comercial (Control)
- Tratamiento 2: dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial
- Tratamiento 3: dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial
- Tratamiento 4: dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial

3.6 Dietas experimentales

Se preparó una dieta basal para las fases de inicio y crecimiento-acabado (Cuadros 1 y 2) a la cual se le agrego el simbiótico comercial, en diferentes niveles (0%, 0.1%, 0.3%, y 0.5%), obteniéndose cuatro dietas experimentales. Se formuló la dieta utilizando programación lineal al mínimo costo, la cual cubrió los requerimientos nutricionales recomendados por el manual del Cobb-500 (Anexo 2).

3.7 Manejo experimental

3.7.1 Etapa de producción

La evaluación se realizó durante 42 días, con dos fases de alimentación. Las aves se alojaron en un área de 120 m² durante toda la crianza. Las fases de alimentación fueron: fase inicio (0 – 21 días) y fase crecimiento - acabado (22 – 42 días).

La primera etapa comenzó desde el día de llegada de las aves hasta los 21 días de edad, se emplearon tres criadoras metálicas con calefacción a gas controladas manualmente, la temperatura y humedad se determinó utilizando termómetro ambiental, se manejaron 12 unidades experimentales de 4 m² acondicionadas con cama de viruta de (5 cm de altura), la cual fue removida diariamente. Asimismo, las unidades experimentales estuvieron equipadas con un comedero bandeja y con bebedero tipo tongo hasta los 7 primeros días, posteriormente se utilizaron comederos tipo tolva y bebederos lineales. Se acondiciono un microclima con cortinas de rafia desde el primer día.

Cuadro 1: Composición de las dietas de inicio y valores nutricionales (1 -21 d) para pollos Cobb-500

INGREDIENTES	Nivel de inclusión del simbiótico comercial			
	0% simbiótico	0.1% simbiótico	0.3% simbiótico	0.5% simbiótico
Maíz	58	58	58	58
Torta de soya 47	35	35	35	35
Aceite de soya	2.5	2.5	2.5	2.5
Fosfato dicalcico	1.76	1.76	1.76	1.76
Carbonato de calcio	1.12	1.12	1.12	1.12
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5
DL - metionina	0.28	0.28	0.28	0.28
L - lisina	0.17	0.17	0.17	0.17
Premezcla de vit-minerales	0.15	0.15	0.15	0.15
Cl. Colina 60	0.15	0.15	0.15	0.15
Anticoccidial	0.1	0.1	0.1	0.1
Inhibidor de hongos	0.08	0.08	0.08	0.08
Micosecuestante	0.2	0.2	0.2	0.2
Simbiótico comercial	0	0.1	0.3	0.5
Total (Kg)	100	100	100	100
Contenido nutricional estimado				
Materia seca %	88.26	88.26	88.26	88.26
Proteína %	22.08	22.08	22.08	22.08
Fibra %	2.86	2.86	2.86	2.86
Grasa %	4.92	4.92	4.92	4.92
EM aves, Mcal/kg	3.05	3.05	3.05	3.05
Lisina %	1.32	1.32	1.32	1.32
Metionina %	0.62	0.62	0.62	0.62
Met- Cist. %	0.98	0.98	0.98	0.98

Arginina %	1.5	1.5	1.5	1.5
Treonina %	0.86	0.86	0.86	0.86
Triptófano %	0.31	0.31	0.31	0.31
Valina %	1.08	1.08	1.08	1.08
Fosf. total	0.7	0.7	0.7	0.7
Fosforo disponible %	0.45	0.45	0.45	0.45
Calcio %	0.9	0.9	0.9	0.9
Sodio %	0.21	0.21	0.21	0.21
Ácido linol. %	2.72	2.72	2.72	2.72

La etapa de crecimiento - acabado comenzó desde los 22 a los 42 días de edad. Se mantuvieron los equipos de la etapa de inicio. Otros equipos a usar fueron una balanza digital de precisión de treinta kg de capacidad y precisión de +/- 1 gr, 2 cucharones para suministrar el alimento, un tacho de 200 L de capacidad para el agua, brocha, una libreta de apuntes, cámara fotográfica y materiales de limpieza.

En lo referente al programa sanitario, las aves a los 7 días de edad fueron vacunadas contra Gumboro y a los 21 días se vacunaron con la vacuna triple para Gumboro, Bronquitis y Newcastle por método ocular.

Cuadro 2: Composición de las dietas de crecimiento – acabado y sus valores nutricionales (22 – 42 d) para pollos Cobb-500

INGREDIENTES	Nivel de inclusión del simbiótico comercial			
	0% simbiótico	0.1% simbiótico	0.3% simbiótico	0.5% simbiótico
Maíz	57	57	57	57
Torta de soya 47	32	32	32	32
Soya extruida	5	5	5	5
Aceite de soya	2.3	2.3	2.3	2.3
Fosfato dicalcico	1.6	1.6	1.6	1.6
Carbonato de calcio	1.22	1.22	1.22	1.22
Sal	0.42	0.42	0.42	0.42
DL - metionina	0.19	0.19	0.19	0.19
Cl. Colina 60	0.12	0.12	0.12	0.12
Anticoccidial	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla de vit-minerales	0.1	0.1	0.1	0.1
Simbiótico comercial	0	0.1	0.3	0.5
Total (Kg)	100	100	100	100
Contenido nutricional estimado				
Materia seca %	88.2	88.2	88.2	88.2
Proteína %	22	22	22	22
Fibra %	3	3	3	3
Grasa %	5.52	5.52	5.52	5.52
EM aves, Mcal/kg	3.1	3.1	3.1	3.1
Lisina %	1.2	1.2	1.2	1.2
Metionina %	0.54	0.54	0.54	0.54
Met- Cist. %	0.9	0.9	0.9	0.9
Arginina %	1.51	1.51	1.51	1.51
Treonina %	0.87	0.87	0.87	0.87
Triptófano %	0.31	0.31	0.31	0.31

Valina %	1.08	1.08	1.08	1.08
Fosf. Total	0.67	0.67	0.67	0.67
Fosforo disponible %	0.42	0.42	0.42	0.42
Calcio %	0.85	0.85	0.85	0.85
Sodio %	0.18	0.18	0.18	0.18
Ácido linol. %	2.99	2.99	2.99	2.99

Morfometría intestinal

Para la evaluación morfométrica se tomó al azar 4 pollos por unidad experimental (repetición 1 y 2), a los cuales se les mantuvo en ayuno 12 horas antes de ser sacrificados. Seguidamente se obtuvo una porción histológica de la parte media craneal del duodeno (inicio del duodeno) de cada pollo.

Se colectaron segmentos de 3 cm de intestino delgado sin realizar corte longitudinal para mantener las vellosidades intactas, estas muestras fueron lavadas en formol al 10%.

Posteriormente, las muestras fueron remitidas al laboratorio de Histología, Embriología y Patología Animal de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde se procedió a realizar las mediciones del largo de vellosidad, profundidad de cripta y ancho de vellosidad, utilizando estos datos para el cálculo del área de la vellosidad (mm²) e índice intestinal.

