

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**UTILIZACIÓN DE *Bacillus subtilis* COMO PROBIÓTICO EN
POLLOS DE ENGORDE PARA LA REDUCCIÓN DE
*Escherichia coli***

ALICE DAYANARA QUIROA FRANCO

Médica Veterinaria

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**UTILIZACIÓN DE *Bacillus subtilis* COMO PROBIÓTICO EN POLLOS
DE ENGORDE PARA LA REDUCCIÓN DE *Escherichia coli***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ALICE DAYANARA QUIROA FRANCO

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

M.Sc. CONSUELO BEATRIZ SANTIZO CIFUENTES

LIC. CARLOS FRANCISCO CHINCHILLA GARCÍA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

UTILIZACIÓN DE *Bacillus subtilis* COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE PARA LA REDUCCIÓN DE *Escherichia coli*

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

A DIOS:

Gracias por la vida y las bendiciones que me permitieron llegar hasta este momento, para culminar tan anhelado sueño al lado de mi familia y amigos en tan prestigiosa casa de estudios.

A MI PADRE:

Melvin Quiroa a quien a través de su ejemplo de padre trabajador me dio las fuerzas para seguir adelante. Gracias Papá por ser la razón por la cual hoy estoy aquí. Por motivarme y apoyarme en la constante búsqueda de mis metas. Además, por creer en mí, en mis sueños desde niña y por ayudarme a convertirlo en realidad. Te amo más de lo que te pueda algún día demostrar.

A MI MADRE:

Karla Franco, A quien me ha apoyado desde que tengo uso de razón y quien me ha aconsejado, dado su comprensión, amor y ayuda en momentos difíciles. Por ella soy todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter y mi coraje para conseguir mis objetivos. Este logro no es mío sino es tuyo porque sin ti esto no hubiera sido posible.

A MIS ABUELITOS EN EL CIELO:

Victor Quiroa y Ana Elsa Hernández, sé que desde el cielo están cuidándome y celebrando conmigo este momento. Gracias por su amor, sus sabios consejos y educarme con humildad. Un beso hasta el cielo los amo.

A MI ABUELITA PACHI:

Marla Álvarez que es un digno ejemplo de mujer triunfador siempre ha sido un apoyo esencial a lo largo de mi vida, es un claro ejemplo de dedicación y perseverancia, me enseñó que el trabajo duro siempre es bien recompensado y que de la mano de Dios todo es posible. Te amo mucho como la cola de cien mil chuchos.

A MI NOVIO:

Ing. Bryan Mayen, por tu adorable paciencia y demostrarme que con paciencia y dedicación se puede realizar objetivos más allá de lo planeado. Gracias mi amor por tu ayuda, comprensión, calma, consejos, tiempo y por ser ese compañero de vida que Dios puso en mi camino. Agradezco tu apoyo incondicional en todo momento. Te amo

A MI FAMILIA:

A mis tíos, tías, primos y primas, Gracias por su apoyo, sus muestras de cariño y por respaldarme en cada paso de mi vida.

A MI MADRINA LINDA:

Claudia Domínguez y familia, no tengo como agradecerte por ser una persona tan especial y única en mi vida. Has sido un ángel que ha llegado a irradiar de felicidad y bendecir con alegría. Gracias por todas tus oraciones, detalles, consejos y apoyo.

A LOS MARCIANOS:

Joa, Bevorly, Memo, Calin, Macario, Raúl y Oscar por tantos momentos de felicidad compartidos

durante y después de cada clase en el transcurso de la carrera. Gracias por sus enseñanzas, consejos y hacer de las clases menos tediosas.

A MIS AMIGOS:

Por apoyarme a lo largo de mi carrera. Gracias a todos los que han estado en las diferentes etapas de mi vida sin ustedes no hubiera sido lo mismo.

AGRADECIMIENTOS

- A UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA:** Por ser mi alma mater que me inculcó de responsabilidad, dedicación, perseverancia y brindó conocimientos.
- A FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:** Por brindarme la educación para ser una profesional de éxito.
- A MIS ASESORES:** M.Sc. Beatriz Santizo, Lic. Carlos Chinchilla gracias por su constante y enorme apoyo durante todo el proceso. Les agradezco por todo su profesionalismo y humildad demostrando en su asesoría académica.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** Su enseñanza fue vital para mi desarrollo profesional e influyeron positivamente en mis valores y disciplina durante mi carrera.
- A MI COMPAÑERO DE TESIS:** Herber González, Gracias por toda la ayuda brindada durante todo el proceso de tesis y también en los 6 meses de EPS.
- A LA SALLE:** Hermano Manuel y técnicos, por el apoyo y colaboración que me brindaron en la realización del presente trabajo, así como todo el apoyo prestado durante mi desempeño del Ejercicio Profesional Supervisado llevado a cabo en esta institución.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	3
III. OBJETIVOS.....	4
3.1 Objetivo general.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Tracto digestivo en pollo.....	5
4.2 Microbiota intestinal.....	5
4.3 Características de <i>Escherichia coli</i>	5
4.4 Patogenia de <i>E.coli</i>	6
4.5 Colibacilosis en pollos.....	6
4.5.1 Otras presentaciones <i>E. coli</i> en pollos de engorde.....	7
4.6 Factores que influyen la actividad microbiana en el tractogastrointestinal.....	8
4.7 Integridad intestinal.....	9
4.8 Salud intestinal.....	10
4.9 Probiótico.....	12
4.10 Mecanismo de acción de Probiótico.....	12
4.11 Probióticos en la dieta de aves.....	12
4.12 Exclusión competitiva.....	13
4.13 Sistema inmune digestivo.....	14
4.13.1 Placas de Peyer.....	15
4.13.2 Tonsilas cecales.....	15
4.13.3 Divertículo de Meckel.....	15
4.13.4 Tonsilas esofágicas.....	16
4.13.5 Bolsa de Fabricio.....	16
4.14 Beneficios de los probióticos en avicultura.....	16
4.14.1 Efectos benéficos contra la infección por patógenos.....	16

4.14.2	Efectos benéficos sobre la respuesta inmune.....	17
4.14.3	Efectos benéficos sobre el crecimiento.....	17
4.14.4	Efectos benéficos sobre la morfología intestinal.....	17
4.14.5	Efectos benéficos sobre la calidad de la carne.....	18
4.15	<i>Bacillus subtilis</i>	18
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1	Materiales.....	19
5.1.1	Recursos humanos.....	19
5.1.2	Recursos biológicos.....	19
5.1.3	Recursos de campo.....	19
5.1.4	Recursos de oficina.....	19
5.2	Metodología.....	20
5.2.1	Localización de estudio.....	20
5.2.2	Metodología de campo.....	20
5.2.3	Adecuación de los galpones.....	21
5.2.4	Recepción de los pollitos.....	21
5.2.5	Manejo de pollos desde el primer día de edad hasta la sexta semana.....	22
5.2.6	Toma de muestra.....	23
5.2.7	Parámetros de evaluación.....	23
5.2.8	Análisis estadístico.....	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1	Ganancia de peso.....	25
6.2	Conversión alimenticia promedio.....	26
6.3	Consumo de alimento (lb).....	27
VII.	CONCLUSIONES.....	32
VIII.	RECOMENDACIONES.....	33
IX.	RESUMEN.....	34
	SUMMARY.....	35
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción sobre manejo de pollos.....	22
Cuadro 2. Ganancia de peso inicial y final (g).....	26
Cuadro 3. Conversión alimenticia inicial y final (lb de alimento para producir lb de carne).....	27
Cuadro 4. Consumo de Alimento (lb).....	28
Cuadro 5. Análisis microbiológico de <i>Escherichia coli</i>	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ganancia de peso de semana (g).....	25
Figura 2. Conversión alimenticia promedio.....	26
Figura 3. Consumo de Alimento (lb).....	27

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es uno de los países de Centroamérica más avanzados en lo que se refiere a la producción avícola, cuenta con un promedio de 10 millones de gallinas ponedoras y un total de 500 granjas registradas. Donde los sistemas de producción se han modernizado durante las últimas 2 décadas en Guatemala, debido a que la carne de pollo (proteína animal) y el huevo son parte elemental en la dieta del guatemalteco, teniendo un consumo per cápita de 150 huevos y 50 libras de carne por año. Debido a la gran cantidad de granjas que existen en Guatemala, el sector avícola se ha visto en la necesidad de la implementación de buenas prácticas y cuidado especial que debe de tener sobre las aves. Ya que por la falta de dichas prácticas la bioseguridad se ve afectada provocando pérdidas en la producción. Los animales están vulnerables a enfermarse y a contraer microorganismos patógenos como *Escherichia coli*.

La *E. coli* produce varias infecciones en humanos y en animales. En humanos causa enfermedades intestinales como diarreas y extraintestinales como infecciones urinarias. En aves causa colibacilosis la cual es una enfermedad de importancia económica en la industria avícola por las pérdidas que ocasiona debido a la morbilidad y mortalidad; la colibacilosis aviar puede ocasionar múltiples síndromes. Por este motivo se han realizado estudios en diferentes países incluyendo Guatemala donde se utilizan probióticos como *Bacillus subtilis* con el propósito de cubrir las necesidades nutricionales de las aves y generar animales de máximo rendimiento productivo. Además de generar una buena salud intestinal, por consiguiente, el bienestar del animal, en función a una microbiota estable, aprovechando al máximo el potencial genético de las aves y obteniendo un producto final de calidad.

Los probióticos pueden actuar benéficamente al alterar el metabolismo bacteriano intestinal a través de sus propias actividades metabólicas o indirectamente desplazando o influenciando las actividades metabólicas de otros grupos microbianos, así mismo, refuerzan la capacidad de defensa natural de la flora bacteriana contra los patógenos. Por tales motivos se desarrollará la investigación con el objetivo de evaluar el efecto del probiótico *B. subtilis* en la dieta de pollo de engorde por medio de la reducción de la bacteria *E. coli*.

II. HIPÓTESIS

La adición de *Bacillus subtilis* en el alimento del pollo de engorde tiene un efecto benéfico en disminución de carga bacteriana de *Escherichia coli*, ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Evaluar el uso de probióticos en la dieta de pollo de engorde por medio de la reducción de carga bacteriana nociva gastrointestinal en pollo de engorde.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la reducción de la presencia bacteriana de *Escherichia coli* al emplear 4.45g. de *Bacillus subtilis* como aditivo alimenticio por cada 45.45kg de alimento durante los primeros 42 días de vida, de un grupo de 200 pollos de engorde Cobb, con pruebas microbiológicas con agar MacConkey, en una granja avícola del Instituto Santiago.
- Calcular la ganancia de peso, la conversión alimenticia y el consumo de alimento de ambos tratamientos semanalmente.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Tracto digestivo en pollo

El objetivo principal del tracto gastrointestinal es absorber nutrientes y excretar desechos, por el cual pasa por un trayecto de reacciones físicas y químicas que permite que el alimento pueda ser absorbido por el pollo para el crecimiento, reproducción y mantenimiento. La absorción de nutrientes depende del lumen intestinal y la alimentación debido que los pollos pueden ser expuestos a agentes a través tracto gastrointestinal vía alimentaria (Grethel et al., 2008).

4.2 Microbiota intestinal

El pollito nace con un tracto gastrointestinal estéril y mediante la alimentación va adquiriendo microorganismos que colonizan el intestino influyendo en sucesos fisiológicos, nutricionales e inmunológicos que afecta en la salud del pollo de engorde, por el cual es importante desde el inicio enfocarse en la microbiota intestinal. Durante el crecimiento del pollo se desarrolla una microbiota intestinal de una forma más compleja, poblada de bacterias, hongos y protozoos siendo las bacterias las predominantes. La comunidad bacteriana de la microbiota intestinal forma una barrera protectora que recubre el intestino y el crecimiento de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli* (Grethel et al., 2008).

4.3 Características de *Escherichia coli*

Morfológicamente se presenta como bacilos rectos, gramnegativos, flagelos peritricos, no esporulante. Dicha bacteria es conocida como habitante saprofito del intestino. Sin embargo, se identifica como un frecuente agente causal de diarrea en animales neonatos, adultos y en el hombre. *E. coli* puede hallarse en todo el planeta,

la prevalencia es mayor en zonas húmedas y cálidas. El suelo y el agua suelen ser las fuentes de infección, contaminadas por las eyecciones de animales diarreicos (Stanchi, 2007).

4.4 Patogenia de *Escherichia coli*

La septicemia aviar es una enfermedad sistémica en la cual la bacteria alcanza el torrente sanguíneo y órganos internos. La vía de entrada de *E. coli* es principalmente aérea, debido a la inhalación de polvo contaminado con heces, posteriormente la bacteria coloniza el epitelio traqueal, para luego pasar a pulmón, dado que este es un sitio importante para la diseminación de la bacteria. *E. coli* tiene la capacidad de evadir la fagocitosis y resiste a los efectos bactericidas del complemento y esto trae como consecuencia una infección generalizada con la llegada de la bacteria a los órganos parenquimatosos y la muerte de las aves (Gordon y Jordan 1988).

Otra manera de causar la infección generalizada puede ser a través de los sacos aéreos y no se descarta que la infección pueda ocurrir porque la bacteria atraviese la pared intestinal, pasando a la sangre y de ahí a otros órganos, incluso a los propios sacos aéreos (Leithner y Heller, 1992).

4.5 Colibacilosis en pollos

Es una enfermedad muy importante en avicultura. Es un problema serio en relación con la salud animal y es una de las principales causas de enfermedad, mortalidad y pérdidas económicas en las granjas avícolas. En los primeros días de vida de los pollitos las principales manifestaciones externas son que estos empiezan adelgazar, se observa palidez en mucosas y en el interior de la boca y pico, el cuello se muestra delgado y los nidos están mojados de heces diarreicas. En pollos ya emplumados se puede observar acumulación de heces en la zona de la cloaca. La

característica clínica más importante de la colibacilosis aviar es la colisepticemia y se produce por la afectación de numerosos órganos internos como el corazón, hígado, bazo, intestino, ovario, etc. (Calnek, 2000).

- Forma respiratoria: La colibacilosis aviar, suele iniciarse a nivel del tracto respiratorio. La alteración de la mucosa del aparato respiratorio, debida a la acción de determinados agentes, supone una importante vía de entrada para *E. coli*. Los sacos aéreos están recubiertos interiormente por una sola capa de células epiteliales que experimentan una inflamación intensa en respuesta a una injuria, los exudados producidos por los sacos aéreos inflamados no pueden ser evacuados, constituyendo un medio excelente para la multiplicación de agentes patógenos. Cualquier fluido que se acumule, sea sangre, líquido ascítico o exudado, acabará penetrando en los capilares aéreos del pulmón, inundándolos y asfixiando el ave. Entre los síntomas clínicos que se manifiestan, se puede observar dificultad respiratoria o disnea acompañada de estertores (Leitner y Heller, 1992).

4.5.1 Otras presentaciones de *E. coli* en pollos de engorde

- Enteritis: habitualmente suele existir una lesión primaria a nivel intestinal debido a la acción de virus entéricos lo que se convierte en un excelente factor predisponente para *E. coli*. Se produce una fuerte inflamación del intestino, enteritis catarral, acompañada de un engrosamiento de la pared, el principal síntoma es una diarrea severa acompañada de mucosidad excesiva.
- Sinovitis y artritis: Se produce una inflamación a nivel de los tendones y articulaciones de las aves. Puede afectar a los espacios vertebrales 12 causando espondilitis e incluso cursar con parálisis. A menudo es una

secuela de la septicemia y puede desarrollarse en aves con inmunidad insuficiente.