3.8 Parámetros evaluados

3.8.1 Parámetros productivos

a. Peso vivo y ganancia de peso

Se realizó el pesado individual de todas las aves al final de cada fase de alimentación. El peso inicial se tomó a la llegada, el segundo peso se realizó a los 21 días de edad y el tercero a los 42 días (Anexos III, IV y V).

Se tomaron pesos de una muestra del 30% pollos a los 7, 14 y 35 días.

Peso promedio = $(\sum \text{pesos corporales}) / \text{Número de aves pesadas}$

b. Consumo de alimento

Se determinó el consumo al final de cada semana, por diferencias de pesos del alimento ofrecido y el residuo. (Anexos III, IV y V)

$$\text{Consumo promedio} = (\text{kilos de alimento consumido}) / \text{Número de pollos}$$

c. Conversión alimenticia acumulada

La conversión alimenticia será el resultado de la relación del consumo de alimento y la ganancia de peso corporal, se realizará al final de cada fase de alimentación. (Anexos III, IV y V)

$$\text{Conversión alimenticia acumulada} = (\text{consumo de alimento acumulado}) / \text{peso total}$$

d. Retribución económica

Se determinará en base al análisis económico de las dietas experimentales por kilogramo de peso del pollo vivo.

$$\text{Retribución económica} = \text{Ingreso T} - \text{Egreso T}$$

Donde:

$$\text{Ingreso: peso vivo (kg)} * \text{Precio de carne del pollo (S/Kg)}$$

$$\text{Egreso: consumo de alimento (Kg)} * \text{Costo total del alimento por pollo (S/Kg)}$$

3.8.2 Morfometría intestinal

a. Atura de vellosidad

Se seleccionaron vellosidades integrales y perpendiculares a la pared intestinal. El promedio de las alturas de vellosidades de las láminas histológicas, fue el promedio de la altura en cada tratamiento.

b. Grosor de vellosidad

El grosor de las vellosidades fue medido en el punto medio de la vellosidad de cada lámina. El promedio del grosor de vellosidad de las láminas histológicas, fue el promedio del grosor de vellosidades de cada tratamiento.

c. Profundidad de cripta

Se midieron las profundidades de criptas comprendidas entre las vellosidades seleccionadas para la medición de la altura de vellosidad, en cada lamina histológica. El promedio de la profundidad de las láminas histológicas fue el promedio de la profundidad de cripta de cada tratamiento.

d. Índice intestinal

Esta relación resulto de la división del promedio de la altura de vellosidad y el promedio de la profundidad de la cripta de cada lámina histológica de las unidades experimentales.

$$\text{Relación} = \frac{\text{Altura de vellosidad intestinal}}{\text{Profundidad de la cripta intestinal}}$$

e. Área de vellosidad

El área de la vellosidad fue hallada asumiendo que ésta presenta una forma cilíndrica, para lo cual fue empleada la siguiente fórmula:

$$\text{Área intestinal (mm}^2\text{)} = \frac{\pi * \text{ancho (um)} * \text{largo (um)}}{(1000) * (1000)}$$

3.9 Análisis estadístico

El diseño estadístico será un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos (nivel de inclusión del simbiótico comercial) y 3 repeticiones, se utilizará el Análisis de Variancias para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba estadística de Tukey para encontrar diferencias entre los promedios de los valores de los

parámetros productivos determinados. Para el procesamiento estadístico de los datos, se utilizó el software InfoStat versión 2017.

El modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor observado en la j-ésima unidad experimental a la que se le aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media poblacional.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto del error experimental en la j-ésima unidad experimental a la cual se le aplicó el i-ésimo tratamiento

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros productivos

4.1.1 Peso vivo y ganancia de peso

Se presentan los resultados de los pesos vivos iniciales, pesos vivos finales y ganancias de pesos totales de las aves durante el periodo de evaluación (Cuadro 3).

La comparación entre medias de los tratamientos en estudio resultó no significativa ($p > 0.05$) para los parámetros de peso vivo y ganancia de peso, tanto en el final del periodo de inicio como en el de crecimiento y acabado (ANEXO VI y VII); numéricamente, sin embargo, el tratamiento que incluyó el 0.1% del simbiótico comercial obtuvo mayores puntuaciones en ambos periodos de evaluación y en ambas variables.

Resultados similares fueron reportados por Mountzouris et al. (2007), quienes trabajando con pollos machos de la línea Cobb 500 no encontraron diferencias significativas para el peso vivo entre el grupo control y en el que se utilizó probióticos conformados por los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Enterococcus* en la concentración de 1g por cada kilogramo de alimento.

Asimismo, Morales (2007), al evaluar el efecto del hongo *Saccharomyces cerevisiae*, en concentración de 1g por Kg de alimento, sobre los parámetros productivos en pollos machos de la línea Ross, no encontró diferencias significativas entre los grupos alimentados con el aditivo y el grupo control, igualmente, las dietas en las que empleo otras levaduras o componentes de las paredes celulares de estas, obtuvieron resultados similares.

Por su parte, Timmerman et al. (2006), al estudiar el efecto de un grupo de 6 cepas comerciales del género *Lactobacillus* sobre el peso final de pollos machos de la línea Cobb-500, no encontraron diferencias significativas respecto al peso de los animales alimentados sin el uso de probióticos. Estos autores mencionan, a su vez, que a mayor productividad de los pollos de engorde se reduce el efecto del probiótico.

Cuadro 3: Efecto de los diferentes niveles de simbiótico comercial (%) sobre el desarrollo productivo en pollos de carne.

PARÁMETROS PRODUCTIVOS	Tratamientos*			
	T1	T2	T3	T5
Peso corporal (Kg)				
Inicial	0.045 ^a	0.045 ^a	0.046 ^a	0.045 ^a
Inicio (21 días)	0.822 ^a	0.835 ^a	0.833 ^a	0.834 ^a
Crecimiento y acabado (42 días)	2.660 ^a	2.798 ^a	2.727 ^a	2.689 ^a
Ganancia de peso (Kg)				
Inicio (1 - 21 días)	0.773 ^a	0.790 ^a	0.787 ^a	0.788 ^a
Crecimiento y acabado (22 - 42 días)	1.841 ^a	1.963 ^a	1.894 ^a	1.854 ^a
Acumulado (1 - 42 días)	2.614 ^a	2.753 ^a	2.681 ^a	2.643 ^a
Consumo de alimento (Kg)				
Inicio (1 - 21 días)	1.010 ^a	1.029 ^a	1.028 ^a	1.030 ^a
Crecimiento y acabado (22 - 42 días)	3.005 ^a	3.117 ^a	3.009 ^a	2.996 ^a
Acumulado (1 - 42 días)	4.015 ^a	4.147 ^a	4.037 ^a	4.026 ^a
Conversión alimentaria				
Inicio (1 - 21 días)	1.305 ^a	1.303 ^a	1.028 ^a	1.030 ^a
Crecimiento y acabado (22 - 42 días)	1.633 ^a	1.588 ^a	1.591 ^a	1.616 ^a
Acumulado (1 - 42 días)	1.536 ^a	1.506 ^a	1.506 ^a	1.535 ^a

Valores son promedio, Probabilidad < 0.05 indica un resultado significativo a un nivel de confianza del 95%.

^a Valores dentro de una columna con superíndice común no difieren significativamente (p>0.05)

* Tratamientos: T1: (dieta basal, sin simbiótico comercial); T2: (dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial); T3: (dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial); T4: (dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial).

4.1.2 Consumo de alimento

De acuerdo con el análisis estadístico (Anexo VIII), el consumo evaluado en el ensayo biológico no presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para ninguno de los tratamientos; sin embargo, la adición de 0.1% del simbiótico comercial (tratamiento 2) resultó en un mayor valor respecto a los demás tratamientos.

Estos resultados son similares a los que reportan Arce et al. (2008), en cuya investigación al hacer uso de *Saccharomyces cerevisiae* en un nivel de 0.05% de inclusión sobre la dieta de pollos de engorde de la línea Ross, no encontraron diferencias significativas para el consumo entre el grupo de prueba y el grupo control; sin embargo, la inclusión del aditivo resultó en un mayor valor numérico para el parámetro evaluado.

Timmerman et al. (2006) también reportan diferencias no significativas en estudios en los que se comparó el consumo de alimento en pollos de engorde con y sin suplemento de probióticos. De acuerdo con estos autores, en pollos de carne que presenten un alto índice de productividad, las diferencias por el uso de probióticos son mínimas.

4.1.3 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia, no presentó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), durante la evaluación; no obstante, numéricamente se observa una mejora de 2% al incluir 0.1% y 0.3% de simbiótico comercial en el alimento balanceado (Cuadro 3).

Estos resultados fueron similares a los reportados por Appelt et al. (2010), quienes igualmente no encontraron resultados significativos con la inclusión de 0.05; 0.1; 0.15 y 0.20% de probióticos de las especies *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis* en la dieta de pollos de engorde la línea Cobb 500. Sin embargo, durante el periodo de inicio, estos autores, sí reportan diferencias significativas entre el grupo control y los otros tratamientos que se les adiciono el probiótico, asimismo, esta conversión, tanto en los periodos de inicio y crecimiento-acabado, resultó mejor con el uso de probióticos.

4.1.4 Retribución económica

En el presente estudio se calculó la retribución económica del alimento en función de la cantidad de carne producida y de alimento consumido en el tiempo que duró el experimento. Se determinó que la inclusión de 0.1% de simbiótico comercial incrementó en 7.1% la retribución económica. Se consideró la retribución económica por Kg de carne producido, teniendo en cuenta que el precio por Kg de carne es de S/ 8.00 (noviembre 2016) y el costo del alimento fue en base al precio de los ingredientes actuales.

Cuadro 4: Análisis de la retribución económica de cada una de las dietas tratadas con respecto a la producción de carne.

RUBRO	Nivel de inclusión del simbiótico comercial			
	Control	Control + 0.1% simbiótico	Control + 0.3% simbiótico	Control + 0.5% simbiótico
INGRESOS				
Peso promedio de 1 - 42 días (Kg)	2.660	2.798	2.727	2.689
Peso promedio de pollo beneficiado sin menudencia	2.205	2.348	2.282	2.233
Pollo beneficiado sin menudencia, %	82.92	83.92	83.69	83.06
Precio de pollo beneficiado sin menudencia (S/. /Kg)	8.00	8.00	8.00	8.00
TOTAL DE INGRESOS	17.64	18.78	18.26	17.86
EGRESOS				
Consumo de alimento inicio (Kg/pollo)	1.010	1.029	1.028	1.030
Costo de alimento (S/. x Kg)	1.62	1.65	1.68	1.71
Consumo de alimento en el crecimiento y acabado (Kg/pollo)	3.005	3.117	3.009	2.996
Costo de alimento (S/. x Kg)	1.52	1.55	1.61	1.68

COSTO ALIMENTACIÓN	DE	6.204	6.530	6.571	6.794
---------------------------	-----------	-------	-------	-------	-------

RETRIBUCIÓN ECONÓMICA

Por pollo beneficiado sin menudencia (S/.)	11.44	12.25	11.69	11.07
Retribución económica relativa (%)	100	107.1	102.2	96.8

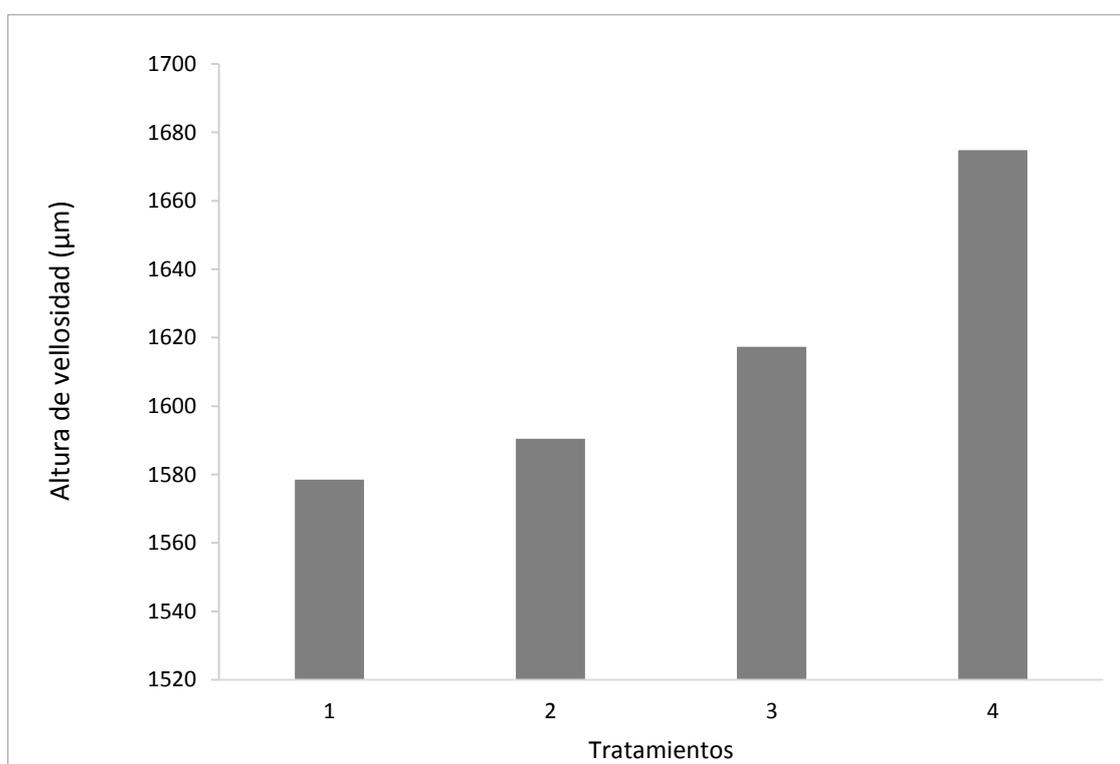
Fuente: elaboración propia (2018).

4.1.5 Morfometría intestinal

4.1.5.1 Altura de vellosidad

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para la altura de las vellosidades intestinales (Cuadro 5), no obstante, de manera numérica, el tratamiento en el que se empleó 0.5% del simbiótico comercial las vellosidades resultaron 6.1% más largas que las del grupo control, observándose, además, que a mayor nivel de simbiótico en la dieta, se tuvo ligeras diferencias en los promedios de largo del largo de vellosidades (Figura 1).