- Onfalitis: la infección del huevo en formación se produce gracias a la transmisión transovárica generándose una infección del saco vitelino y una onfalitis, produciendo un incremento de la mortalidad embrionaria y post natal.
- Síndrome de cabeza hinchada (SCH): Es una celulitis aguda a subaguda que afecta a los tejidos periorbitales y adyacentes del cabeza relacionado a *E. coli* y una infección por un Coronavirus no identificados.
- Celulitis aviar: Es una enfermedad cutánea crónica, que afecta el abdomen de los pollos de engorda, caracterizada por membranas de exudado caseoso con heterófilos en los tejidos subcutáneos.
- Coligranuloma (enfermedad de Hjarre): Esta enfermedad se expresa en aves adultas, asociada a mortalidad esporádica. Es poco frecuente, sin embargo, puede alcanzar una mortalidad del 75% en ciertos lotes. Las lesiones son características por la aparición de granulomas en el hígado, ciego, duodeno y el mesenterio, semejante a las lesiones de la leucosis. Las aves presentan pocos síntomas antes de morir, como pérdida de condición y abatimiento. La muerte ocurre como consecuencia de la ruptura de los granulomas (Steiner y Davis, 1985; Nagaraja, 1993; Morley y Thomson, 1994; Blanco, 1996; Barnes et al., 1997).

4.6 Factores que influyen la actividad microbiana en el tractogastrointestinal

La microbiota del tracto gastrointestinal es influida por su composición y numero de crecimiento de microorganismos. Los factores son agrupados en dos

factores alogénicos que son ejercidos por el hospedero y autogénicos que son originados por la propia microbiota (Machado, 2013).

Existen diversos factores alogénicos, el principal es el estrés debido a las hormonas secretadas que alteran las condiciones fisiológicas del organismo afectando la biota intestinal favoreciendo el desarrollo de microorganismos enteropatógenos. Otro factor es el cambio del pH intestinal por sus valores bajos la mayoría de las bacterias entéricas no se desarrollan bien debido a la destrucción de enzimas afectando el transporte intracelular. Si se obstruye la secreción de HCl, el número de bacterias capaces de pasar al intestino delgado se aumenta. La dieta es un factor para la formación de la microbiota, la dieta fibrosa favorece el desarrollo de los microorganismos celulolíticos y las dietas ricas en miel estimulan el crecimiento de bacterias benéficas. Por último, la edad influye en las características fisiología repercutiendo en la microbiota (Grethel et al., 2008).

Los factores autogénicos son establecidos por los microorganismos para que se autorregule el crecimiento de estos en el intestino. Entre ellos se puede mencionar: competencia por nutrientes, competencia por los sitios de asociación, producción de metabolitos inhibidores de ácidos biliares libres, ácidos grasos de cadena corta, amonio y disminución de peristaltismo (Machado, 2013).

4.7 Integridad intestinal

La integridad intestinal se define como la funcionalidad óptima del intestino, donde un correcto mantenimiento desde el nacimiento hasta el final del ciclo productivo es esencial para obtener un resultado potencialmente genético de crecimiento uniforme y eficiente en las aves. Por lo tanto, es necesario estimular un desarrollo temprano, íntegro y completo del aparato gastrointestinal, glándulas y órganos anexos para maximizar la digestión. Optimizando la integridad intestinal se

mejora la absorción de nutrientes, la velocidad de crecimiento y el índice de conversión alimenticia (Faus, 2008).

Existen varios factores por los que la integridad intestinal específica de la capa epitelial puede ser dañada, principalmente por la presencia de virus, bacterias, hongos, parásitos y/o toxinas. Estas afecciones pueden provocar diversas reacciones en el tracto gastrointestinal como que la capa de moco se degrade, que las células epiteliales se destruyan, que el suministro vascular se interrumpa, o que el sistema inmune se comprometa. La pérdida de la integridad intestinal tiene un impacto negativo en varios aspectos como es la presentación de una mala conversión alimenticia, reducción de la producción, poca pigmentación, reducción de la eficiencia del procesado y preocupación por la seguridad alimentaria. Obteniendo como consecuencia que se vea afectado el rendimiento y la rentabilidad de las aves (Faus, 2008).

4.8 Salud intestinal

La salud intestinal es el funcionamiento correcto del intestino en todas sus partes, desde la asimilación de nutrientes, deposición de residuos, intercambio entre bacterias benéficas/ perjudiciales y su importante rol en cuanto al sistema inmunitario y tejido linfóide asociado (Granados, 2008).

La salud del intestino se basa en el equilibrio entre la nutrición, microbiología, inmunología, morfofisiología. El manejo de las aves y el medio ambiente pueden afectar significativamente dicho equilibrio. Un desequilibrio en esta relación puede comprometer la salud intestinal. Para obtener una óptima salud intestinal, es importante tener conocimiento claro de la estructura y funcionamiento del sistema intestinal. La integridad intestinal es garantizada por el correcto trabajo, tanto estructural como funcional de dos tipos de mecanismos: la estructura intestinal y la microbiota intestinal; la primera representada por las vellosidades intestinales y toda

su organización, y la segunda representada por la microflora intestinal bacteriana, protozoaria y fúngica; en resumen la compaginación de estos dos mecanismos aseguran el funcionamiento eficaz del intestino en funciones como digestión, secreción, absorción y permeabilidad selectiva (Araúz, 2015).

Conservar una buena salud intestinal es clave para mantener el crecimiento, la salud y el bienestar del ave. El equilibrio de la microbiota intestinal se puede ver impactado significativamente por el manejo del ave y el medio ambiente.

- Dieta: Se ve afectada cuando existen cambios en el alimento, así como sus materias primas y calidad física.
- Condiciones de crianza apropiadas: El suministro de unas condiciones óptimas de crianza es importante para asegurar el desarrollo óptimo de la microbiota intestinal. Las aves que reciben una crianza apropiada desarrollan un intestino que se desempeña bien y tienen una mayor capacidad para enfrentar los desafíos del galpón de engorde. Es esencial un acceso temprano al alimento y al agua.
- Bioseguridad: los procedimientos de limpieza y desinfección se deben tomar en cuenta debido si no son los apropiados, ingresarán patógenos al galpón de las aves; la exposición a estos patógenos impactará la salud y el desarrollo intestinal.
- Períodos de grandes desafíos: Durante la producción avícola hay épocas en las que el ave se ve desafiada, por ejemplo, durante la modificación en la alimentación o durante la vacunación. En estos períodos la microbiota intestinal puede fluctuar y, en algunos casos, si el manejo no es el óptimo.
- Condiciones ambientales: Temperatura y ventilación inadecuada son factores perjudiciales. El logro de unas condiciones ambientales óptimas promueve la buena salud intestinal.
- Las micotoxinas y las infecciones también influyen en la salud intestinal. (Araúz, 2015).

4.9 Probiótico

Probiótico es una sustancia conformada por microorganismos vivos con el objetivo de complementar las necesidades nutricionales para mejorar la producción animal. Los microorganismos vivos colonizan el tracto intestinal del ave que lo consume, mejorando el equilibrio microbiano intestinal y la digestibilidad de otros ingredientes. los principales microorganismos utilizados como probióticos pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus* *Bacillus* y Levaduras. Los microorganismos probióticos cambian positivamente la flora intestinal inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas, promoviendo una adecuada digestión, estimulan la función inmune local y aumentan la resistencia a la infección. Los probióticos actúan compitiendo por los sitios de unión o la exclusión competitiva, formando una barrera a las bacterias patógenas, que están excluidos por la competencia (Jin et al., 1997).

4.10 Mecanismo de acción de probiótico

El probiótico tiene varios modos de acción, realizando exclusión competitiva como se destallo anteriormente y antagonismo, alteración del metabolismo aumentando enzimas digestivas, disminución de actividad de las enzimas bacterianas, estimulación del sistema inmune, mejorar la motilidad intestinal y aumentar la secreción de moco (Chávez et al., 2015).