Figura 1: Efecto de la adición del simbiótico comercial en la altura de vellosidad intestinal



Tratamientos: T1: (dieta basal, sin simbiótico comercial); T2: (dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial); T3: (dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial); T4: (dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial).

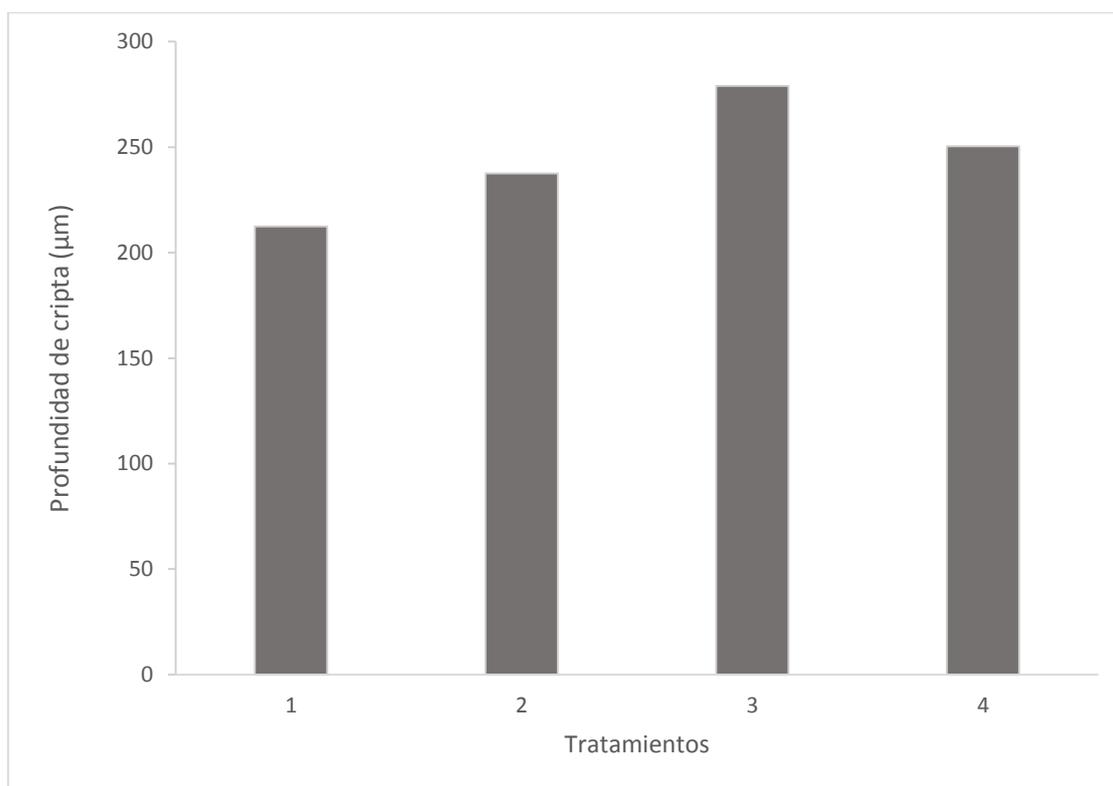
De cierta forma, los resultados encontrados concuerdan con Barrera et al. (2014), quienes evaluando el uso de un probiótico comercial en pollos machos de engorde de la línea Ross, sí encontraron diferencias significativas para la longitud de las vellosidades intestinales a favor del grupo que se le adicionó el probiótico. De manera similar, Fonseca et al. (2010), trabajando con pollos machos Cobb, reporta diferencias significativas en cuanto al largo de vellosidad a favor de los animales alimentados con un aditivo probiótico compuesto por cepas de *Lactobacillus* y *Enterococcus*.

Por su parte López et al. (2008) , reporta resultados no significativos para la longitud de la vellosidad intestinal para todos de los segmentos (duodeno, yeyuno e íleon) del intestino delgado que fueron evaluados. El porcentaje de inclusión del probiótico en la dieta de los pollos, fue de 0.5%, el cual estuvo principalmente compuesto por levaduras del género *Saccharomyces sp.*

4.5.1.2 Profundidad de cripta

Respecto a la profundidad de cripta, bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, no se encontraron diferencias significativas con ninguno de los tratamientos evaluados. Se observa, sin embargo, que las medias de los tratamientos que incluyeron el simbiótico comercial en la dieta de los animales, son mayores numéricamente al grupo control (Figura 2).

Figura 2: Efecto de la adición del simbiótico comercial en la profundidad de la cripta



Tratamientos: T1: (dieta basal, sin simbiótico comercial); T2: (dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial); T3: (dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial); T4: (dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial).

Los resultados encontrados para el presente estudio, concuerdan con Leone et al. (2003), quienes trabajando con pollos de engorde machos de la línea Cobb, no encontraron

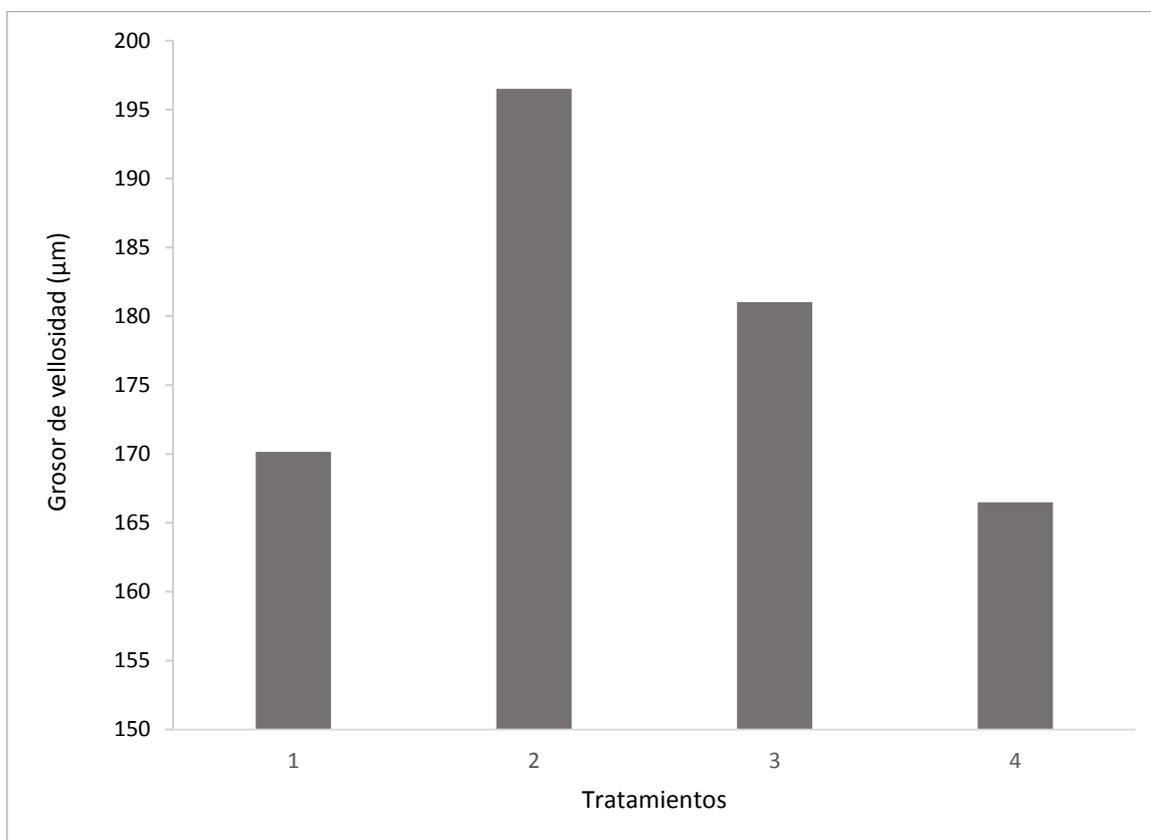
diferencias significativas entre el grupo control y los grupos que utilizaron probióticos, suministrados en el agua y/o en la ración; asimismo, los microorganismos utilizados por los citados autores, estuvieron conformados por *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en proporción de 0.05%, mientras que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue empleada en niveles de 0.2 y 0.1% para las fases de inicio y crecimiento, respectivamente.

La ausencia de resultados significativos para esta variable, también es reportado por López et al. (2008), quienes al comparar diferentes fuentes de levaduras al nivel de 0.5% en la dieta, no encontraron diferencias para la profundidad de cripta para ninguno de sus tratamientos evaluados.

4.5.1.3 Grosor de vellosidad

El grosor de vellosidad no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para ninguno de los tratamientos evaluados. Numéricamente no se observó ningún patrón en referencia a la cantidad de simbiótico comercial utilizado (Figura 3), siendo el tratamiento dos (0.1% simbiótico comercial) el que registro un mayor valor promedio en cuanto a esta variable.

Figura 3: Efecto de la adición del simbiótico comercial en el grosor de la vellosidad intestinal



Tratamientos: T1: (dieta basal, sin simbiótico comercial); T2: (dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial); T3: (dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial); T4: (dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial).

Estos resultados, sin embargo, difieren de lo reportado por Leone et al. (2003), quienes encontraron diferencias significativas en el grosor de vellosidad entre los animales que sí recibieron probióticos y aquellos que no; no obstante, estas diferencias fueron determinadas únicamente a nivel del duodeno y no en los sectores del yeyuno e íleon.

Por su parte, Arce et al. (2008), registra resultados similares a los que se encontraron en el presente experimento, no habiendo registrado diferencias significativas, con respecto a la variable en mención, entre los grupos de pollos que recibieron suplementos probióticos y aquellos que no.

4.5.1.4 Área de vellosidad intestinal

En lo referente a este parámetro, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para ninguno de los tratamientos. De manera numérica, sin embargo, se obtuvo una mayor área de vellosidad con el tratamiento dos (0.1% de simbiótico comercial).

4.5.1.5 Índice intestinal

El índice intestinal determinado en cada uno de los tratamientos del ensayo biológico no evidenció diferencias significativas ($P > 0.05$) para las condiciones en las que se realizó el estudio. Asimismo, a un nivel no estadístico, el tratamiento control presentó el mayor valor de la relación longitud de vellosidad y profundidad de cripta.

Cuadro 5: Efecto de los diferentes niveles de simbiótico comercial (%) sobre el desarrollo de la morfometría intestinal en el pollo de engorde

Tratamientos*	Altura de vellosidad (μm)	Grosor de vellosidad (μm)	Profundidad de la cripta (μm)	Área de vellosidad (mm^2)	Índice intestinal
T1	1578.5 ^a	170.15 ^a	212.5 ^a	0.84 ^a	7.43 ^a
T2	1590.5 ^a	196.5 ^a	237.5 ^a	0.99 ^a	6.70 ^a
T3	1617.32 ^a	181.03 ^a	278.97 ^a	0.88 ^a	5.63 ^a
T4	1674.8 ^a	166.5 ^a	250.5 ^a	0.88 ^a	6.69 ^a

Valores son promedio, Probabilidad < 0.05 indica un resultado significativo un nivel de confianza del 95%.

^a Valores dentro de una columna con superíndice común no difieren significativamente ($p > 0.05$)

* Tratamientos: T1: (dieta basal, sin simbiótico comercial); T2: (dieta basal, con 0.1% de simbiótico comercial); T3: (dieta basal, con 0.3% de simbiótico comercial); T4: (dieta basal, con 0.5% de simbiótico comercial).

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se ha llevado a cabo el presente estudio se puede llegar a las siguientes conclusiones.

1. La inclusión del simbiótico comercial en los niveles de 0.1 y 0.3 y 0.5% en la dieta de los pollos de engorde no presentó diferencias significativas en cuanto a los parámetros productivos analizados.
2. No se encontraron diferencias significativas a nivel de los parámetros morfométricos para los niveles utilizados de simbiótico comercial.
3. La retribución económica se incrementó en 7.1% al incluir 0.1% de simbiótico comercial en el alimento balanceado de pollos Cobb500, resultado debido a la mayor ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

VI. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se ha llevado a cabo el presente estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. Se recomienda incluir 0.1% de simbiótico comercial en el alimento balanceado de inicio, crecimiento y acabado para pollos machos Cobb500, ya que mejora la retribución económica.
2. Se recomienda evaluar el simbiótico comercial en sistemas de crianza mixtos y otras líneas de pollos de carne.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aa Kühle, A; Skovgaard, K; Jespersen, L. 2005. In vitro screening of probiotic properties of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and food-borne *Saccharomyces cerevisiae* strains. *International journal of food microbiology* 101(1):29-39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.10.039>.

AFRC, RF. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 66(5):365-378. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x>.

Ahmad, I. 2006. Effect of probiotics on broilers performance. *International Journal of Poultry Science* 5(6):593-597. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijps.2006.593.597>.

Appelt, MD; Nunes, RV; Pozza, PC; Mozer, WT; Venturi, I; Garcia, C; Nunes, V. 2010. *Revista Brasileira de Zootecnia* Níveis de probiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte Levels of probiotics in animal and vegetal origin feed for broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(4):765-771.

Arce, J; Ávila, E; López, C. 2008. Performance parameters and morphological changes in intestinal villi of broilers at 21 days of age by the inclusion of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. *Veterinaria Mexico* 39(2):223-228.

Avila, E. 2005. *Alimentación de las aves*. 2 ed. Mexico, Editorial Trillas S.A.

Barrera, MH; Rodríguez, SP; Torres, G. 2014. Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno y parámetros zootécnicos en pollo de engorde (en línea). *Orinoquia* 18(2). DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21071/az.v65i249.441>.

FAOSTAT. 2012. *Datos sobre la alimentacion y agricultura*.

Fonseca, BB; Beletti, ME; Silva, MS da; Silva, PL da; Duarte, IN; Rossi, DA. 2010. Microbiota of the cecum, ileum morphometry, pH of the crop and performance of broiler chickens supplemented with probiotics (en línea). *Revista Brasileira de Zootecnia* 39(8):1756-1760. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000800018>.