4.11 Probióticos en la dieta de aves

Los pollos de engorde y las gallinas de postura deben tener un balance microbiano en el tracto digestivo dado por motivos fisiológicos o externos al ave existen desbalance en la microbiota y la adicción de probióticos contribuyen al equilibrio. Existe una gran cantidad de cepas de bacterias que habitan el tracto digestivo de las aves domésticas, normalmente estas bacterias tienen una relación

simbiótica en el hospedero. La flora digestiva que es aportada por los probióticos beneficia a las aves, produciendo ácido láctico, consiguiendo así tal acidez en el tubo digestivo que hace la vida imposible a ciertas bacterias. El probiótico elabora también vitaminas beneficiosas y necesarias para el ave, produce sustancias como acidolinas que atacan las membranas de las bacterias perjudiciales, fabrican enzimas que ayudan a la digestión, por la simple presencia física, evitan que su lugar sea ocupado por microorganismos no deseados (Rossi et al., 2006).

Los probióticos para los pollos son diseñados en reemplazar organismos benéficos que no se encuentran en el tracto alimenticio o para proveer al pollo de los efectos benéficos de los mismos. En las gallinas de postura, el uso de probióticos mejora la masa, peso y tamaños del huevo, así como disminuye las concentraciones de colesterol sérico y de la yema de huevo. Se estima que se obtiene un 10% más de posturas y una conversión superior en huevo, por cada kilogramo de alimento con probiótico, en comparación con aquellas que consumieron una dieta convencional (Feuchter, 2005).

4.12 Exclusión competitiva

Se utiliza el termino de exclusión competitiva para describir el efecto protector de la microbiota natural del intestino en limitar la colonización de bacterias patógenas. En otras palabras, es la incapacidad de una población de microorganismos para establecerse en el intestino debido a la presencia de otra población de microorganismos (Otutumi et al., 2012).

Existen varios mecanismos por los cuales la flora nativa excluye de manera competitiva a la microflora no deseada en el intestino siendo los siguiente:

- Físico: se da una competencia de lugares en la unión al epitelio. Se realiza un bloqueo físico creando una barrera bacteriana benéfica en el epitelio celular del intestino para evitar que las bacterias enteropatógenos se adhiera al revestimiento epitelial.
- Biológico: la flora normal produce un ambiente con baja tensión de oxígeno desfavoreciendo el crecimiento de enterobacterias patógenas
- Química: se inhibe el desarrollo de grupos bacterianos enteropatógenos al crear un ambiente ácido por la producción de ácidos orgánicos por la sintetizados por lactobacilos.
- Bioquímica: microorganismos intestinales producen bacteriocinas de propiedades antimicrobianas.
- Nutricional: competencia entre microbiota normal y la patógena por aminoácidos esenciales y azúcares (Otutumi et al., 2012).

4.13 Sistema inmune digestivo

En sistema inmune aviar intervienen procesos de defensa hacia agentes extraños, luego memorizarlos para reconocer ante una segunda invasión para mantener su integridad preservando sus propias estructuras. El tubo digestivo no solo cumple con la función de absorción y metabolismo de nutrientes sino también funciones inmunológicas. Debido a la interacción entre ambiente externo y ave, la cantidad de ingreso de muchos agentes etiológicos y tamaño es de gran importancia el sistema inmune digestivo. El tubo digestivo es considerado como uno de los sitios que contiene más células inmunológicas en diferentes estructuras como placas de Peyer, tonsilas cecales, divertículo de Meckel, tonsilas esofágicas y bolsa de Fabricio (Verduzco, 2010)

4.13.1 Placas de Peyer

Se encuentran situadas en la parte media del intestino en la sub mucosa. Son un órgano linfoide secundario, donde se desarrolla la respuesta inmune específica. Están recubiertos por un epitelio diferente al resto del intestino delgado debido que posee vellosidades más cortas y anchas que permite la comunicación directa en el antígeno con las células M. la función principal de las placas de Peyer es detectar los antígenos y desencadenar una respuesta inmune (Machado, 2013).

4.13.2 Tonsilas cecales

Las tonsilas cecales funcionan como un tejido linfoide secundario, asociada con la respuesta inmune local a nivel intestinal. El tejido linfoide de las tonsilas cecales está dividido en dos partes, una zona subepitelial donde se encuentran células B y zona donde se encuentran linfocitos T (Chávez et al., 2015).

4.13.3 Divertículo de Meckel

Se localiza sobre el yeyuno, disminuye su tamaño mediante la edad del pollito. En la etapa embrionaria del pollito el divertículo de Meckel sirve de alimento. En dicho lugar se realiza el proceso de mielopoyesis extramedular en aves entre las 2 y 7 semanas de edad del pollo. En aves desde que nace hasta las 2 semanas de edad hay una comunicación directa entre el lumen del intestino delgado y el divertículo de Meckel. En la membrana del divertículo de Meckel hay presencia de granulocitos, monocitos, células epiteliales y células positivas a IgM. (Wehner, 1999).

4.13.4 Tonsilas esofágicas

Se encuentra ubicada alrededor de la entrada del proventrículo, con un epitelio infiltrado por células linfoides como linfocitos T, células plasmáticas, dendríticas y macrófagos. Se encuentra un alto grado de circulación sanguínea en esa zona dado por muchas vénulas dando una comunicación entre tonsilas esofágicas y otros órganos linfoides. Dado a la localización se expone directamente al bolo alimenticio, permitiendo reconocer antígenos y produciendo respuestas inmunes efectores (Chávez et al., 2015).

4.13.5 Bolsa de Fabricio

Es un órgano linfoide primario en las aves, la principal función de la bolsa de Fabricio es la maduración y la diferenciación de los linfocitos B, los cuales son enviados a los tejidos linfoides periféricos donde producirán inmunoglobulinas específicas. Este órgano involuciona cuando las aves alcanzan la madurez sexual. Está localizada en la región dorsal de la cloaca y se observa como un saco ciego (Wehner, 1999).

4.14 Beneficios de los probióticos en avicultura

A continuación, se detallan los beneficios en la administración contante de probióticos en pollos de engorde.

4.14.1 Efectos benéfico contra la infección por patógenos

Cuando se realiza la colonización exitosa probiótica ayuda a la función inmunorregulador e inhibe las bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal. La inhibición de bacterias patógenas por los probióticos se debe a la competencia por lugar en la pared intestinal, competencia por nutrientes debido a la escasez de

nutrientes en la luz intestinal y producción de lactato y acetato reduciendo el pH del medio ejerciendo efecto antibacteriano (Castillo, 2014).

4.14.2 Efectos benéficos sobre la respuesta inmune

La ingesta de probióticos en pollo tiene un efecto beneficioso al sistema inmune tales como resistencia a enfermedades y mejoras a los problemas relacionados con el estrés térmico en pollos de engorde. Esto se debe al aumento en la producción de anticuerpos, activación de macrófagos, proliferación de células T y producción del interferón, entre otros (Chávez et al., 2015).

4.14.3 Efectos benéficos sobre el crecimiento

Probiótico en la alimentación ayuda aumentando el peso, mejora el índice de conversión y la mortalidad. Esto se debe que el probiótico ejerce actividad en las enzimas digestivas y promueve una mayor actividad de proteasa y amilasa. Por lo cual mejora la digestibilidad de las proteínas y el almidón dando como resultado mejora en el crecimiento en pollos de engorde (Castillo, 2014).

4.14.4 Efectos benéficos sobre la morfología intestinal

Los probióticos ayudan a aumentar la longitud de las vellosidades mediante la activación de la mitosis celular e inducir en la proliferación de células epiteliales intestinales. Esto beneficia a los pollos de engorde ya que aumenta la superficie de vellosidades aumenta la superficie la absorción de nutrientes. Además, los probióticos aumentan la producción de nutrientes de gran importancia para la mucosa intestinal, tales como ácidos grasos, particularmente los de cadena corta y aminoácidos como: arginina, glutamina y cisteína. Otro efecto beneficioso es la eliminación de toxinas y sustancias innecesarias del lumen (Castillo, 2014).