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

Franco, J; Alsina, S. 2010. Cambios morfológicos en vellosidades intestinales, en pollos de engorde alimentados a partir de los 21 días con una dieta que incluyó el 10% de microorganismos eficientes. *Revista Citecsa: Revista para la difusión y divulgación de avances de investigación* 1:40-46.

Furlan, R; Marcari, M; Gonzalez, E. 2002. Estructura funcional del tracto digestivo. En *Fisiología aviar: Aplicada en pollos de corte*. Jaboticabal: FUNEP. :75-80.

Gamboa, G. 2014. Tesis Cultivo Microbiano Casero - Autora Gabriela Gamboa. DOI: <https://doi.org/10.1109/IROS.2011.6094823>.

Gibson, G; Roberfroid, M. 2012. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *Proceedings: DMS 2012 - 18th International Conference on Distributed Multimedia Systems (August 1994)*:101-106. DOI: <https://doi.org/10.1079/NRR200479>.

González, I. 2016. EVALUACIÓN DE PROBIÓTICOS SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y LA MORFOMETRÍA DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES EN POLLOS DE ENGORDE. :31-48.

Greenwood, B; Mantle, M. 1992. Mucin and protein release in the rabbit jejunum: Effects of bethanechol and vagal nerve stimulation. *Gastroenterology* 103(2):496-505. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(92\)90839-Q](https://doi.org/10.1016/0016-5085(92)90839-Q).

Heinz, J. 2000. *Nutrición de aves*. Zaragoza, España, Acribia. 330 p.

Jaramillo, D; Meléndez, A; Sánchez, O. 2010. Evaluación de la producción de bacteriocinas a partir de Lactobacilos y Bifidobacterias. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(2):193-209.

Van der Klis, J; Jansman, A. 2002. Optimising nutrient digestion, absorption and gut barrier function in monogastric: reality or illusion? *Nutrition and Health of the Gastrointestinal Tract M. C* :15-36.

Lázaro, C. 2008. Efecto de prebióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Rev. Investg. Vet. Peru* 16:97-102.

Leeson, E. 2006. Temas de interés presentes y futuros en nutrición de aves en avances en nutrición y alimentación animal. XXII Curso de Especialización FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición :143-150.

Leone, R; Alves, P; Alves, H; Oba, A; Norkus, A; Kodawara, L; Azevedo, T. 2003. Morfometria e Ultra-Estrutura da Mucosa Intestinal de Frangos de Corte alimentados com Dietas contendo diferentes Probióticos. *Revista Portuguesa de Ciencias Veterinarias* 98(547):125-134.

López, N; Afanador, G; Ariza, C. 2008. Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades intestinales y productos de la microflora en pollos. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 55:63-76.

Lu, J; Idris, U; Harmon, B; Hofacre, C; Maurer, JJ; Lee, M. 2003. Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Appl. Environ. Microbiol* 69:6816-6824.

Macari, M; Luquetti, B. 2004. Uso de Aditivos (Aminoácidos, Prebióticos y probióticos) sobre la fisiología gastrointestinal y desempeño en pollos. VII seminario avícola internacional. Bucaramanda, Colombia .

Medina, N; González, C; Daza, S; Restrepo, O; Barahona, R. 2014. Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano. *Revista de la facultad de medicina veterinaria Zootecnista* 61(3):270-283.

Milián, G; Pérez, M; Boucourt, R. 2008. Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 42(2):117-122.

Nava, J. 2008. Evaluación de Bacterias Ácido Lácticas Comercializadas como Probióticas. Universidad de los Andes. Departamento de Biología :15-16.

Nitta, K; Kobayashi, F. 1999. Brewers yeast as health foodstuff. *New Food Ind.* 41:17-23.

Patterson, JA; Burkholder, KM. 2008. Application of prebiotics and probiotics in meat products. :627-631.

Requena, T; Revisión, C. 1995. Actividad antimicrobiana de bacterias lácticas. Producción de bacteriocinas. *Rev Esp Cie Tec Ali* :194.

Rosen, GD. 1995. 8 Antibacterials in poultry and pig nutrition. *Biotechnology in animal feeds an animal feeding* .

Rosen, GD. 2007. Antibacterials in poultry and pig nutrition (en línea). *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding* :143-172. DOI: <https://doi.org/10.1002/9783527615353.ch8>.

Samaniego, L; Sosa, M. 2000. *Lactobacillus spp.* : Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. s.l., Editorial Universitaria. p. 21.

Schrezenmeir, J; De Vrese, M. 2001. Probiotics, prebiotics and symbiotics approaching a definition. :361-364.

Sell, J. 2009. *Nutrición y Alimentación de Aves*.

Timmerman, HM; Veldman, A; Van Den Elsen, E; Rombouts, FM; Beynen, AC. 2006. Mortality and growth performance of broilers given drinking water supplemented with chicken-specific probiotics. *Poultry Science* 85(8):1383-1388. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/85.8.1383>.

Touchette; Alle. 1999. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. XV Curso de Especialización: Avances en nutrición y alimentación animal .

Tuomola, E; CRITTENDEN, R; PLAYNE, M; ISOLAURI, E; SALMINEN, S. 2011. Quality assurance criteria for probiotic bacteria. *Am J Clin Nutr.* :393-398.

Zhu, X; Zhong, Y; Pandya, R; Joerger, D. 2006. RNA-based analysis of microbiota from the cecum of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol* 68:124-137.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: Registro del peso inicial de los pollos (g)

Repeticiones	Tratamientos			
	(gramos)			
	1	2	3	4
1	0.0453	0.0451	0.0455	0.0452
2	0.0459	0.0451	0.0458	0.0451
3	0.0451	0.0460	0.0458	0.0455

ANEXO II: Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo de los pollos de inicio

Tratamiento	Repetición	Peso vivo (Kg)	Ganancia de peso (Kg)	Consumo de alimento (Kg)	Conversión alimenticia
Control	R1	0.812	0.767	1.005	1.31
	R2	0.833	0.787	1.045	1.33
	R3	0.811	0.766	0.979	1.28
	PROMEDIO	0.819	0.773	1.01	1.31
Control 0.1% simbiótico comercial	R1	0.845	0.8	1.026	1.28
	+ R2	0.842	0.797	1.04	1.3
	R3	0.819	0.773	1.022	1.32
	PROMEDIO	0.835	0.79	1.029	1.3
Control 0.3% simbiótico comercial	R1	0.833	0.788	1.045	1.33
	+ R2	0.833	0.788	1.01	1.28
	R3	0.834	0.788	1.03	1.31
	PROMEDIO	0.833	0.788	1.028	1.31
Control 0.5% simbiótico comercial	R1	0.848	0.803	1.023	1.28
	+ R2	0.847	0.801	1.028	1.28
	R3	0.808	0.763	1.038	1.36
	PROMEDIO	0.834	0.789	1.03	1.31

ANEXO III: Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo durante crecimiento-acabado