4.14.5 Efectos benéficos sobre la calidad de la carne

Se estima que los pollos de engorde cuando consume probiótico en el alimento aumentan proporción de ácidos grasos insaturados a ácidos grasos saturados en carne de pechuga y muslo. Debido a estos factores mejoran las características organolépticas como apariencia, textura, jugosidad en carne de pollo (Castillo, 2014).

4.15. *Bacillus subtilis*

Desde el punto de vista microbiológico, es una bacteria gram positiva, aeróbica, presenta forma de bastoncillo, son móviles a través flagelación aeróbica y produce endosporas resistentes a factores ambientales. Cuando se utiliza *B. subtilis* como probiótico mejora el ecosistema intestinal del ave, favorece el desarrollo de otra bacteria benéfica productoras de ácido láctico, favorece la digestión de los alimentos y estimula la producción de inmunoglobulinas para mejorar la salud de las aves y así obteniendo un rendimiento mejor productivo. También puede favorecer la ganancia productiva en explotaciones avícolas a través de la reducción de *E. coli* fecal y la modulación de la microbiota cecal (Arroyo, 2017).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- Investigadora
- Asesores

5.1.2 Recursos biológicos

- 20 pollitos para necropsia.
- 100 pollitos control.
- 100 pollitos con tratamiento.
- Total de 220 pollitos de engorde variedad Cobb.
- kg probióticos de *Bacillus subtilis*.

5.1.3 Recursos de campo

- 50 pares de guantes de látex.
- 2 cajas para transportar pollitos.
- 100 hisopos.
- 100 tubos de ensayo.

5.1.4 Recursos de oficina

- 2 lapiceros.
- 1 cuaderno de apuntes.
- 1 computadora.

- 1 impresora.
- 1 calculadora.
- 1 pesa digital.
- 1 hielera.

5.2 Metodología

5.2.1 Localización de estudio

El estudio se llevó a cabo en la granja avícola en las instalaciones de la Salle, se encuentra ubicado en el Km. 15 de la carretera interamericana (Calzada Roosevelt) en la zona 7 de Mixco. Las características del área cuentan con una humedad relativa media de 73%, ubicada a una altitud de 1650m y un clima templado. La granja avícola cuenta con pollos de engorde Cobb 500 en distintas etapas del ciclo productivo.

5.2.2 Metodología de campo

El estudio se realizó utilizando 220 pollitos adquiridos de la misma incubadora, con la misma línea genética, se les proporciono la misma cantidad de comida acorde a la etapa de crecimiento y agua *ad libitum*. Los pollitos de 1 día de edad fueron divididos en dos grupos, el grupo A se conformó por 100 pollitos con tratamiento de probiótico y en el grupo B 100 pollitos sin tratamiento siendo este el grupo control. Se aislaron 20 pollitos antes de ingresar a las instalaciones de la granja los cuales fueron transportados a LARRSA donde se realizaron aislamiento bacteriano en el medio de agar MacConkey para tener una referencia inicial de la cantidad de carga bacteriana que tienen los pollitos desde la incubadora. El probiótico *B. subtilis* fue aplicado en el alimento iniciador y finalizador, a una dosis de 4.54 g de probiótico por cada 45.45kg de concentrado. Los pollitos se colocaron en dos galpones diferentes con el fin de evaluar diferencias en la carga bacteriana de *Escherichia*

coli, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los pollos fueron pesados cada martes, durante 5 semanas. A continuación, se detallará el desarrollo del experimento observando cuadro 1.

5.2.3 Adecuación de los galpones

El primer paso fue retirar la basura del galpón, lavar con agua y detergente. Luego se desinfectó el galpón utilizando cal y amonio cuaternario. Se realizó una mezcla de cal, detergente y agua aplicándolo en todas las superficies del galpón y rodetes. Luego de cada procedimiento de desinfección se realizaron aspersiones de amonio cuaternario con la ayuda de una mochila de aspersión manual. Además, se instaló un pediluvio en la entrada de cada galpón como una medida de bioseguridad. Luego se procedió a realizar cortinas externas para cubrir las entradas de aire evitando los cambios de temperatura elevados. Posterior al lavado, desinfección y aplicación de cipermetrina de las cortinas, estas se colocaron externamente en los galpones.

5.2.4 Recepción de los pollitos

Para la recepción de los pollitos se realizaron los siguientes pasos:

- Instalación de un circulo con el rodete de 3m de diámetro.
- Colocación de una cama de viruta y encima papel periódico.
- Activación de los reflectores para llegar a una temperatura de 32 °C.
- Se colocó 2 comederos con 70 gramos de concentrado iniciador y 2 bebederos con agua *ad libitum* en cada galpón.
- Conteo de los pollitos para distribuirlo en cada galpón.
- Pesaje del 10% de los pollitos en cada galpón para anotarlos como peso inicial.

5.2.5 Manejo de pollos desde el primer día de edad hasta la sexta semana

Cuadro 1. Descripción sobre manejo de pollos

Semana 1	<p>Día 1, se recibieron 220 pollitos de engorde con 1 día de edad. Se aislaron 20 pollitos (10%) antes de ingresar a las instalaciones de la granja los cuales fueron transportados a LARRSA donde se realizaron aislamiento bacteriano en el medio de agar MacConkey para tener una referencia si se encontraba carga bacteriana inicial de la cantidad de carga bacteriana que tienen los pollitos desde la incubadora.</p> <p>Luego se colocaron 100 pollitos en el galpón A donde se les brindó alimento mezclado con probióticos de <i>B. subtilis</i> y 100 pollitos en el galpón B donde se les brindó alimento sin probiótico. Por último, se pesó al 10% de los pollitos en cada grupo para realizar los cálculos pertinentes.</p>
Semana 2 Semana 3 Semana 4	<p>Días: 8,15 y 22: Se pesaron los pollitos y el alimento para evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento. Posteriormente se realizó un hisopado de cloaca a 20 pollos (10% de población) de cada grupo experimental tomada aleatoriamente con las precauciones debidas para determinar la presencia bacteriana de <i>E. coli</i> y luego fueron enviadas a LARRSA para evaluación.</p>
Semana 5 Semana 6	<p>Día 29 y 32: Se pesaron a los pollos y el alimento para la evaluar la conversión alimenticia, ganancia de peso y consumo de alimento comparando resultados con las semanas anteriores. Luego se realizaron hisopados para comparar resultados previos y entre los dos grupos estudiados.</p>

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Toma de muestra

El proceso de toma de muestra de hisopado se realizó en 5 ocasiones con un intervalo de 8 días con el fin de evaluar la presencia de *E. coli*. En cada una de la toma de muestras se analizaron 20 muestras, 10 por cada tratamiento.

El Laboratorio LARRSA proporcionó el caldo de transporte de agua peptonada el cual fue utilizado para las muestras. En cada toma de muestras se utilizaban guantes de latex como medida de bioseguridad. Se tomaba un hisopo estéril y se introducía en la cloaca del pollo realizando movimientos circulares. Luego se colocaba el hisopo en el medio de cultivo quebrando la parte del mango para evitar fuentes de contaminación externa. Por último, se cerraba el tubo y se rotulaba para remitirlas al laboratorio LARSSA en una hielera con refrigerante.

5.2.7 Parámetros de evaluación

Los pesos anotados cada semana se utilizaron para evaluar los siguientes parámetros

- Ganancia de peso semanal (g/ave): Se calculó con la siguiente formula
(peso inicial- peso final)
- Conversión alimenticia(g/g): Se calculó semanalmente dividiendo el alimento consumido entre el peso del ave.

$$ICA = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{peso semanal de pollo}}$$

- Consumo de alimento(g/ave): Se determinó semanalmente la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento rechazado.