Tratamiento	Repetición	Peso vivo (Kg)	Ganancia de peso (Kg)	Consumo de alimento (Kg)	Conversión alimenticia
Control	R1	2.6384	1.8262	3.0101	1.6483
	R2	2.7376	1.9047	3.0398	1.5959
	R3	2.6029	1.7915	2.966	1.6556
	PROMEDIO	2.6596	1.8408	3.0053	1.6333
Control + 0.1% simbiótico comercial	R1	2.8178	1.9728	3.2211	1.6328
	R2	2.8303	1.9882	3.1376	1.5781
	R3	2.7459	1.9271	2.9937	1.5535
	PROMEDIO	2.798	1.9627	3.1175	1.5881
Control + 0.3% simbiótico comercial	R1	2.8189	1.9854	3.0047	1.5134
	R2	2.653	1.8197	2.9915	1.644
	R3	2.7094	1.8758	3.0303	1.6155
	PROMEDIO	2.7271	1.8936	3.0088	1.5909
Control + 0.5% simbiótico comercial	R1	2.6945	1.8469	2.9085	1.5748
	R2	2.6648	1.8183	3.0594	1.6826
	R3	2.7063	1.8981	3.0199	1.591
	PROMEDIO	2.6885	1.8544	2.9959	1.6161

ANEXO IV. Efecto de las dietas experimentales sobre el comportamiento productivo al final de la evaluación

Tratamiento	Repetición	Peso vivo (Kg)	Ganancia de peso (Kg)	Consumo de alimento (Kg)	Conversión alimenticia
Control	R1	2.6384	2.5931	4.0155	1.5485
	R2	2.7376	2.6917	4.0848	1.5175
	R3	2.6029	2.5578	3.9445	1.5421
	PROMEDIO	2.6596	2.6142	4.0149	1.536
Control 0.1% simbiótico comercial	R1	2.8178	2.7727	4.2469	1.5317
	+ R2	2.8303	2.7853	4.1777	1.499
	R3	2.7459	2.6999	4.0154	1.4872
	PROMEDIO	2.798	2.7526	4.1467	1.506
Control 0.3% simbiótico comercial	R1	2.8189	2.7734	4.0495	1.4601
	+ R2	2.653	2.6072	4.0012	1.5347
	R3	2.7094	2.6636	4.06	1.5242
	PROMEDIO	2.7271	2.6814	4.0369	1.5063
Control 0.5% simbiótico comercial	R1	2.6945	2.6494	3.9318	1.484
	+ R2	2.6648	2.6197	4.0876	1.5603
	R3	2.7063	2.6608	4.0578	1.5603
	PROMEDIO	2.6885	2.6433	4.0257	1.5349

ANEXO V: Morfometría intestinal

Tratamiento	Repetición	Altura de vellosidad (um)	Profundidad de la cripta (um)	Grosor de vellosidad (um)	Área de vellosidad	Índice intestinal
Control	R1	1524	205	168.5	0.8063	7.4341
	R2	1633	220	171.8	0.8809	7.4227
	PROMEDIO	1578.5	212.5	170.15	0.8436	7.4284
Control 0.1% simbiótico comercial	+ R1	1661	238	216	1.1266	6.979
	R2	1520	237	177	0.84	6.4135
	PROMEDIO	1590.5	237.5	196.5	0.9833	6.6962
Control 0.3% simbiótico comercial	+ R1	1443.93	304.6	175.33	0.7949	4.7404
	R2	1652	253.33	186.73	0.9686	6.5211
	PROMEDIO	1547.965	278.965	181.03	0.8818	5.6308
Control 0.5% simbiótico comercial	+ R1	1598.6	235	169	0.8483	6.8026
	R2	1751	266	164	0.9017	6.5827
	PROMEDIO	1674.8	250.5	166.5	0.875	6.6926

ANEXO VI: Análisis de varianza del peso

Análisis de variancia del peso inicial

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	2.9667E-07	9.889E-08	0.77	0.5446	ns
Error	8	1.0333E-06	1.2917E-07			
Total	11	0.00000133				

C. V.= 0.790754

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del peso a los 7 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00028326	0.00009442	5.22	0.0274	*
Error	8	0.00014469	0.00001809			
Total	11	0.00042796				

C. V.= 2.483895

*

Análisis de variancia del peso a los 14 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00100041	0.00033347	2.1	0.1784	ns
Error	8	0.00126933	0.00015867			
Total	11	0.00226974				

C. V.:3.162316

n.s.: no significativo

Análisis de variancia a los 21 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00054512	0.00018171	0.85	0.5068	ns
Error	8	0.00172005	0.00021501			
Total	11	0.00226518				

C. V.: 1.765753

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del peso a los 28 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.01663721	0.00554574	5.21	0.0276	*
Error	8	0.00851708	0.00106464			
Total	11	0.02515429				

C. V.=2.162073

Análisis de variancia del peso a los 35 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.06602892	0.02200964	4.05	0.0504	ns
Error	8	0.04346247	0.00543281			
Total	11	0.10949138				

C. V.=3.321995

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del peso a los 42 días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.03227208	0.01075736	2.96	0.0975	ns
Error	8	0.02904393	0.00363049			
Total	11	0.06131602				

C. V.=2.216576

ANEXO VII: Análisis de variancia de la ganancia de peso

Análisis de variancia de la ganancia de peso (0 – 7 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00029582	0.00009861	4.96	0.0312	*
Error	8	0.00015899	0.00001987			
Total	11	0.00045481				

C. V.=3.5422348

*

Análisis de variancia de la ganancia de peso (8 – 14 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00101715	0.00033905	2.21	0.1651	n.s.
Error	8	0.00122983	0.00015373			
Total	11	0.00224698				

C. V.=3.513381

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la ganancia de peso (15 – 21 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00054451	0.0001815	0.83	0.5138	n.s.
Error	8	0.00174964	0.0002187			
Total	11	0.00229415				

C. V.= 1.883928

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la ganancia de peso (22 – 28 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.01661634	0.00553878	5.16	0.0283	*
Error	8	0.00859357	0.0010742			
Total	11	0.02520991				

C. V.= 2.239108

*

Análisis de variancia de la ganancia de peso (29-35 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.06598746	0.02199582	4.05	0.0503	n.s.
Error	8	0.04339854	0.00542482			
Total	11	0.109386				

C. V. = 3.388880

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la ganancia de peso (36 – 42 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.03225451	0.0107515	2.96	0.0977	n.s.
Error	8	0.02906991	0.00363374			
Total	11	0.06132442				

C. V. = 2.255261

n.s.: no significativo

ANEXO VIII: Análisis de variancia del consumo de alimento

Análisis de variancia del consumo de alimento (0 – 7 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00002745	0.00000915	1.14	0.3888	n.s.
Error	8	0.00006403	0.000008			
Total	11	0.00009148				

C. V. = 2.148188

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del consumo de alimento (8 – 14 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00075173	0.00025058	2.18	0.1683	n.s.
Error	8	0.00091979	0.00011497			
Total	11	0.00167152				

C. V. = 2.420042

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del consumo de alimento (15 – 21 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00085049	0.0002835	0.72	0.5682	n.s.
Error	8	0.00315505	0.00039438			
Total	11	0.00400554				

C. V. = 1.939028

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del consumo de alimento (22 – 28 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.0025709	0.00085697	1.72	0.2389	n.s.
Error	8	0.00397509	0.00049689			
Total	11	0.00654599				