5.2.8 Análisis estadístico

Se compararon los datos de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión de alimento y la presencia de *E. coli* para obtener resultado promedio para comparar entre los dos tratamientos independientes mediante la evaluación estadística de T de Student para grupos relacionados.

$$Tc = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{X1} - S_{X2}}$$

- Tc= t de student calculada.
- \bar{X}_1 = Media calculada del tratamiento 1.
- \bar{X}_2 = Media calculada del tratamiento 2.
- Sx= Error estándar de las medias calculadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Ganancia de peso semana (g)

La ganancia de peso de ambos grupos durante un período de 6 semanas se muestra en la figura 1, se observa que el grupo 1 tuvo un crecimiento más retardado en comparación al grupo control siendo este más evidente en la sexta semana. Estas variaciones en la respuesta a los probióticos pueden estar relacionadas con la presencia de microflora patógena existente en la microbiota de las aves.

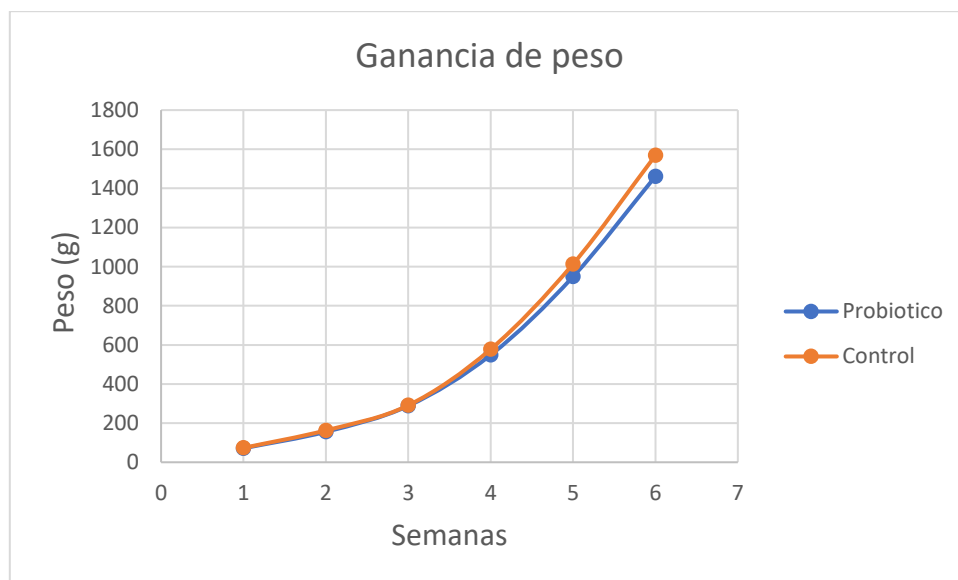


Figura 1. Ganancia de peso de semana (g)

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la prueba estadística de T de Student con un nivel de confianza de 95% aplicada a la ganancia de peso al final del experimento (ver cuadro 2.) se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

Cuadro 2. Ganancia de peso inicial y final (g)

Ganancia de peso	Grupo 1 (Probiótico)	Grupo 2 (control)
Inicial	71.5 g	73.6 g
Final	1461.4 g	1568.5 g

Fuente: Elaboración propia

6.2 Conversión alimenticia promedio

Para medir la eficiencia en la transformación de alimento en masa muscular se evaluó el índice de masa corporal, el cual es la relación matemática entre alimento consumido y ganancia de peso. Se determinó que durante las primeras 3 semanas de vida el grupo uno obtuvo una mejor conversión alimenticia que el grupo control esto concuerda con lo enunciado por Mohan (1996) quien aduce que los efectos beneficiosos de los probióticos son más evidentes antes de los 29 días y no a los 49 días de edad. (Mohan et al., 1996)

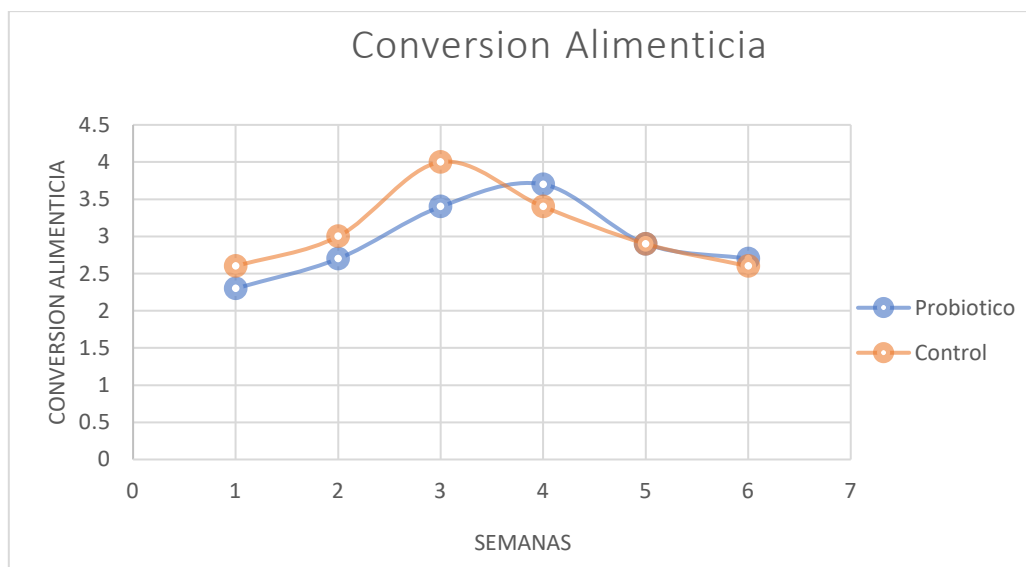


Figura 2. Conversión alimenticia promedio

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la conversión alimenticia de ambos grupos se sometieron a la prueba de T de student y se pudo inferir con un 95% nivel de confianza (ver Cuadro 3.) que no existen diferencias estadísticas significativas entre la conversión alimenticia de ambos grupos.

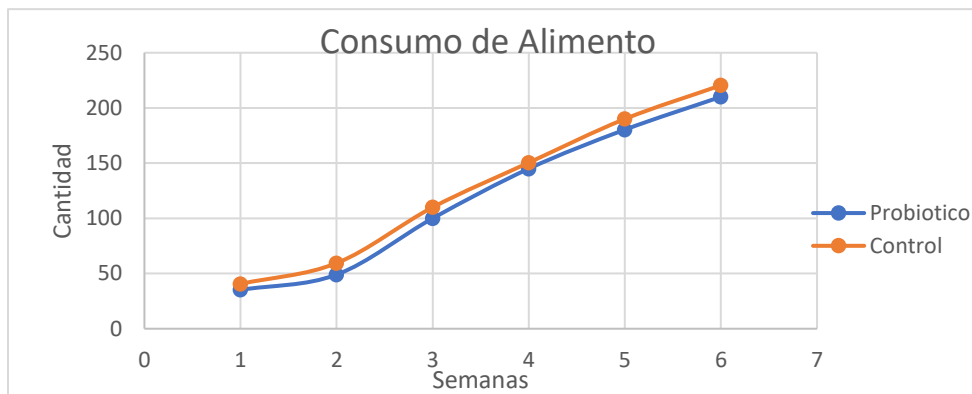
Cuadro 3. Conversión alimenticia inicial y final (lb de alimento para producir lb de carne)

Índices	Grupo 1 (Probiótico)	Grupo 2 (control)
Inicial	2.3	2.6
Final	2.7	2.6

Fuente: Elaboración propia

6.3 Consumo de alimento (lb)

Las aves que recibieron el probiótico (tratamiento1) presentaron un menor consumo de alimento, sin afectar notablemente el aumento de peso. Esto concuerda con lo observado por Otutumi (2010) quien aduce que, durante un experimento similar, los animales que recibieron probiótico por ración presentaron un consumo de alimento significativamente menor en comparación a los demás debido a que no constataron efecto de la adición del probiótico sobre los parámetros productivos en el período de 1 a 42 días.”



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Consumo de Alimento (lb)

Al comparar el consumo de alimento inicial y final de los resultados dados a través de la prueba estadística T de Student con un nivel de confianza de 95% (ver Cuadro 4.) se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

Cuadro 4. Consumo de Alimento (lb)

Consumo	Grupo 1 (Probiótico)	Grupo 2 (control)
Inicial	35.2	40.6
Final	210.1	220.5

Fuente: Elaboración propia

6.4 Análisis microbiológico de *Escherichia coli*

En la evaluación microbiológica del pollito BB de un día de nacido se encontraron colonias correspondientes a *E. coli* enteropatógena. El primer sacrificio se realizó para determinar la presencia de dicha bacteria antes de iniciar la dieta experimental. Como se puede observar en el cuadro 4. en los siguientes 5 muestreos de hisopado de cloaca se diagnosticó presencia de *E. coli* enteropatógena en ambos tratamientos. Esto se debe a que no se realizó una colonización exitosa por el probiótico en el tracto gastrointestinal. Un factor fundamental que influyó negativamente en la exclusión competitiva del probiótico fue, la bacteria *E. coli* enteropatógena que ya colonizaba el intestino a partir del día un de vida del pollito BB interfiriendo en el estudio.

Cabe resaltar que los pollitos fueron contaminados en la incubadora, reduciendo su eficiencia alimentaria y por consiguiente la eficiencia del probiótico. Los huevos pueden ser infectados de manera vertical y horizontal. La transmisión de forma vertical se da desde los ovarios y oviductos infectados durante la formación del huevo. Por otra parte, la transmisión horizontal se lleva a cabo cuando los microorganismos patógenos penetran el cascarón contaminado con las heces de la

gallina, al pasar a través de la cloaca de la gallina. Las bacterias independientemente de la vía de transmisión se multiplican en las membranas internas del huevo, y cuando el pollito rompe la cáscara en la eclosión, se infecta y también difunde las bacterias al ambiente de la incubadora. Como consecuencia de lo anteriormente detallado, se da la infección de los pollitos recién nacidos colonizando el intestino antes que los probióticos queden establecidos.

Para poder ejercer una colonización efectiva del probiótico se debe realizar un mecanismo de exclusión competitiva siendo estas de forma Física, química, biológica, bioquímica y/o nutricional como anteriormente fue expuesto por Otutumi (2012). Existen varios mecanismos por los cuales la flora nativa excluye de manera competitiva a la microflora no deseada en el intestino siendo los siguiente:

- Físico: se da una competencia de lugares en la unión al epitelio. Se realiza un bloqueo físico creando una barrera bacteriana benéfica en el epitelio celular del intestino para evitar que las bacterias enteropatógenos se adhiera al revestimiento epitelial.
- Biológico: la flora normal produce un ambiente con baja tensión de oxígeno desfavoreciendo el crecimiento de enterobacterias patógenas
- Química: se inhibe el desarrollo de grupos bacterianos enteropatógenos al crear un ambiente ácido por la producción de ácidos orgánicos por la sintetizados por lactobacilos.
- Bioquímica: microorganismos intestinales producen bacteriocinas de propiedades antimicrobianas.
- Nutricional: competencia entre microbiota normal y la patógena por aminoácidos esenciales y azúcares (Otutumi,2012).

Según Germán (2001), entre las estrategias de exclusión competitiva más importantes de los probióticos es la adhesión a la pared del tracto digestivo que

evita la colonización de patógenos, por lo cual hace que se disminuya la obtención de nutrientes y dificulta la proliferación de microorganismos patógenos. Sin embargo, a que la exclusión competitiva siempre es constante, se presentan algunos resultados contradictorios, debido a las diferencias en el ambiente intestinal de cada animal. Como se ha observado en el presente estudio la exclusión competitiva no es biológicamente significativa cuando el ambiente intestinal ya ha sido contaminado por enterobacterias patógenas dominantes (Germán et al., 2001).

La variabilidad en los resultados puede tratarse también a otros factores, como se detallarán a continuación. El probiótico utilizado en el experimento procedía de una casa comercial de otra región geográfica, por lo que las condiciones puedan que no sean específicas para Guatemala. Esto se debe a que el pollito recién nacido obtiene bacterias del ambiente por ejemplo la incubadora, durante el transporte y en la granja. Las aves comerciales de otras regiones son mantenidas bajo otras condiciones y a menudo no llegan a tener las mismas especies y cantidad de bacterias en el tubo digestivo. Según Fuller (1986), en muchos casos el uso de probióticos distribuidos por casas comerciales ha dado como resultado muy baja o nula eficiencia en el aumento de la producción. Esto se ha debido a que los probióticos adquiridos proceden de otras regiones geográficas o incluso de otras especies animales. Es importante destacar que algunas casas comerciales, indican en las instrucciones que dicho probiótico no puede ser aplicable a todas las regiones geográficas. Por lo que se deben de comunicar a la fábrica para recibir indicaciones técnicas de su uso.

Otro factor a tomar en cuenta es que probablemente las cepas de *B. subtilis* usadas, no llenen el requisito suficiente para actuar en el tracto gastrointestinal del pollo de engorde y activarse completamente. Según Fuller (1986) con una pequeña variación en la fuente de carbohidratos utilizada en los medios de crecimiento durante la preparación de probióticos puede afectar la capacidad del microorganismo para adherirse al epitelio intestinal de las aves de corral. Por último,

se debe tomar en cuenta el estrés al que fue sometido el animal, asociado a variaciones en las temperaturas ambientales e inadecuado transporte que interfieren con la colonización de microorganismos protectores proporcionada por el probiótico y el estado inmunológico. Cuando las aves se encuentran en estrés por altas temperaturas, pierden la capacidad de disipar calor entonces reducen la ingesta para evitar el calor metabólico. Como consecuencia a la disminución de consumo de alimento no ingieren la dosis estipulada de probiótico para ser efectiva en el ave. En relación con el estrés y la inmunidad, cuando existe un factor estresante prolongado las concentraciones de corticosterona se elevan, como consecuencia a esto se suprime las funciones inmunológicas. Dando como resultado inmunodeficiencia aumentando la predisposición de enfermedades y mortalidad. Los cambios de temperatura también afectan la mucosa intestinal, microbiota y la permeabilidad intestinal. Por lo cual en algunos casos no favorece la adhesión de probiótico debido a que la mucosa intestinal no obtiene buena absorción de nutrientes y la microbiota afectada no es eficiente como barrera para la invasión de microorganismos patógenos.

Cuadro 5. Análisis microbiológico de *Escherichia coli*

Toma de muestra	Grupo 1 (Probiótico)	Grupo 2 (control)
Día 0	Positivo	Positivo
Semana 1	Positivo	Positivo
Semana 2	Positivo	Positivo
Semana 3	Positivo	Positivo
Semana 4	Positivo	Positivo
Semana 5	Positivo	Positivo

Fuente: Elaboración propia

VII. CONCLUSIONES

- Las variables productivas como ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento según la evaluación estadística de T de Student, no presentaron diferencia significativa ($P>0.05$) entre ambos tratamientos.
- El aislamiento microbiológico del género *E. coli* enteropatógena resultó positivo a partir de 1 día de vida del pollito hasta el día 42 en ambos tratamientos, debido que el probiótico no efectuó una colonización exitosa en el tractogastrointestinal de los pollos de engorde, y debido a la presencia de la bacteria patógena *E. coli* que ya colonizaba en dicho lugar antes de iniciar el experimento.
- La presencia de *E. coli* enteropatógena afectó de manera negativa los resultados del experimento, impidiendo una colonización exitosa del probiótico en la flora intestinal de los individuos

VIII. RECOMENDACIONES

- Verificar que los pollitos BB provengan de una granja de reproductores con buenas medidas de bioseguridad y buenas prácticas pecuarias para obtener rendimientos óptimos en la utilización del probiótico.
- Controlar la temperatura, manejo de cama y mejorar las normas de bioseguridad en el instituto para evitar factores predisponentes a la aparición de brotes de enfermedades.
- Utilizar antibiótico previo a la utilización de probiótico; en pollitos contaminados con enterobacterias patógenas, para la eficiencia de la adhesión del probiótico al epitelio intestinal.