C. V. = 1.275037

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del consumo de alimento (29 – 35 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.01958693	0.00652898	3.23	0.0823	n.s.
Error	8	0.0161942	0.00202427			
Total	11	0.03578113				

C. V. = 1.620519

n.s.: no significativo

Análisis de variancia del consumo de alimento (36-42 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.03356335	0.01118778	1.67	0.2505	n.s.
Error	8	0.05372934	0.00671617			
Total	11	0.08729269				

C. V. = 2.020489

n.s.: no significativo

ANEXO IX: Análisis de varianza de la conversión alimenticia

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (0 – 7 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.03342014	0.01114005	17.22	0.0008	**
Error	8	0.00517439	0.0006468			
Total	11	0.03859453				

C. V. = 2.424060

**

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (7 – 14 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00368314	0.00122771	0.54	0.6675	n.s.
Error	8	0.01815358	0.0022692			
Total	11	0.02183672				

C. V. = 3.790620

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (15 – 21 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00001638	0.00000546	0.01	0.9993	n.s.
Error	8	0.00758834	0.00094854			
Total	11	0.00760472				

C. V. = 2.360183

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (22 – 28 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00596881	0.0019896	1.74	0.2366	n.s.
Error	8	0.00916419	0.00114552			
Total	11	0.015133				

C. V. = 2.831379

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (29 – 35 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.01155849	0.00385283	2.33	0.151	n.s.
Error	8	0.01324458	0.00165557			
Total	11	0.02480307				

C. V. = 3.180650

n.s.: no significativo

Análisis de variancia de la conversión alimenticia (36 – 42 días)

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr	NS
Tratamiento	3	0.00187493	0.00062498	0.64	0.6081	n.s.
Error	8	0.0077643	0.00097054			
Total	11	0.00963923				

C. V. = 2.052360

n.s.: no significativo

ANEXO X: Análisis de varianza de la altura de vellosidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17676.45	3	5892.15	0.48	0.7138
Tratamientos	17676.45	3	5892.15	0.48	0.7138
Error	49140.44	4	12285.11		
Total	66816.9	7			

ANEXO XI: Análisis de varianza de la profundidad de cripta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4592.6	3	1530.87	3.21	0.1447
Tratamientos	4592.6	3	1530.87	3.21	0.1447
Error	1907.81	4	476.95		
Total	6500.41	7			

ANEXO XII: Análisis de varianza del grosor de vellosidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1088.23	3	362.74	1.72	0.3002
Tratamientos	1088.23	3	362.74	1.72	0.3002
Error	843.43	4	210.86		
Total	1931.66	7			

ANEXO XIII: Análisis de varianza del índice intestinal

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.29	3	1.1	2.48	0.2008
Tratamientos	3.29	3	1.1	2.48	0.2008
Error	1.77	4	0.44		
Total	5.06	7			

ANEXO XIV: Análisis de varianza del área de vellosidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	3	0.01	0.49	0.71
Tratamientos	0.02	3	0.01	0.49	0.71
Error	0.06	4	0.02		
Total	0.08	7			

ANEXO XV: Costo de ingredientes utilizados en la evaluación

Ingredientes	S/. /KG
Maíz	1.06
Torta de soya	2.00
Soya extruida	1.96
Aceite de soya	4.85
Fosfato dicalcico	2.39
Carbonato de calcio	0.24
Sal	0.26
DL-Metionina	21.5
Cloruro de colina	2.92
Anticoccidial	16
Premix	18.5
L-Lisina	7
Inhibidor de hongos	10.7
Micosecuestrantes	6
Simbiótico comercial	30

ANEXO XVI: Metodología empleada en el laboratorio para evaluación de la morfometría intestinal

El procedimiento del laboratorio fue el mismo que el empleado por Eusebio (2007), la muestra se retiró del fijador y se lavó con agua corriente por lo menos 12 horas para proseguir con la deshidratación la cual se llevó a cabo en 4 pasos.

- Dos baños con alcohol de 70° por una hora cada uno.
- Dos baños con alcohol de 95° por 3 horas cada uno, hasta 221 horas con alcohol de 100° cambiándolo luego por alcohol-xilol, mezcla de ambas sustancias en proporciones iguales por media hora.
- Dos baños con xiol puro, media hora cada uno, hasta que las muestras se vean transparentes.

Posteriormente, las muestras fueron pasadas por parafina por media hora, dándose así, el primer baño. Para el segundo baño se dejó las piezas por media hora más, seguidamente se llevó a cabo la inclusión en los moldes de parafina respectivos.

Los tacos de parafina se llevaron al micrótopo y se realizaron cortes seriados de 5 micras de espesor. Estos cortes se expandieron en gelatina, se colocaron en láminas portaobjetos y se llevaron a la plancha a secar por 24 horas.

Finalmente se realizó la colocación de hematoxilina-eosina para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

1. Desparafinado en xilol por 5 minutos.
2. Desparafinado en alcohol por 5 minutos
3. Desparafinado en alcohol de 95° por 5 minutos
4. Desparafinado en alcohol de 70° por 5 minutos
5. Desparafinado en agua destilada por 5 minutos
6. Coloreado con hemaóxilina por 2 a 3 minutos
7. Lavado con alcohol de 95° por 1 minuto
8. Deshidratación en alcohol absoluto por 5 minutos
9. Aclaración en xilol mediante 3 cambio por 5 minutos cada uno
10. Montaje de lámina en una laminilla con una gota de Per Mount

Una vez preparadas las láminas histológicas, con 4 cortes histológicos cada una, pertenecientes 5 a las aves muestreadas por unidad experimental, se procedió a realizar las mediciones siguiendo una adaptación del protocolo de evaluación utilizado por Batista de Olivera *et al.*, (2000).

Se realizaron como mínimo 15 mediciones en cada lamina histológica para altura y grosor de vellosidad y profundidad de cripta. Las mediciones se realizaron usando un microscopio óptico que contaba con un ocular micrométrico. Para tomar las mediciones de altura y ancho de vellosidad y profundidad de cripta se usó el objetivo de 10x.

ANEXO XVII: Ficha y dosificación de glycozyme

Descripción

Producto de origen surcoreano, envasado en polvo con aspecto granulado de color naranja - amarillo; viene en empaques de 10Kgs.

INGREDIENTES:
Arroz, trigo, avena, maíz y monosacáridos (L-Glucosa, Fructosa y Sucrosa);
Cloruro de Potasio y Bicarbonato de Sodio
Lactobacillus plantarum <math>< 10 \times 10^7</math> cfu/g
Bacillus subtilis <math>< 10 \times 10^7</math> cfu/g
Saccharomyces Cerevisiae <math>< 10 \times 10^7</math> cfu/g



Dosificación

 0.012 Kg dosificación recomendada por animal	 0.012 Kg dosificación recomendada por animal	 0.250 Kg dosificación recomendada por animal	 1.5 Kg dosificación recomendada por animal	 0.002 Kg dosificación recomendada por animal
5 kg / Tm	1.5 kg / Tm	3 kg / Tm	3 kg / Tm	2 kg / Tm