IX. RESUMEN

El estudio se realizó utilizando 220 pollitos adquiridos de la misma incubadora, de la misma línea genética, se les proporcionó la misma cantidad de comida acorde a la etapa de crecimiento y agua *ad libitum*. Los pollitos de un día de edad fueron divididos en dos grupos, el grupo A se conformó por 100 pollitos con tratamiento de probiótico y en el grupo B; 100 pollitos sin tratamiento siendo este el grupo control. Antes de colocar los pollitos en el galpón correspondiente se aislaron 20 pollitos los cuales fueron transportados a LARRSA donde se realizaron aislamiento bacteriano en el medio de agar MacConkey, para tener una referencia inicial de la cantidad de carga bacteriana que tienen los pollitos desde la incubadora.

Se comprobó la presencia de *Escherichia coli* realizando hisopado de cloaca al 10% de los pollos en ambos lotes al azar a los 8,15,22,29 y 32 días. En la evaluación microbiológica del pollito BB de un día de nacido se encontraron colonias correspondientes a *E. coli* enteropatógena. Además, en los cinco muestreos de hisopado de cloaca se diagnosticó presencia de *E. coli* enteropatógena en ambos tratamientos. La presencia de *E. coli* enteropatógena afectó de manera negativa los resultados del experimento, impidiendo una colonización exitosa del probiótico en la flora intestinal de los individuos.

Para la determinar los parámetros productivos como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se pesaron los pollos una vez por semana. Todos los datos obtenidos de los parámetros productivos se evaluaron estadísticamente mediante la prueba de T de Student para comparar entre los dos tratamientos. Las variables productivas (ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento) según la evaluación estadística de T de Student, no presentaron diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos.

SUMMARY

The study was carried out using 220 chicks acquired from the same incubator, from the same genetic line, they were given the same amount of food according to the growth stage and water ad libitum. The one-day-old chicks were divided into two groups, group A was formed by 100 chicks with probiotic treatment and in group B, 100 chicks without treatment being this the control group. Before placing the chicks in the corresponding shed, 20 chicks were isolated which were transported to LARRSA where bacterial isolation was performed in the MacConkey agar medium, to have an initial reference of the amount of bacterial load that the chicks have from the incubator.

The presence of *Escherichia coli* was checked by cloaking 10% of the chickens in both batches at random at 8, 15, 22, 29 and 32 days. In the microbiological evaluation of the one-day-old baby chick, colonies corresponding to enteropathogenic *E. coli* were found. In addition, the presence of enteropathogenic *E. coli* was diagnosed in both treatments in the five samplings of the cloaca swab. The presence of enteropathogenic *E. coli* adversely affected the results of the experiment, preventing a successful colonization of the probiotic in the intestinal flora of individuals.

To determine the productive parameters such as weight gain, feed consumption and feed conversion, chickens were weighed once a week. All the data obtained from the productive parameters were evaluated statistically by the T Student's test to compare between the two treatments. The productive variables (weight gain, feed conversion and food consumption) according to the statistical evaluation of T Student's, did not presented significant difference ($P > 0.05$) between both treatments.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araúz, L. C. (2015). *El Impacto de la salud intestinal en el desempeño de las aves*, Rosario, Argentina: Los Avicultores y su entorno.
- Arroyo, G. (2017). *Bacillus subtilis* como probiótico en avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes. *Abanico Veterinario*, 7(3), 14-20.
- Barnes, H.J., Beard, C., McDougald, L.R., Saif, Y. (1997). *Diseases of Poultry*, Iowa United States University Press: Ames
- Blanco, H. (1996). *Escherichia coli en Medicina Veterinaria*. Coruña, España: Barnes.
- Calnek, B. (2000). *Enfermedades de las aves*, Ciudad de México, México: H. G. Barnes.
- Castillo, C. (2014). Evaluación del uso de microorganismos de montaña como probióticos naturales líquidos y sólidos en pollos de engorde, finca Santa Rosa, Managua. (Tesis de pregrado) Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador.
- Chávez, G., Alvaro, L., López, A. (2015). Inclusion of probiotic strains improve immune parameters in broilers, *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 10(2), 12-18.
- Faus, C. (2008). *La integridad intestinal: factores asociados a su mantenimiento*. Monterrey, México: Selección Avícola.
- Feuchter, F. (2005). *Los Probióticos en Nutrición Animal*. Distrito Federal, México: Aditivos Biológicos.

- Fuller, R. (1986). Probiotics. *Journal of Applied Bacteriology*, 60(1), 1-6.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66 (1), 365-378.
- Gordon, R.F., Jordan, F. (1988). *Enfermedades de las aves*. Ciudad de México, México: El Manual Moderno.
- Germán, A.J., Hall, E., Day, M. (2001). Immune cell population with in the duodenal mucosa of dogs with enteropathies. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 15(1), 14-25.
- Granados, J. (2008). *Factores que influyen en la Integridad Intestinal del Broiler*. Quito, Ecuador: Listado de Memorias Seminario AMEVEA.
- Grethel, M., Pérez, M., Bocourt, R. (2008). Empleo de probióticos basado en *Bacillus sp* y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 117-122.
- Jin, L.Z., Ho, Y.W., bdullah, N., Jalaludin, S. (1997). Probiotics in poultry, modes of action. *World's Poultry Science Journal*, 53(04), 351-368.
- Leitner, G., Heller, E. (1992). Colonization of Escherichia coli in young turkeys and chickens. *Avian Disease* 36(2), 211-220.
- Machado, L.S. (2013). Características morfométricas de órganos linfoides y Estudios serológicos en levante de ponedoras utilizando un inmunomodulador, vitaminas y aminoácidos. *Spei Domus*, 9(18), 29-36.

- Mohan, N., Kadirvel, R., Natarajan, A. & Bhaskaran, M. (1996). Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol broilers. *British Poultry Science*, 37(2), 395-401.
- Morley, A.Q.J., Thomson D.K. (1994). Swollen-head syndrome in broilers chickens. *Avian Disease* 32(3), 81-93.
- Nagaraja, K. V. (1993) Patogenicidad de la *Escherichia coli* y los factores de estres en los pollos de engorde. *Avicultura Profesional Chile*, 10(4), 176-180.
- Otutumi, A., Kazue, L., Furlan, A. (2010). Diferentes vias de administração de probiótico sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a população microbiana do intestino delgado de codornas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1), 158-164.
- Rossi, A., Sangoi, M., Padilha, J. (2006). Uso de probióticos en la prevención de salmonella en pollos de engorde. *Zootécnica y medicina veterinaria. Brasil. Ciência e Agrotecnologia*, 31(4), 1207-1211.
- Stanchi, N.O. (2007). *Microbiología Veterinaria. Buenos Aires, Argentina: Inter-médica.*
- Steiner, C.V., Davis, R.V. (1985). *Patología de las aves enjauladas/Temas seleccionados.* Acribia Zaragoza. España. Inter-medica.
- Verduzco, G. (2010). Sistema inmune digestivo en las aves. *Investigación y ciencia*, 18(48), 9-16.

Wehner, R. (1999). Caracterización del desarrollo de la bolsa de fabricio, timo y bazo en pollos broiler comerciales”. (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**UTILIZACIÓN DE *Bacillus subtilis* COMO PROBIÓTICO EN POLLOS
DE ENGORDE PARA LA REDUCCIÓN DE *Escherichia coli***

f. _____
ALICE DAYANARA QUIROA FRANCO

f. _____
M.Sc. Consuelo Beatriz Santizo
Cifuentes
Asesor Principal

f. _____
Lic. Carlos Francisco Chinchilla
García
Asesor

f. _____
M.Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez
Evaluadora

IMPRIMASE

f. _____
M. A. Gustavo Enrique Taracena Gil
Decano